



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
(магистерская диссертация)

На тему «Климатические изменения температур воздуха и
осадков в Венесуэле»

Исполнитель Арена Мухика Хозе Бернандо
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Доктор технических наук, профессор
(ученая степень, ученое звание)

Лобанов Владимир Алексеевич
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

Декан метеорологического факультета
(ученая степень, ученое звание)

Дробжева Яна Викторовна
(фамилия, имя, отчество)

«__» _____ 2024 г.

Санкт-Петербург
2024

Оглавление

Введение.....	3
Глава 1 Физическое, географическое и климатическое описание Венесуэлы	5
1.1 Административное деление	5
1.2 Рельеф	6
1.3 Климат	8
1.4 Обзор современных и будущих изменений климата	10
Глава 2 Формирование регион базы данных и оценка её качества	13
2.1 Выбор метеостанций и формирование базы данных многолетних рядов климатических характеристик	13
2.2 Анализ качества данных и оценка климатических характеристик в стационарных условиях	16
2.3 Восстановление пропусков и приведение рядов к многолетнему периоду с оценкой эффективности приведения и качества восстановленных данных	28
2.4 Расчет климатических характеристик в стационарных условиях.....	39
Глава 3 Современные изменения температуры.....	52
3.1 Расчет параметров основных моделей временных рядов	52
3.2. Пространственное обобщение полученных параметров нестационарных моделей по территории	65
Глава 4 Современные изменения осадков	77
4.1 Расчет параметров основных моделей временных рядов	77
4.2. Пространственное обобщение полученных параметров нестационарных моделей по территории	87
Глава 5 Оценка будущего климата	91
5.1. Методика оценки	91
5.2 Выбор подходящей модели климата для Венесуэлы	94
5.3.Оценки будущих сценарных температур.....	102
Заключение.....	111
Список литературы.....	116

Введение

Изменение климата является одной из наиболее серьезных проблем, стоящих перед человечеством в XXI веке и имеющих серьезные последствия для природных и социально-экономических систем во всем мире. Одним из наиболее очевидных аспектов этого явления являются изменения температуры и характера осадков - две основные климатические переменные, влияющие на жизнь человека.

В последние десятилетия рост глобальной температуры был постоянной тенденцией, вызванной главным образом деятельностью человека, такой как сжигание ископаемых видов топлива и вырубка лесов. Это повышение средней температуры Земли вызвало ряд последствий, включая таяние полярных ледников, повышение уровня моря и изменения в региональных погодных условиях. На региональном уровне наблюдаются различия в величине и направлении температуры, при этом в некоторых районах отмечается более высокий рост, чем в других.

Изменение климата также изменяет структуру осадков во всем мире. Хотя в некоторых регионах количество осадков может увеличиться, в других засуха может быть более частой и продолжительной. Эти различия в количестве осадков имеют серьезные последствия для наличия пресной воды, сельского хозяйства, продовольственной безопасности и здоровья человека.

Изменение климата приводит к изменению температур и характера осадков во всем мире, что имеет серьезные последствия для природных экосистем и человеческого общества.

Изучение индивидуально взятых территорий, помогает тщательнее рассмотреть особенности случающихся изменений и соединить полученную информацию воедино.

В настоящем исследовании представлены климатические и географические характеристики обследуемого района, выполнена работа по созданию базы данных и проведен анализ ее качества, получены

пространственные модели температуры и распределения осадков по территории Венесуэлы.

Венесуэла, известная своим богатым биологическим разнообразием, контрастными ландшафтами и огромным природным богатством, сталкивается с серьезными проблемами, обусловленными изменением климата. В последние десятилетия в стране произошли изменения климата, которые проявились главным образом в изменении температуры и характера осадков.

Для изучения, обзора и анализа месячных сумм температур и осадков в Венесуэле были взяты 38 метеостанций, расположенных в основных городах страны: Маракай, Маракайбо, Сан-Хуан-де-лос-Моррос, Мене-Гранде, Гуанаре, Барселона, Баринас, Мерида, Матурин, Пуэрто-Аякучо, Тачира, Гуирия, Турмеро, Сьюдад-Бolíвар и т.д. - эти метеостанции охватывают весь изучаемый район.

В работе необходимо было проанализировать изменение температуры и осадков в этих пунктах наблюдений с начала XX века до нынешнего периода 2023 года. Таким образом, в рамках исследования будут выявлены изменения в гидрометеорологических параметрах, таких, как температура, осадки и получены территориальные закономерности этих изменений в течение рассматриваемого периода времени, с тем чтобы обобщить результаты исследования изменения климата.

Глава 1. Физическое, географическое и климатическое описание Венесуэлы

1.1 Административное деление

Боливарианская Республика Венесуэла — суверенное государство, расположенное на севере Южной Америки, состоящее из континентальной части и большого количества островов и островков в Карибском море, столицей которой является город Каракас. Его территориальная протяженность составляет 916445 км². Континентальная территория ограничивается на севере Карибским морем и Атлантическим океаном, на западе - Колумбией, на юге - Бразилией и на востоке - Британской Гвианой. (рис.1.1).



Рис.1.1 Физическая и географическая карта Венесуэлы

Страна состоит из многих геологически разнообразных регионов. К западу простираются венесуэльские Анды. Они простираются на север и превращаются там в Кордильера-де-ла-Коста (Венесуэла). К югу от этого

горного хребта расположен район реки Льянос. К югу от Льяноса протекает река Ориноко. К югу от Ориноко находится район Гуаянас, щит докембрийской эры, часть которого расположена в бассейне реки Негро, а часть - в бассейне реки Амазонки и другая часть – в бассейне Ориноко. Венесуэльская Гвиана является крупнейшим регионом страны и формируется, в дополнение к старому щиту Гвианы, широкими и высокими плато, которые носят имя Тепуйес, данное пемонами - коренными народами, которые живут в Гран-Сабана.

1.2 Рельеф

Рельеф Венесуэлы имеет следующие характеристики: побережье с несколькими полуостровами и островами, две цепи горного хребта Анд (север и северо-запад), озеро Маракайбо (между цепями гор в литорале); дельта реки Ориноко, регион полуостровов и плато (тепной, к востоку от Ориноко), которые вместе образуют Гвианский щит (массив Гайаны) – плато на юго-востоке страны.

Самые старые горные образования в Южной Америке находятся на сложном фундаменте Гайанского плато и в кристаллической линии Приморских и Кордильерских массивов в Венесуэле. Венесуэльская часть Гайанского плато состоит из большого блока гранита гнейс и других кристаллических пород Аркеано, с подземными слоями песчаника и глины. Гранит и ядро Кордильер в значительной степени окружены меловыми осадочными слоями, сложенными в антиклинальную структуру. Среди этих орографических систем есть равнины, покрытые третичными и четвертичными слоями гравия, песка и глинистых глин. Впадина, в которой находятся лагуны и озера, среди которых находится озеро Маракайбо, представляет на поверхности, аллювиальные отложения четвертичного периода, на слоях мелового и третичного периодов, особенно важные из-за

появления нефтяных инфильтраций. В венесуэльской части можно выделить три категории (рис.1.2):

а) Северные горы: представляют собой ветвь Западных Анд. Они входят в страну на западе, продолжают в северо-восточном направлении, а затем уходят на восток, вплоть до залива Пария и острова Тринидад, постепенно уменьшаясь в высоте. Этот горный хребет состоит из параллельных цепочек, перемежающихся с долинами и окруженных болотами. Западная часть называется Сьерра-Невада-де-Мерида, а её пики достигают более 4800 м, например, пик Боливар (5007 м). Высота хребтов составляет от 2400 м до 3000 м, а некоторые долины находятся на высотах от 1200 м до 1600 м. В восточном направлении Северные горы, известные как Морские Анды, постепенно понижаются, пока почти не исчезают, а затем вновь появляются параллельно Парийскому заливу. Несколько спусков, от 900 м до 1500 м высоты, простираются на север, окружая впадину Маракайбо (на востоке) и образуя обширный регион, где низкие высоты чередуются с долинами. В западной части этого района находятся горы Сеговия.

б) Бассейн Ориноко: к югу от этого горного региона находится бассейн Ориноко, обширная аллювиальная равнина, которая плавно поднимается, чтобы перейти в Анды в центре страны; к югу от реки эта равнина резко поднимается к плато Гианас. С подножия колумбийских Анд равнина простирается до дельты Ориноко.

в) Горные районы Гайаны: к югу и юго-востоку от бассейна Ориноко простирается венесуэльская часть Гайанского плато, называемая Ла-Гран-Сабана. На границе Бразилии и Гайаны находится большое плато Рорайма, высота которого составляет 2773 м. Большая часть плато Гайаны пересекается потоками, которые протекают в глубоких ущельях и иногда падают с большой высоты, образуя водопады, такие как Ангельский водопад, самый высокий водопад в мире (1000 м). На северо-востоке эти возвышенности постепенно

понижаются. Между плато Гайаны и дельтой Ориноко возвышается другая горная цепь - горный хребет Иматака и плато Нурия. На границе с Бразилией находятся горы Пакараима и Парима.

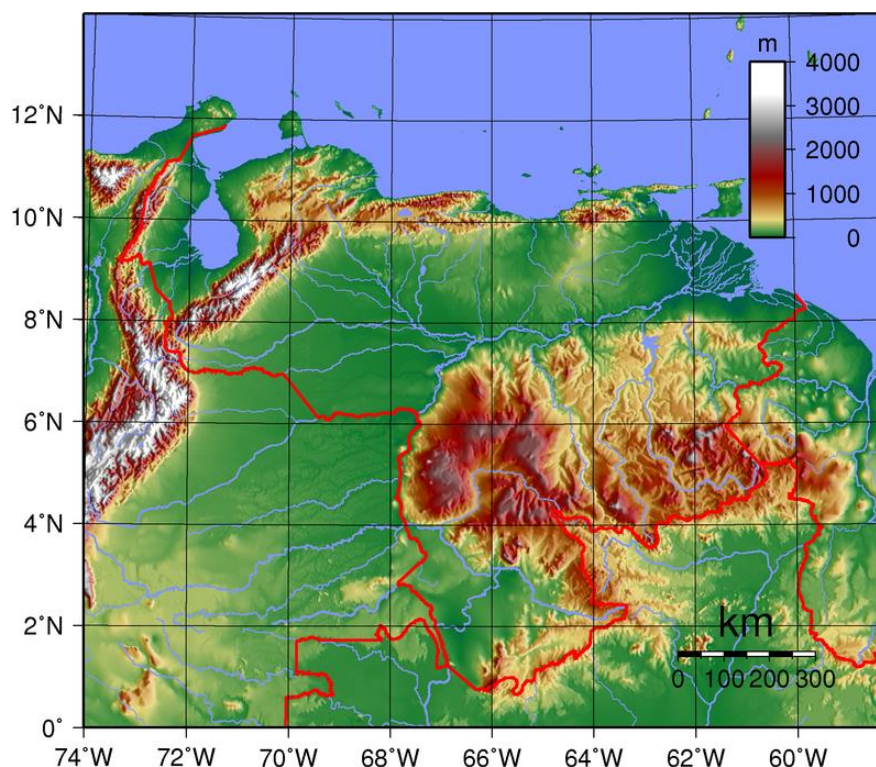


Рис.1.2 Карта Рельеф Венесуэлы.

1.3 Климат

Пространственное изменение среднегодовой температуры достаточно большое и связано в основном с высотой. Так, например, наименьшая среднегодовая температура в Лос-Текес на высоте 1300 метров составляет 19,8°C. А в городах, находящихся на уровне моря, превышает даже 27°C. Однако, если исключить горные районы, то пространственная амплитуда температур по стране очень мала и не превышает 4 °C. В годовом ходе температуры нет четко выраженных сезонов, как в случае умеренных зон обоих полушарий. Однако, из-за влияния кастильского языка, введенного испанцами в колониальный период, зимний период называется сезон дождей, хотя это совпадает по температурным условиям с летом в Северном

полушарии. И, наоборот, летний период называют летом сухого сезона, что также примерно соответствует зиме в северном полушарии (с ноября по апрель). Климат Венесуэлы определяется высотной поясностью и включает следующие типы климатов.

- Очень теплый климат: от уровня моря до 300 м. Среднегодовая температура превышает 26°C. Он охватывает большую часть территории страны. Примером такого климата являются города, расположенные в засушливых районах, такие как Маракайбо, Пунто-Фихо, Коро, и города, расположенные в саванне, такие как Баринас, Гуаренас и Сан-Карлос.
- Теплый климат: он расположен примерно от 300 м до 650 м. и имеет температуры от 23°C до 25°C. Климат типичен для таких населенных пунктов, как Баркисимето, Валенсия, Маракай и Гуаренас.
- Прохладный климат: от 650 до 1600 м. Среднегодовая температура колеблется от 18°C до 23°C. Примеры этого климата можно найти в таких местах, как Мерида (южная часть), Сан-Кристобаль, Каракас, Лос-Текес и Карипе.
- Умеренный климат: между 1600 и 2400 м., температура колеблется от 13°C до 18°C, пример этого климата в Сан-Антонио-де-Лос-Альтос, Колония-Товар, Эль-Хункито, Галипане, Мериде (северная часть), Санто-Доминго, Ла-Пуэрта, Грикента, Икуэ.
- Холодный климат: это между 2400 и 3200 метров, где температура колеблется между 8°C и 13°C. Пример этого климата можно найти в Мукучисе, Лос Невадос, Чачопо, Ла Кулата и Прамерас, в районах Сьерра де Перийя и Кордильера де Мерида, а также на самых высоких вершинах Гуаянского массива и Кордильеры де ла Коста.
- Очень холодный климат: он расположен между 3200 и 4150 м. приблизительно, с температурами от 3°C до 8°C. Пример этого климата очевиден в таких местах, как Апартадерос, Льяно эль-Хато, Ла-Асомада и в Андских долинах Кордильер-де-Мерида и Сьерра-де-Периха.

- Суровый климат: он расположен между 4150 м и 4700 м., имеет температуру от 0°C до 3°C. Он находится на различных высоких плато Сьерра-Невада-де-Мерида, Сьерра-де-Санто-Доминго и Сьерра-де-Ла-Кулата.
- Ледниковый климат: на вершинах более 4700 м, где залегает вечный снег, температура ниже 0 °C.

1.4 Обзор современных и будущих изменений климата.

Изменение климата в Венесуэле уже оказывает значительное воздействие на различные природные и экономические районы страны. Боливарианская Республика Венесуэла является тропической страной, расположенной на севере Южной Америки, и является одной из самых биологически разнообразных стран на планете. Она имеет большое разнообразие климатических зон, биомов и экосистем, некоторые из которых весьма уязвимы к изменению климата.

В XX веке наблюдались изменения в естественной изменчивости климата, обусловленные изменением средних температур и характера осадков, которые были разными в зависимости от региона или климатической зоны.

Согласно прогнозам, упомянутым в первом докладе об изменении климата (МГЭИК), на всей территории страны и в районах выращивания сельскохозяйственных культур и животноводства наблюдается устойчивое повышение температуры, что создает серьезную угрозу для продовольственной безопасности страны. Изменения температуры и характера осадков, вызванные изменением климата, будут оказывать существенное воздействие на разнообразие водных и наземных экосистем, здоровье населения и качество жизни, миграцию населения, сельскохозяйственное производство и другие социально-экономические факторы экономического развития страны.

Сельское хозяйство будет одним из видов деятельности, в наибольшей степени подверженных воздействию изменения климата в Венесуэле, что негативно скажется на продовольственной безопасности,

конкурентоспособности сельскохозяйственных секторов, эффективном и устойчивом использовании агроэкологических ресурсов и конфликтах при использовании таких ресурсов.

В 1997 году в специальном докладе «Региональные последствия изменения климата: оценка уязвимости в Латинской Америке» было указано, что потенциальные будущие последствия изменения климата в Латинской Америке могут быть обширными и дорогостоящими для региона. Накопление быстро развивающейся антропогенной деятельности, связанной с землепользованием и обезлесением, предсказывает, что изменение климата окажет сильное негативное воздействие на большинство латиноамериканских стран, что привело бы к обострению проблем недоедания и здравоохранения среди широких слоев населения. Эта ситуация, несмотря на предпринятые усилия, как представляется, по-прежнему сохраняется во многих странах Латинской Америки и Карибского бассейна.

Согласно информации, опубликованной CAF (Банк развития Латинской Америки) в 2014 году, Венесуэла имеет высокий индекс уязвимости к изменению климата. В силу неоднородности климатических зон и природных систем уязвимость к изменению климата также предполагает наличие широкого спектра различных видов угроз и технических и оперативных возможностей для их устранения.

Наиболее уязвимыми природными районами или регионами являются:

- Северная прибрежная зона, подверженная воздействию, связанному с повышением уровня моря.
- Регион Венесуэльских Анд, весьма подверженный изменению климата, отчасти из-за большого высокотемпературного градиента, который определяет и формирует структуру распределения ландшафтов, экосистем и видов.

В районах, находящихся на высоте свыше 4500 м с. над уровнем моря, поверхность сохраняющихся ледников чувствительна и крайне уязвима к повышению температуры.

- Сельскохозяйственная деятельность осуществляется главным образом в дождливых условиях, которые были уязвимы для изменения климата, особенно в связи с засухой и повышением температуры.

- Увеличение числа случаев повторного возникновения заболеваний, таких как малярия, передаваемых несколькими видами комаров *Anopheles* (*Anopheles darlingi*, *A. marajoara* и *A. neotomiculipalpus*), которые могут быть связаны с изменчивостью климата, при сценарии увеличения количества осадков и повышения температуры в результате изменения климата, а также высокой уязвимости некоторых географических районов и социально-экономических условий жизни населения.

- Находящиеся под угрозой исчезновения или под угрозой исчезновения виды более уязвимы к изменению климата.

По прогнозам гидрометеорологической службы Венесуэлы, изменение климата будет по-разному сказываться на национальной территории. Имитационные исследования по сценариям изменения климата позволяют предположить, что будут созданы благоприятные экологические условия для изменения поведения агроэкологических переменных и воздействия на природные и человеческие системы. Температура воздуха и осадки являются основными климатическими переменными, изменения которых будут оказывать воздействие на сельское хозяйство, здоровье людей и водный режим; с различиями между различными климатическими зонами, регионами или населенными пунктами.

Согласно первому национальному сообщению об изменении климата (PCNCC) и с учетом неопределенности основные последствия изменения климата для Венесуэлы будут заключаться в следующем:

- Ожидается дальнейшее повышение средней минимальной температуры.

- Различия в количестве и структуре осадков и уменьшение наличия воды с различиями в регионах и степенью серьезности или интенсивности. Например, указывается, что в Андах, Пьемонтском лланеро и на восточном

побережье озера Маракайбо произойдет значительное сокращение количества осадков.

- С некоторыми вариациями допускаются изменения в модели влажных месяцев с тенденцией к увеличению в районах с менее влажными месяцами. В некоторых частях страны и в течение нескольких месяцев года модели показывают увеличение количества осадков; это касается восточной зоны, где годовой прирост составит от 200-250 мм до 300-350 мм. В других случаях это может повысить риск оползней, лавин и наводнений, главным образом в высоких и низких районах Анд, а также в важных районах Прибрежного хребта и в южном бассейне озера Маракайбо.

- Изменение в типе климата. Например, бассейн реки Карони, классифицируемый как сверхвлажный климат, может достичь влажного климата в 2060 году. Доля сухого климата увеличится с 39% до 47%. Переход от субгумидного климата к сухим и полусухим видам климата имеет важное значение для сельскохозяйственных районов.

- В области здравоохранения прогнозируется расширение зоны, способствующей распространению или появлению переносчиков таких заболеваний, как лихорадка денге и малярия.

Глава 2. Формирование регион базы данных и оценка её качества

2.1 Выбор метеостанций и формирование базы данных многолетних рядов климатических характеристик

В работе рассматривается территория Боливарианской Республики Венесуэла и сопредельных государств в качестве изучаемой характеристики - среднемесячные значения температуры и количества осадков. Многолетние ряды климатических характеристик выбираются из архивов, которые доступны бесплатно на веб-сайте Погода и климат (www.pogodaiklimat.ru), а размещение выбранных 38 метеостанций показано на рис.2.1.



Рис. 2.1. – Расположение метеорологических станций в Венесуэле и прилегающих территориях

Информация о координатах и продолжительностях рядов наблюдений за температурой воздуха и осадками по каждой из 38 метеостанций приведена в табл.2.1.

Таблица 2.1.

Продолжительность рядов наблюдений за среднемесячной температурой воздуха и осадками в региональной БД

Код поста	Наименование	Широта, град	Долгота, град	Температура		Осадки	
				Период наблюдений	кол-во лет	Период наблюдений	кол-во лет
78970	Trinidad tobago	10.62	-61.34	1946 - 2023	78	1946 - 2023	78
78982	Aruba	12.5	-70.01	1951 - 2023	73	1961 - 2023	61
80035	Rio Hacha	11.53	-72.93	1973 - 2023	51	1964 - 2023	58
80138	Las Gaviotas	4.6	-70.9	1971 - 2004	34	1967 - 2004	38
80139	Puerto Carre?o	6.17	-67.5	1971 - 2023	53	1968 - 2023	54
80403	Coro	11.42	-69.68	1950 - 2018	69	1921 - 2018	98

80407	Maracaibo Aero	10.57	-71.73	1978 - 2017	40	1911 - 2021	108
80410	Barquisimeto	10.05	-69.36	1938 - 2023	86	1921 - 2022	102
80412	Valencia	10.15	-67.92	1991 - 2023	33	1992 - 2022	31
80413	Maracay	10.3	-67.7	1935 - 2022	88	1938 - 2022	82
80415	Caracas	10.6	-67	1951 - 2023	73	1951 - 2022	72
80416	Caracas La Carlota	10.5	-66.9	1964 - 2022	59	1964 - 2022	56
80419	Barcelona	10.12	-64.68	1938 - 2022	84	1921 - 2022	98
80421	Porlamar	10.92	-63.97	1975 - 2023	49	1977 - 2022	43
80423	Guiria	10.58	-63.31	1937 - 2017	81	1951 - 2017	67
80428	Guanare	9.03	-69.75	1974 - 2022	49	1952 - 2022	68
80431	San Juan	9.92	-67.38	1986 - 2022	37	1950 - 2022	70
80432	Calabozo	8.93	-67.41	1992 - 2013	22	1992 - 2017	26
80433	Valle de Pascua	9.22	-66.01	1992 - 2017	26	1970 - 2017	48
80435	Maturin	9.75	-63.18	1951 - 2018	68	1921 - 2023	99
80438	Merida	8.6	-71.18	1915 - 2018	104	1921 - 2017	97
80440	Barinas	8.62	-70.22	1991 - 2022	32	1992 - 2022	28
80444	Bolivar	8.15	-63.65	1917 - 2017	101	1921 - 2017	97
80447	San Antonio T.	7.85	-72.45	1940 - 2018	79	1919 - 2017	99
80448	Guasdalito	7.22	-70.75	1974 - 2023	50	1978 - 2022	43
80450	San Fernando A	7.9	-67.41	1938 - 2017	80	1921 - 2017	97
80453	Tumeremo	7.3	-61.5	1951 - 2015	65	1938 - 2017	80
80457	Puerto Ayacucho	5.6	-67.5	1958 - 2021	64	1958 - 2021	61
80458	Atabapo	4	-67.67	1972 - 2004	31	1968 - 2004	37
80462	Santa Elena	4.6	-61.1	1941 - 2016	76	1940 - 2017	78
81002	Aereo Cheddi	6.5	-58.25	1949 - 2023	75	1949 - 2023	75
81005	Camarang	5.87	-60.6	1973 - 2022	50	1971 - 2022	49
81100	Marabuma	8.2	-59.78	1973 - 2023	51	1966 - 1980	15
82024	Boa Vista	2.82	-60.65	1970 - 2019	50	1938 - 2004	67
82025	Lethem	3.37	-59.8	1973 - 2023	51	1984 - 1996	13
82103	Rio Isana	1.03	-67.53	1966 - 1978	13	1980 - 1996	17
82106	Sao Gabriel	-0.13	-67.06	1931 - 2020	90	1922 - 2018	97
82107	Santa Isabel	-0.41	-65.02	1966 - 1983	18	1946 - 1998	53

Согласно информации, представленной в табл.2.1, для большинства метеостанций период наблюдений охватывает вторую половину 20 века и начало 21 века. Вместе с тем продолжительность рядов разная и изменяется от 13 до 103 лет (метеостанция Мерида) для температур воздуха и от 13 лет до 108 лет для осадков. Поэтому есть необходимость привести непродолжительные ряды к многолетнему периоду.

2.2 Анализ качества данных и оценка климатических характеристик в стационарных условиях

Для проведения исследования были выбраны ряды наблюдений за характерные месяцы каждого сезона года, а именно: январь, апрель, июль, октябрь.

Прежде всего осуществлена оценка качества информации, включая оценку однородности эмпирических распределений на экстремумы и стационарности средних значений и дисперсий двух одинаковых частей временных рядов по статистическим критериям Диксона, Смирнова-Граббса, Стьюдента и Фишера. Оценка проведена для рядов продолжительностью более 25 лет для температур и осадков января, апреля, июля и октября на метеостанциях: Коро, Маракайбо, Баркисимето, Валенсия, Маракай, Каракас, Ла Карлота, Барселона, Порламар, Гуирия, Гуанаре, Сант Хуан, Калабозо, Валле Паскуа, Матурин, Мерида, Баринас, Боливар, Сант Антонио, Гуасдалито, Сант Фернандо, Тумеремо, Пуэрто Аякучо, Санта Елена, Чедди, Камаранг, Марабума, Летем, Река Исана, Сао Габриел, Санта Исабел, Триинидад Тобаго, Аруба, Река Ача, Пуэрто Карреньо, Боа Виста, Атабапо, Лас Гавиотас.

Пример нестационарного ряда наблюдений температур января на метеостанции Маракай приведен на рис.2.2, а оценка стационарности средних и дисперсий – в табл.2.2.

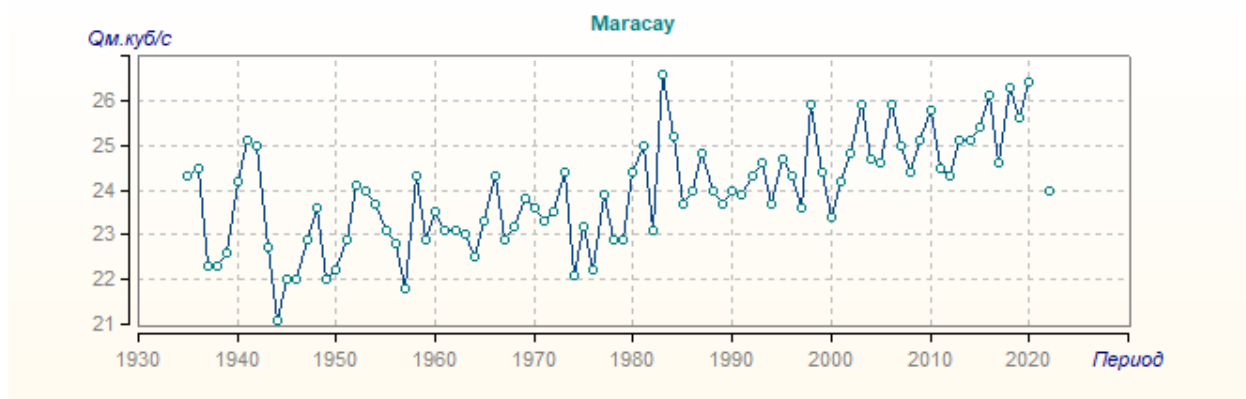


Рис. 2.2 – Ряд наблюдений среднемесячных температур январь на метеостанции Маракай

Таблица 2.2

Результаты оценки стационарности средних значений и дисперсий средних температур января для метеостанции Маракай

Критерий	Расчетное зн.	Критич.зн.	Уровень значимости расч.	Вывод
Критерий Фишера	1.0467	2.0265	11.0000	однороден
Критерий Стьюдента	7.3213	3.7076	0.9000	неоднороден

Анализ временного ряда показывает, что имеет место нестационарность средних значений по критерию Стьюдента. В данном случае ряд наблюдений разделялся на две равные части: 1935-1977 гг. и 1978-2022 гг.

Аналогичные расчеты по оценке однородности и стационарности проведены для всех рядов средних температур января, апреля, июля и октября на всех метеостанциях и результаты приведены в табл.2.3 - 2.6, где знаки «+» и «-» - принятие и отклонение гипотезы однородности (стационарности) при уровнях значимости $\alpha=5\%$ (принятие) и $\alpha=1\%$ (отклонение). Если уровень значимости, соответствующий расчетному значению статистики критерия (α_p) находился в интервале $\alpha=1 - 5\%$, то гипотеза или условно принималась или отклонялась, а рядом приводится α_p .

Таблица 2.3.

Результаты оценки однородности и стационарности среднемесячных температур января по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Годы экстремумов
78970	Trinidad tobago	(-) 2.77	+	+	2012,1988,2015
78982	Aruba	+	-	-	
80035	Rio Hacha	+	+	+	
80139	Puerto Carre?o	+	+	-	
80403	Coro	+	+	+	
80407	Maracaibo Aero	+	+	-	
80410	Barquisimeto	+	+	+	
80412	Valencia	+	+	+	
80413	Maracay	+	+	-	
80415	Caracas	+	-	-	

80416	Caracas La Carlota	+	+	-	
80419	Barcelona	+	-	-	
80421	Porlamar	+	+	+	
80423	Guiria	+	-	+	
80428	Guanare	+	+	-	
80431	San Juan	+	+	-	
80432	Calabozo	+	+	-	
80433	Valle de Pascua	+	+	+	
80435	Maturin	+	+	-	
80438	Merida	+	+	-	
80440	Barinas	+	+	+	
80444	Bolivar	+	+	+	
80447	San Antonio Tachira	+	+	-	
80448	Guasdalito	+	+	+	
80450	San Fernando A	+	+	+	
80453	Tumeremo	+	-	-	
80457	Puerto Ayacucho	(+) 4.92	+	+	2016,2020,2007
80462	Santa Elena	+	-	+	
81002	Aereo Cheddi	+	+	+	
81005	Camarang	(+) 4.36	+	-	2017,2003,2010
81100	Marabuma	+	+	—	
82024	Boa Vista	+	+	-	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	+	-	-	
82107	Santa Isabel	+	+	+	

Таблица 2.4.

Результаты оценки однородности и стационарности среднемесячных температур апреля по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	+	+	-	
78982	Aruba	+	+	-	
80035	Rio Hacha	+	+	-	
80139	Puerto Carre?o	+	-	+	
80403	Coro	(+) 3.1	+	-	2015,2017,1980
80407	Maracaibo Aero	+	+	-	
80410	Barquisimeto	+	+	+	
80412	Valencia	+	+	+	
80413	Maracay	+	+	-	
80415	Caracas	+	+	-	
80416	Caracas La Carlota	(+) 4.8	+	+	2009,1977,1998
80419	Barcelona	+	-	-	
80421	Porlamar	+	+	+	
80423	Guiria	+	+	+	
80428	Guanare	+	+	+	

80431	San Juan	+	+	+	
80432	Calabozo	+	+	+	
80433	Valle de Pascua	+	+	+	
80435	Maturin	(+)4.7	-	+	2010,2017,2007
80438	Merida	+	+	-	
80440	Barinas	+	+	+	
80444	Bolivar	+	+	-	
80447	San Antonio Tachira	+	+	-	
80448	Guasdalito	+	+	+	
80450	San Fernando A	+	+	+	
80453	Tumeremo	+	-	+	
80457	Puerto Ayacucho	+	+	+	
80462	Santa Elena	+	+	+	
81002	Aereo Cheddi	+	+	-	
81005	Camarang	+	+	+	
81100	Marabuma	+	+	+	
82024	Boa Vista	+	+	+	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	+	+	+	
82107	Santa Isabel	+	-	+	

Таблица 2.5.

Результаты оценки однородности и стационарности среднемесячных температур июля по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	+	+	+	
78982	Aruba	+	+	-	
80035	Rio Hacha	+	+	-	
80139	Puerto Carreo	+	+	-	
80403	Coro	(+)4.9	-	-	2015,2017,2005
80407	Maracaibo Aero	+	+	-	
80410	Barquisimeto	+	-	-	
80412	Valencia	+	+	-	
80413	Maracay	+	+	-	
80415	Caracas	+	-	-	
80416	Caracas La Carlota	+	+	-	
80419	Barcelona	+	+	-	
80421	Porlamar	+	+	-	
80423	Guiria	+	+	+	
80428	Guanare	+	+	-	
80431	San Juan	+	+	-	
80432	Calabozo	+	+	-	
80433	Valle de Pascua	+	-	-	
80435	Maturin	+	-	+	
80438	Merida	+	+	-	

80440	Barinas	+	+	+	
80444	Bolivar	+	-	+	
80447	San Antonio Tachira	+	-	+	
80448	Guasdalito	+	+	-	
80450	San Fernando A	+	-	+	
80453	Tumeremo	+	-	+	
80457	Puerto Ayacucho	-	-	+	2015,2020,2014
80462	Santa Elena	-	-	+	2002,2000,1977
81002	Aereo Cheddi	+	-	-	
81005	Camarang	+	+	+	
81100	Marabuma	+	-	+	
82024	Boa Vista	+	-	-	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	+	-	-	
82107	Santa Isabel	+	-	+	

Таблица 2.6.

Результаты оценки однородности и стационарности среднемесячных температур октября по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	+	+	-	
78982	Aruba	+	+	-	
80035	Rio Hacha	+	+	-	
80139	Puerto Carreo	+	+	-	
80403	Coro	+	+	+	
80407	Maracaibo Aero	+	+	+	
80410	Barquisimeto	+	-	+	
80412	Valencia	+	-	+	
80413	Maracay	+	+	-	
80415	Caracas	+	+	-	
80416	Caracas La Carlota	+	+	-	
80419	Barcelona	+	-	-	
80421	Porlamar	+	-	-	
80423	Guiria	+	-	-	
80428	Guanare	+	+	-	
80431	San Juan	+	+	-	
80432	Calabozo	+	+	+	
80433	Valle de Pascua	+	+	+	
80435	Maturin	+	+	-	
80438	Merida	+	+	-	
80440	Barinas	+	+	+	
80444	Bolivar	+	-	+	
80447	San Antonio Tachira	+	-	+	

80448	Guasdalito	+	-	+	
80450	San Fernando A	+	-	+	
80453	Tumeremo	+	-	+	
80457	Puerto Ayacucho	+	-	+	
80462	Santa Elena	+	-	+	
81002	Aereo Cheddi	+	+	-	
81005	Camarang	+	-	+	
81100	Marabuma	+	-	+	
82024	Boa Vista	+	-	+	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	-	-	-	2003,2001,2010
82107	Santa Isabel	+	+	+	

Из результатов таблиц следует, что число неоднородных экстремумов составляет всего 1 для температур января и 2 для температур июля и они отсутствуют в рядах температур апреля и октября. Наибольшее число нестационарных дисперсий 16 (или 44% от всех рядов) установлено в рядах температур июля и октября, а намного меньше (5 и 6 случаев) в рядах температур апреля и января. Самыми нестационарными по средним значениям оказались ряды температур июля (21 ряд или 58% от всех рядов), затем января (18 рядов или 50% от общего числа случаев), октября (16 рядов) и менее всего – температур апреля (12 случаев или 33% от всех случаев).

Аналогичным образом был выполнен анализ однородности и стационарности для многолетних рядов осадков и результаты приведены в табл.2.7 – 2.10 соответственно для осадков января, апреля, июля и октября. В табл. знаком «+» представлен вывод о принятии гипотезы однородности и стационарности, а знаком «-» - об отклонении.

Если расчетное значение статистики критерия близко к критическому, но превышает его, то в таблице также приводится уровень значимости, соответствующий расчетному значению критерия. В этом случае вывод о принятии или отклонении гипотезы однородности и стационарности является сомнительным и заключается в скобки. Знак «(+)» ставится, если уровень значимости, соответствующий расчетному значению статистики критерия, меньше 5%, но больше или равен 3%. Знак «(-)», если этот уровень значимости

менее 3%, но больше 1%. Знак «+» ставится, если уровень значимости, соответствующий расчетному значению статистики критерия, равен или более 5%, а «-», если он равен или менее 1%, т.е. в этих случаях нулевая гипотеза или достаточно надежно принимается или также надежно отклоняется.

Таблица 2.7.

Результаты оценки однородности и стационарности сумм осадков января по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	+	-	+	
78982	Aruba	+	-	+	
80035	Rio Hacha	(+)4.02	-	+	1970,1981,1965
80139	Puerto Carreno	+	-	+	
80403	Coro	+	+	+	
80407	Maracaibo Aero	+	-	+	
80410	Barquisimeto	(+) 4.47	+	+	1956,1972,2000
80412	Valencia	(+) 3.97	-	+	2005,2015,1995
80413	Maracay	+	+	+	
80415	Caracas	+	-	+	
80416	Caracas La Carlota	+	+	+	
80419	Barcelona	(+) 3.68	-	+	1987,1929,1922
80421	Porlamar	(+) 4.35	-	+	2002,2000,2005
80423	Guiria	+	+	+	
80428	Guanare	+	-	+	
80431	San Juan	+	-	+	
80432	Calabozo	+	-	+	
80433	Valle de Pascua	+	-	-	
80435	Maturin	+	+	+	
80438	Merida	+	-	+	
80440	Barinas	(-) 2.23	-	+	2006,2009,2008
80444	Bolivar	+	+	+	
80447	San Antonio Tachira	+	+	+	
80448	Guasdalito	+	+	+	
80450	San Fernando A	+	+	+	
80453	Tumeremo	+	+	+	
80457	Puerto Ayacucho	+	+	+	
80462	Santa Elena	+	-	+	
81002	Aereo Cheddi	+	-	+	
81005	Camarang	+	+	+	
81100	Marabuma	+	+	+	
82024	Boa Vista	+	-	+	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	+	+	+	
82107	Santa Isabel	+	+	+	

Таблица 2.8.

Результаты оценки однородности и стационарности сумм осадков апреля
по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на
метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	+	-	+	
78982	Aruba	(+) 4.0	-	+	1981,1979,1974
80035	Rio Hacha	+	-	+	
80139	Puerto Carreno	+	+	+	
80403	Coro	+	+	+	
80407	Maracaibo Aero	+	-	+	
80410	Barquisimeto	+	-	+	
80412	Valencia	+	+	+	
80413	Maracay	+	-	-	
80415	Caracas	+	-	+	
80416	Caracas La Carlota	+	+	+	
80419	Barcelona	(+) 4.2	-	+	1990,1981,2005
80421	Porlamar	+	-	+	
80423	Guiria	+	+	+	
80428	Guanare	+	+	+	
80431	San Juan	+	-	-	
80432	Calabozo	+	+	+	
80433	Valle de Pascua	+	+	+	
80435	Maturin	+	-	+	
80438	Merida	+	-	+	
80440	Barinas	(+) 4.3	+	+	2012,2011,2005
80444	Bolivar	-	-	+	1978,1946,1981
80447	San Antonio T	+	+	+	
80448	Guasdalito	+	+	+	
80450	San Fernando A	+	-	+	
80453	Tumeremo	+	+	+	
80457	Puerto Ayacucho	+	-	+	
80462	Santa Elena	+	+	+	
81002	Aereo Cheddi	+	+	+	
81005	Camarang	+	-	+	
81100	Marabuma	+	+	+	
82024	Boa Vista	+	+	+	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	(+) 3.8	-	+	1967,1968,2015
82107	Santa Isabel	+	+	+	

Таблица 2.9.

Результаты оценки однородности и стационарности сумм осадков июля по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на метеостанциях Венесуэлы

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	(+) 3.88	+	+	2023,1995,1955
78982	Aruba	+	+	+	
80035	Rio Hacha	+	-	+	
80139	Puerto Carreno	+	+	+	
80403	Coro	+	+	+	
80407	Maracaibo Aero	+	-	-	
80410	Barquisimeto	(-) 2.57	-	+	1996,1968,1997
80412	Valencia	+	+	+	
80413	Maracay	+	-	+	
80415	Caracas	+	+	+	
80416	Caracas La Carlota	+	+	+	
80419	Barcelona	+	+	+	
80421	Porlamar	+	+	+	
80423	Guiria	+	+	+	
80428	Guanare	+	+	+	
80431	San Juan	+	-	+	
80432	Calabozo	+	-	+	
80433	Valle de Pascua	+	+	+	
80435	Maturin	(+) 3.90	-	+	1944,2005,1935
80438	Merida	+	+	+	
80440	Barinas	+	+	+	
80444	Bolivar	+	+	+	
80447	San Antonio T	+	-	-	
80448	Guasdalito	+	+	+	
80450	San Fernando A	+	+	+	
80453	Tumeremo	+	+	+	
80457	Puerto Ayacucho	+	+	+	
80462	Santa Elena	+	-	+	
81002	Aereo Cheddi	+	+	+	
81005	Camarang	+			
81100	Marabuma	+	+	+	
82024	Boa Vista	+	+	-	
82025	Lethem	+	+	-	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	+	-	+	
82107	Santa Isabel	+	+	+	

Таблица 2.10.

*Результаты оценки однородности и стационарности сумм осадков октября
по критериям Диксона (Д), Фишера (Ф) и Стьюдента (Ст) на
метеостанциях Венесуэлы*

Код	Наименование	Д	Ф	Ст	Год
78970	Trinidad tobago	+	+	+	
78982	Aruba	+	+	+	
80035	Rio Hacha	+	-	-	
80139	Puerto Carreno	+	+	+	
80403	Coro	+	+	+	
80407	Maracaibo Aero	+	-	+	
80410	Barquisimeto	+	-	+	
80412	Valencia	+	+	+	
80413	Maracay	+	-	+	
80415	Caracas	+	-	+	
80416	Caracas La Carlota	+	+	+	
80419	Barcelona	+	+	+	
80421	Porlamar	+	+	+	
80423	Guiria	+	-	+	
80428	Guanare	+	+	+	
80431	San Juan	+	+	+	
80432	Calabozo	+	-	+	
80433	Valle de Pascua	+	+	+	
80435	Maturin	+	+	+	
80438	Merida	+	+	+	
80440	Barinas	+	+	+	
80444	Bolivar	(+) 4.7	+	+	1954,1988,1986
80447	San Antonio T	(+) 4.9	-	+	1977,1954,1994
80448	Guasdalito	+	+	+	
80450	San Fernando A	(+) 4.8	-	+	1924,2010,1999
80453	Tumeremo	+	+	+	
80457	Puerto Ayacucho	+	-	+	
80462	Santa Elena	+	+	+	
81002	Aereo Cheddi	+	+	+	
81005	Camarang	+	+	+	
81100	Marabuma	+	+	+	
82024	Boa Vista	+	-	+	
82025	Lethem	+	+	+	
82103	Rio Isana	+	+	+	
82106	Sao Gabriel	+	+	+	
82107	Santa Isabel	(+) 4.6	+	+	

Из результатов таблиц следует, что неоднородные экстремумы в рядах осадков практически отсутствуют (не больше 1 случая в каждый месяц). Больше всего выявлено нестационарных дисперсий от 10 и 11 случаев в июле и октябре до 17 и 18 случаев в апреле и январе. Установленное достаточно

большое число рядов с нестационарными дисперсиями видимо связано как с большой естественной изменчивостью осадков, особенно летом и осенью, так и с непродолжительными рядами и наличием пропусков наблюдений. Вместе с тем средние значения многолетних рядов осадков практически стационарны и число нестационарных рядов составляет всего 1 в каждый месяц за исключением июля, где имеет место 4 случая нестационарности.

Примеры нестационарных рядов температур по средним и дисперсиям приведены на рис. 2.3 – 2.4, а осадков на рис.2.5 – 2.6.

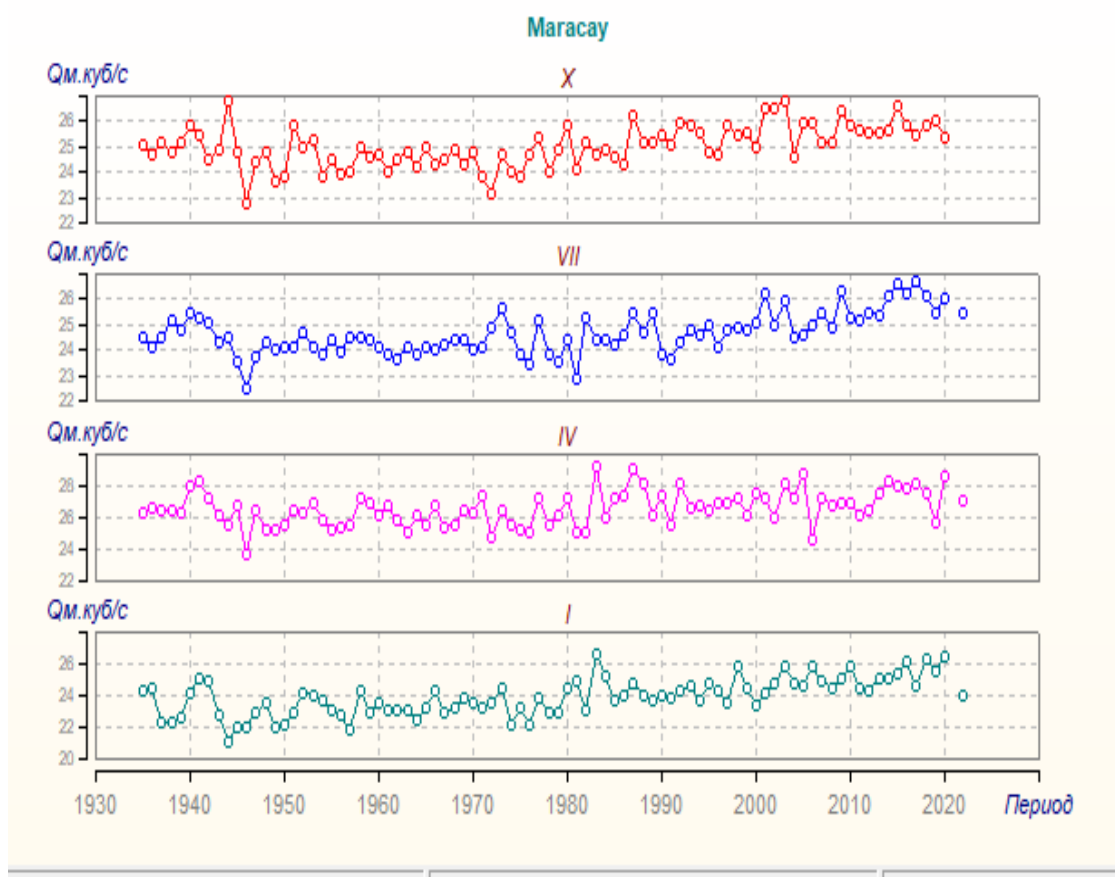


Рис. 2.3. – Примеры нестационарных рядов средних температур января, апреля, июля и октября на метеостанции Маракай

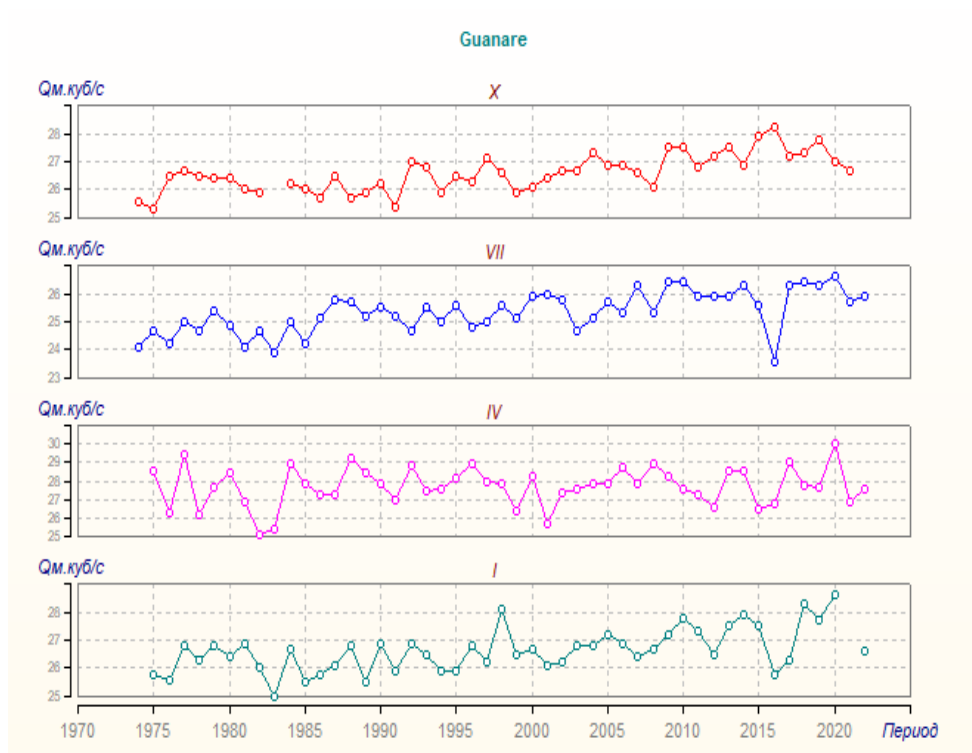


Рис. 2.4. – Примеры нестационарных рядов средних температур января, апреля, июля и октября на метеостанции Гуанаре.



Рис. 2.5. – Примеры нестационарных рядов сумм осадков января, апреля, июля и октября на метеостанции Гуанаре

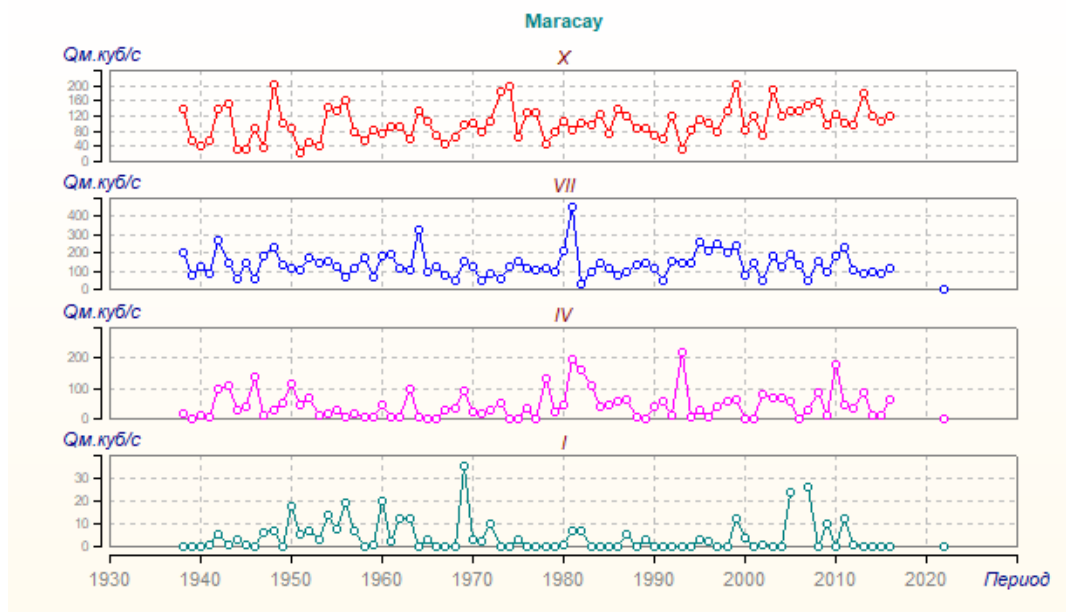


Рис. 2.6. – Пример нестационарных рядов сумм осадков января, апреля, июля и октября на метеостанции Маракай

2.3 Восстановление пропусков и приведение рядов к многолетнему периоду с оценкой эффективности приведения и качества восстановленных данных

После проверки однородности и стационарности было осуществлено восстановление пропусков наблюдений и приведение непродолжительных рядов к многолетнему периоду по методике связи с рассматриваемых рядов с более продолжительными рядами в пункта-аналогах в соответствии с методикой [5, 7, 8]. В соответствии с методикой минимальный совместный период наблюдений задан 10 лет, минимальное допустимое значение коэффициента корреляции 0.7 для осадков и 0,85 для температуры, среднее отношение коэффициента уравнения регрессии к его среднеквадратической ошибке 2.0, что соответствует 95%-ному доверительному интервалу.

Полученная таблица имеет следующие поля:

- «Код» - пятизначный код пункта наблюдений по классификации ГВК;

- «Наименование» - название реки и пункта наблюдений;
- «Кол-во факт.» - количество фактических лет наблюдений;
- «Кол-во восст.» - количество восстановленных лет;
- «Эффект.восст.‰» - показатель эффективности восстановления $\Delta n'(\%)$;
- «Средн.погр.восст.» - средняя из всех стандартных погрешностей восстановления (в размерности рассматриваемой характеристики) $\sigma_{\text{ср}}$;
- «Стд.откл.исх.» - среднее квадратическое (стандартное) отклонение исходного ряда наблюдений (σY);
- «Стд.откл.восст.» - среднее квадратическое (стандартное) отклонение восстановленных значений;
- «Критерий Фишера» - расчетное значение статистики критерия Фишера, как правило, если расчетная статистика меньше 2, то восстановленные данные можно считать однородными по дисперсиям исходным данным (вывод будет надежным в том случае, если объемы исходной и восстановленной подвыборок достаточны и значительно не отличаются);
- «Средн.исх.ряда» - среднее значение исходного ряда наблюдений;
- «Средн.восст.ряда» - среднее значение восстановленных значений;
- «Критерий Стьюдента» - расчетное значение статистики критерия Стьюдента, как правило, если расчетная статистика меньше 2, то восстановленные данные можно считать однородными по средним величинам исходным данным (вывод будет надежным в том случае, если объемы исходной и восстановленной подвыборок достаточны и значительно не отличаются).

Результаты приведения к многолетнему периоду температур воздуха приведены в табл.2.11 – 2.14, в которых приводится количество лет до восстановления (кол-во факт.) и восстановленных (кол-во восст.).

Таблица 2.11.

*Результаты приведения к многолетнему периоду рядов температур
воздуха января*

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. в осст. %	σ_{ε}	σ_Y	Стд. откл. в осст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стьюдента
80035	Rio Hacha	50	6	12.0	0.5	0.7	1.0	1.9	26.7	26.2	1.4
80138	Las Gaviotas	34	21	61.8	0.3	0.8	1.4	2.7	27.2	27.0	0.7
80139	Puerto Carreno	52	39	75.0	0.4	0.9	0.5	3.8	29.3	28.8	3.1
80403	Coro	68	4	5.9	0.3	0.9	0.8	1.1	26.6	27.6	-2.2
80407	Maracaibo	39	13	33.3	0.3	0.7	0.9	1.5	27.7	27.1	2.4
80412	Valencia	30	58	193.3	0.4	1.1	1.3	1.3	25.7	23.2	8.9
80413	Maracay	87	1	1.1	0.3	1.2	-	-	23.9	-	-
80416	La Carlota	56	1	1.8	0.7	1.3	-	-	20.9	-	-
80419	Barcelona	82	2	2.4	0.4	1.1	0.4	6.1	25.8	27.4	-2.0
80431	San Juan	35	49	140.0	0.5	1.3	1.5	1.5	24.1	22.2	5.7
80432	Calabozo	21	67	319.0	0.2	0.6	0.7	1.4	28.2	27.9	1.4
80433	Valle de P	25	81	324.0	0.2	0.6	0.7	1.5	26.4	26.0	3.0
80438	Merida	103	4	3.9	0.4	0.9	1.5	3.1	18.2	19.1	-2.0
80440	Barinas	30	20	66.7	0.4	0.8	1.6	4.2	27.7	27.0	2.0
80450	San Fernando	80	1	1.3	0.4	0.8	-	-	26.8	-	-
80453	Tumeremo	65	7	10.8	0.4	0.9	1.7	3.7	24.0	25.5	-3.8
80458	Atabapo	30	25	83.3	0.4	1.0	1.2	1.5	28.6	29.0	-1.3
80462	Santa Elena	76	6	7.9	0.3	1.1	1.3	1.5	21.5	23.3	-3.9
81005	Camarang	48	32	66.7	0.2	0.7	0.3	4.2	22.6	22.4	1.8
81100	Marabuma	50	22	44.0	0.2	0.6	0.3	3.5	25.0	24.8	1.7
82024	Boa Vista	35	13	37.1	0.3	0.8	0.7	1.1	27.9	27.6	1.2
82025	Lethem	26	56	215.4	0.2	0.6	0.8	1.4	28.0	27.4	3.6
82103	Rio Isana	12	74	616.7	0.2	0.7	1.3	3.3	26.0	26.0	0.1
82106	Sao Gabriel	78	6	7.7	0.3	0.8	0.8	1.1	25.8	26.9	-3.2
82107	Santa Isabel	17	90	529.4	0.3	0.9	1.2	1.8	26.2	26.4	-0.6

Как следует из таблицы 2.11 из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 25 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 1 до 90 лет, тогда как исходных была от 12 до 103 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 0,2°C до 0,7°C. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2-3 раза больше (от 0,6°C до 1,3°C). Также СКО и средние значения исходных данных и восстановленных существенно не отличаются.

Таблица 2.12.

*Результаты приведения к многолетнему периоду рядов температур
воздуха апреля*

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. экт. в осст. %	Сред. н. погр. восст.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стюдента
78982	Aruba	72	1	1.4	0.4	0.7	-	-	27.7	-	-
80035	Rio Hacha	50	6	12.0	0.3	0.6	1.9	8.6	27.8	26.7	2.9
80138	Gaviotas	32	18	56.3	0.4	0.7	1.0	1.8	26.5	26.2	1.0
80139	Puerto Carreno	51	5	9.8	0.5	1.0	1.2	1.5	29.4	28.8	1.3
80403	Coro	69	1	1.4	0.4	0.9	-	-	27.9	-	-
80412	Valencia	31	21	67.7	0.3	1.1	1.1	1.1	26.8	24.5	7.3
80419	Barcelona	82	2	2.4	0.4	1.0	0.3	12.2	27.7	27.8	-0.2
80421	Porlamar	48	5	10.4	0.3	0.7	0.7	1.1	27.5	26.5	3.2
80423	Guiria	81	4	4.9	0.3	0.6	0.5	1.4	27.4	27.1	0.8
80428	Guanare	48	3	6.3	0.4	1.0	1.3	1.6	27.7	27.6	0.1
80432	Calabozo	20	30	150.0	0.2	0.7	0.9	2.1	29.6	29.3	1.3
80433	Valle de P	25	61	244.0	0.3	0.7	1.2	2.7	28.5	27.7	3.1
80435	Maturin	68	2	2.9	0.5	1.0	0.1	167.1	27.0	27.2	-0.3
80438	Merida	103	5	4.9	0.3	0.8	0.5	2.1	19.5	20.0	-1.2
80440	Barinas	31	16	51.6	0.4	0.9	1.6	3.4	28.1	28.6	-1.1
80447	San Antonio T	79	5	6.3	0.6	1.5	1.0	2.2	25.8	26.5	-1.1
80448	Guasdalito	49	1	2.0	0.4	0.8	-	-	26.9	-	-

80450	San Fernando A	80	3	3.8	0.4	0.9	1.2	1.7	28.9	29.9	-1.7
80453	Tumeremo	65	8	12.3	0.4	1.1	0.7	2.2	25.6	25.8	-0.4
80457	Puerto Ayacucho	61	1	1.6	0.2	0.9	-	-	27.5	-	-
80458	Atabapo	28	64	228.6	0.4	0.9	1.8	4.0	28.3	27.8	1.6
80462	Santa Elena	76	7	9.2	0.3	0.8	1.4	2.7	22.2	23.6	-4.1
81005	Camarang	49	24	49.0	0.2	0.7	0.5	2.2	23.7	23.3	2.2
81100	Marabuma	51	22	43.1	0.3	0.7	0.7	1.1	25.8	25.4	2.6
82024	Boa Vista	35	14	40.0	0.5	1.1	0.9	1.5	28.3	28.7	-1.2
82025	Lethem	25	26	104.0	0.2	0.7	0.6	1.3	28.1	27.9	0.9
82103	Rio Isana	12	57	475.0	0.1	0.2	0.5	4.9	25.6	25.5	0.2
82106	Sao Gabriel	81	6	7.4	0.2	0.6	0.2	9.0	25.7	26.4	-2.4
82107	Santa Isabel	17	72	423.5	0.2	0.6	0.8	1.6	25.7	26.0	-1.5

Как следует из таблицы из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 29 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 1 до 64 лет, тогда как исходных была от 12 до 103 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 0,2°C до 0,6°C. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2-3 раза больше (от 0,6°C до 1,1°C).

Таблица 2.13.

Результаты приведения к многолетнему периоду рядов температур воздуха июля

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. экт. в осст. %	Сред. н. погр. восст.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стюдента
80035	Rio Hacha	49	7	14.3	0.3	0.8	1.0	1.8	29.7	29.4	0.8
80138	Las Gaviotas	34	18	52.9	0.1	0.4	1.1	8.3	24.4	24.9	-2.2
80403	Coro	68	3	4.4	0.4	0.8	0.6	1.8	28.7	29.6	-1.9

80407	Maracaibo	39	12	30.8	0.3	0.7	0.8	1.5	29.4	29.3	0.3
80412	Valencia	32	54	168.8	0.5	1.3	1.0	1.5	25.0	23.4	6.4
80428	Guanare	49	7	14.3	0.2	0.7	0.6	1.6	25.3	24.3	3.6
80431	San Juan	36	1	2.8	0.4	0.8	-	-	24.5	-	-
80432	Calabozo	22	28	127.3	0.3	0.8	2.0	5.7	26.5	26.3	0.4
80433	Valle de P	25	27	108.0	0.1	0.6	0.8	1.4	25.9	25.4	2.3
80438	Merida	104	4	3.8	0.3	0.7	0.4	3.5	19.4	20.6	-3.2
80440	Barinas	31	16	51.6	0.1	0.6	0.4	2.5	25.8	24.5	7.8
80448	Guasdalito	47	4	8.5	0.2	0.6	0.8	1.8	25.2	25.1	0.4
80450	San Fernando A	80	6	7.5	0.4	0.9	0.5	3.1	25.9	27.3	-3.8
80453	Tumeremo	65	8	12.3	0.3	1.0	1.3	1.9	24.6	27.4	-7.3
80458	Atabapo	26	60	230.8	0.3	0.8	1.3	2.7	26.6	26.5	0.5
80462	Santa Elena	76	5	6.6	0.6	0.9	2.0	5.2	20.8	18.8	4.6
81005	Camarang	49	22	44.9	0.2	0.5	0.2	4.4	22.8	22.7	1.2
81100	Marabuma	51	22	43.1	0.2	0.7	0.3	7.0	24.8	24.3	3.2
82024	Boa Vista	35	17	48.6	0.3	0.7	1.3	3.2	26.6	26.3	0.7
82025	Lethem	26	26	100.0	0.2	0.6	0.6	1.1	26.7	25.8	5.3
82103	Rio Isana	12	49	408.3	0.3	0.6	1.9	11.7	24.8	23.9	1.6
82106	Sao Gabriel	81	6	7.4	0.3	0.8	1.3	3.1	24.7	25.3	-1.8
82107	Santa Isabel	17	55	323.5	0.3	0.8	1.9	6.6	24.9	25.8	-1.8

Как следует из таблицы 2.13, из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 23 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 1 до 60 лет, тогда как исходных была от 12 до 104 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 0,1°C до 0,6°C. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2-3 раза больше (от 0,5°C до 1,3°C).

Таблица 2.14.

*Результаты приведения к многолетнему периоду рядов температур
воздуха октября*

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. экт. в осст. %	Сред. н. погр. восст.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стьюдента
80035	Rio Hacha	48	7	14.6	0.4	0.8	0.5	2.7	27.5	26.9	2.1
80138	Las Gaviotas	34	20	58.8	0.2	0.5	1.3	7.5	25.8	26.2	-1.7
80407	Maracaibo	40	10	25.0	0.4	1.0	1.2	1.5	28.3	27.8	1.3
80412	Valencia	30	21	70.0	0.3	1.0	1.0	1.1	25.1	24.0	3.9
80428	Guanare	47	37	78.7	0.3	0.7	0.5	1.7	26.6	26.0	4.6
80432	Calabozo	22	37	168.2	0.2	0.6	0.8	2.0	27.4	26.6	4.3
80433	Valle de P	26	25	96.2	0.2	0.6	0.8	1.6	26.6	25.8	3.5
80438	Merida	104	4	3.8	0.2	0.7	0.4	3.5	19.3	20.1	-2.2
80440	Barinas	29	16	55.2	0.3	0.5	0.8	2.3	26.7	26.6	0.3
80448	Guasdalito	39	10	25.6	0.2	0.4	0.4	1.0	26.1	26.0	0.4
80450	San Fernando	79	5	6.3	0.3	0.6	0.6	1.4	27.4	27.9	-1.9
80453	Tumeremo	64	8	12.5	0.4	0.9	2.7	8.4	25.8	27.2	-2.8
80458	Atabapo	27	25	92.6	0.2	0.7	0.7	1.0	28.1	28.2	-0.3
80462	Santa Elena	76	6	7.9	0.3	1.0	0.4	4.8	21.9	22.9	-2.6
81005	Camarang	48	24	50.0	0.2	0.9	0.5	3.7	23.9	23.7	1.4
81100	Marabuma	50	22	44.0	0.2	0.8	0.5	2.9	24.8	24.6	1.0
82024	Boa Vista	33	19	57.6	0.4	1.1	1.4	1.8	28.8	29.2	-1.1
82025	Lethem	23	59	256.5	0.2	0.7	1.1	2.3	29.1	28.0	4.6
82106	Sao Gabriel	78	2	2.6	0.4	0.7	0.9	1.8	26.1	26.3	-0.5
82107	Santa Isabel	17	57	335.3	0.2	0.5	0.7	2.3	26.5	26.8	-1.8

Как следует из таблицы 2.14, из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 20 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 4 до 59 лет, тогда как

исходных была от 17 до 104 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 0,2°C до 0,4°C. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2-3 раза больше (от 0,4°C до 1,1°C).

Результаты приведения непродолжительных рядов осадков к многолетнему периоду приведены в табл.2.15 – 2.18.

Таблица 2.15.

*Результаты приведения к многолетнему периоду рядов сумм осадков
января*

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. экт. в осст. %	Сред. н. погр. восст.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стьюдента
78970	Trinidad tobago	73	2	3	27	58	29	4	80	55	1
78982	Aruba	33	37	112	16	26	93	13	41	79	-2
80035	Rio Hacha	24	54	225	12	23	48	4	10	34	-2
80139	Puerto Carre?o	53	23	43	14	21	24	1	12	21	-2
80403	Coro	96	4	4	25	34	36	1	21	25	0
80407	Maracaibo Aero	100	7	7	2	8	3	10	3	4	0
80412	Valencia	23	64	278	10	18	79	19	7	41	-2
80413	Maracay	79	1	1	3	7			4		
80415	Caracas	63	34	54	29	53	31	3	35	26	1
80416	Caracas La Carlota	49	48	98	12	23	22	1	18	18	0
80419	Barcelona	87	5	6	7	23	5	25	10	5	0
80421	Porlamar	29	43	148	36	54	650	144	50	424	-3
80423	Guiria	61	39	64	18	28	20	2	36	28	2
80428	Guanare	56	10	18	6	20	16	1	14	13	0
80431	San Juan	60	7	12	5	13	57	18	7	27	-2
80432	Calabozo	21	75	357	1	3	4	1	1	2	-1
80433	Valle de Pascua	46	52	113	6	13	14	1	8	13	-2
80435	Maturin	94	5	5	21	46	30	2	59	37	1
80438	Merida	96	1	1	22	37			45		
80440	Barinas	25	82	328	12	30	41	2	14	26	-1
80444	Bolivar	91	6	7	8	26	76	8	25	39	-1
80447	San Antonio T	91	11	12	30	44	31	2	36	35	0
80448	Guasdalito	24	42	175	6	24	71	9	13	44	-2
80450	San Fernando A	92	4	4	0	2	1	3	1	1	-1
80453	Tumeremo	71	5	7	33	53	127	6	86	133	-2
80457	Puerto Ayacucho	54	7	13	20	35	27	2	26	38	-1
80462	Santa Elena	68	13	19	33	70	41	3	76	56	1

81002	Aereo Cheddi	56	23	41	61	148	149	1	220	247	-1
81005	Camarang	11	83	755	17	44	127	8	52	125	-2
81100	Marabuma	15	92	613	36	131	93	2	178	142	1
82024	Boa Vista	58	18	31	13	33	22	2	24	28	0
82025	Lethem	12	77	642	12	25	156	40	19	137	-3
82103	Rio Isana	15	78	520	45	88	86	1	220	224	0
82106	Sao Gabriel	88	8	9	79	109	142	2	277	227	1
82107	Santa Isabel	43	35	81	44	98	206	4	206	248	-1

Как следует из таблицы, из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 35 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 1 до 92 лет, тогда как исходных была от 11 до 100 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 0 мм. до 79 мм. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2 раза больше (от 2 мм. до 148 мм.).

Таблица 2.16.

*Результаты приведения к многолетнему периоду рядов сумм осадков
апреля*

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. экт. в осст. %	Сред. н. погр. восст.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стюдента
78982	Aruba	32	62	194	11	20	17	1	13	18	-1
80035	Rio Hacha	26	35	135	12	38	41	1	30	52	-2
80139	Puerto Carreño	52	31	60	45	85	99	1	145	138	0
80407	Maracaibo Aero	100	7	7	18	42	46	1	30	58	-2
80412	Valencia	24	43	179	33	60	53	1	74	58	1
80413	Maracay	80	13	16	26	48	16	9	45	24	2
80415	Caracas	65	22	34	26	39	46	1	24	46	-2
80416	Caracas La Carlota	49	9	18	30	58	42	2	54	45	0
80419	Barcelona	86	8	9	8	13	11	1	8	7	0
80421	Porlamar	31	33	106	5	8	7	1	5	8	-2
80423	Guiría	64	35	55	16	26	36	2	23	31	-1
80428	Guanare	58	11	19	42	76	137	3	95	164	-2
80431	San Juan	61	23	38	34	66	57	1	76	82	0
80432	Calabozo	21	76	362	18	72	54	2	75	57	1
80433	Valle de Pascua	46	53	115	17	37	25	2	30	28	0
80435	Maturín	96	2	2	22	42	4	129	44	3	1
80440	Barinas	26	43	165	55	96	78	2	134	119	1
80444	Bolívar	92	8	9	12	38	31	1	29	26	0

80447	San Antonio Tachira	90	5	6	32	61	34	3	78	52	1
80448	Guasdalito	26	28	108	30	76	84	1	132	144	-1
80450	San Fernando A	95	2	2	51	76	5	198	75	27	1
80457	Puerto Ayacucho	54	29	54	48	82	84	1	153	140	1
80462	Santa Elena	71	7	10	52	92	94	1	161	153	0
81002	Cheddi	55	27	49	76	133	161	1	171	265	-3
81005	Camarang	13	88	677	11	64	103	3	66	98	-1
81100	Marabuma	14	83	593	46	116	127	1	135	174	-1
82024	Boa Vista	56	21	38	60	106	316	9	144	232	-2
82025	Lethem	12	61	508	33	85	193	5	83	204	-2
82103	Rio Isana	16	79	494	29	81	63	2	315	363	-3
82106	Sao Gabriel	90	6	7	51	98	77	2	285	275	0
82107	Santa Isabel	43	12	28	55	111	107	1	281	272	0

Как следует из таблицы, из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 31 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 2 до 88 лет, тогда как исходных была от 12 до 100 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 5 мм. до 60 мм. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2 раза больше (от 8 мм. до 133 мм.).

Таблица 2.17.

Результаты приведения к многолетнему периоду рядов сумм осадков

июля

Код	Наименование	Количество факт.	Количество восстанов.	Эффект. в осст. %	Средн. погр. восстанов.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восстанов.	Критерий Фишера	Средн. исх. ряда	Средн. восстанов. ряда	Критерий Стьюдента
78970	Trinidad tobago	73	3	4	48	80	26	10	253	301	-1
78982	Aruba	34	59	174	17	40	32	2	39	33	1
80035	Rio Hacha	26	45	173	27	45	70	2	35	81	-3
80139	Puerto Carre?o	51	9	18	97	160	126	2	407	392	0
80403	Coro	95	4	4	18	30	80	7	33	77	-3
80410	Barquisimeto	96	2	2	24	42	118	8	72	110	-1
80412	Valencia	27	54	200	41	84	88	1	146	141	0
80413	Maracay	80	1	1	40	70			135		
80415	Caracas	65	2	3	123	123	177	2	81	390	-3
80416	La Carlota	54	14	26	42	57	51	1	110	106	0
80419	Barcelona	87	1	1	43	57			125		
80421	Porlamar	30	60	200	24	37	120	11	45	116	-3
80423	Guiria	63	4	6	31	60	130	5	116	100	0

80428	Guanare	59	1	2	28	130			233		
80431	San Juan	65	16	25	48	87	52	3	183	181	0
80432	Calabozo	24	42	175	84	181	244	2	272	320	-1
80433	Valle de Pas	47	7	15	31	64	56	1	166	224	-2
80435	Maturin	96	1	1	41	77			196		
80438	Merida	96	1	1	23	43			118		
80440	Barinas	26	50	192	39	87	52	3	179	201	-1
80444	Bolivar	91	4	4	37	82	50	3	180	224	-1
80447	San Antonio	90	3	3	21	100	113	1	81	69	0
80453	Tumeremo	74	1	1	31	66			158		
80457	Puerto Ayac	57	3	5	61	122	80	2	390	348	1
80462	Santa Elena	69	5	7	54	103	143	2	242	236	0
81002	Cheddi	54	14	26	40	97	73	2	281	280	0
81005	Camarang	11	70	636	6	31	29	1	81	100	-2
81100	Marabuma	15	56	373	39	95	127	2	352	374	-1
82025	Lethem	12	82	683	60	124	289	5	368	436	-1
82103	Rio Isana	16	63	394	29	59	89	2	338	306	1
82106	Sao Gabriel	92	1	1	50	95			239		
82107	Santa Isabel	44	13	30	30	81	89	1	219	180	1

Как следует из таблицы, из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 32 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 1 до 70 лет, тогда как исходных была от 11 до 96 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 6 мм. до 84 мм. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2-3 раза больше (от 30 мм. до 160 мм.).

Таблица 2.18.

*Результаты приведения к многолетнему периоду рядов сумм осадков
октября*

Код	Наименование	Кол-во факт.	Кол-во восст.	Эфф. экт. в осст. %	Сред. н. погр. восст.	Стд. откл. исх.	Стд. откл. восст.	Критерий Фишера	Сред. н. исх. ряда	Сред. н. восст. ряда	Критерий Стьюдента
78970	Trinidad tobago	73	1	1	48	80			184		
78982	Aruba	30	37	123	19	38	33	1	53	52	0
80035	Rio Hacha	25	37	148	85	117	158	2	228	277	-1
80139	Puerto Carreno	50	17	34	38	64	89	2	165	154	1
80403	Coro	95	2	2	33	57	0		68	14	1
80407	Maracaibo	100	6	6	40	78	53	2	124	146	-1
80412	Valencia	24	41	171	36	63	70	1	151	133	1
80413	Maracay	79	1	1	24	42			101		
80415	Caracas	61	7	11	37	74	122	3	66	118	-2
80416	La Carlota	50	17	34	40	75	98	2	128	157	-1
80419	Barcelona	88	2	2	18	35	16	5	61	101	-2
80421	Porlamar	31	37	119	24	43	28	2	45	38	1
80428	Guanare	59	7	12	35	73	49	2	154	137	1

80431	San Juan	65	3	5	42	62	101	3	133	162	-1
80432	Calabozo	23	67	291	88	137	188	2	145	219	-2
80433	Valle de Pascua	46	19	41	27	42	33	2	84	81	0
80435	Maturin	96	2	2	25	50	19	7	106	120	0
80438	Merida	97	1	1	55	85			258		
80440	Barinas	26	27	104	50	73	56	2	177	179	0
80444	Bolivar	93	2	2	27	56	85	2	92	160	-2
80447	San Antonio T	91	2	2	50	73	636		116	611	-6
80448	Guasdalito	28	18	64	47	67	146	5	166	180	0
80450	San Fernando A	96	1	1	51	82					
80453	Tumeremo	73	5	7	21	46	73	2	72	125	-2
80457	Puerto Aya	54	1	2	35	69					
80462	Santa Elena	71	10	14	33	60	76	2	114	129	-1
81002	Cheddi	54	21	39	41	74	63	1	137	152	-1
81005	Camarang	13	64	492	10	43	31	2	55	41	1
81100	Marabuma	15	84	560	37	86	104	1	196	209	0
82024	Boa Vista	55	25	45	30	44	54	2	58	65	-1
82025	Lethem	11	62	564	20	37	59	3	68	74	0
82103	Rio Isana	16	78	488	40	82	146	3	208	239	
82107	Santa Isabel	43	22	51	40	71	93	2	157	172	

Как следует из таблицы, из 38 рядов наблюдений при заданных условиях восстановление было осуществлено для 33 рядов. При этом продолжительность восстановленных рядов составила от 1 до 84 лет, тогда как исходных была от 11 до 100 лет. Стандартная погрешность восстановленных данных составила от 10 мм. до 88 мм. В то время как СКО исходных рядов наблюдений было в 2-3 раза больше (от 37 мм. до 137 мм.).

2.4. Расчет 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 и при определении параметров распределения методами моментов, приближенно наибольшего

правдоподобия, наименьших квадратов и подбором отношения C_s/C_v пользователем [9,10].

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 приведены в табл.2.19 – 2.20 для температур воздуха, а их пространственные распределения на рис.2.7 -2.10.

Таблица 2.19

Средние и расчетные температуры января и апреля повторяемостью 1 раз в 100 (1%) и 200 лет (0,5%)

Код	Название	январь			апрель		
		Среднее	1%	0.5%	Среднее	1%	0.5%
78970	Trinidad tobago	25.3	26.9	27	26.9	28.8	29.1
78982	Aruba	26.7	28.2	28.3	27.6	29.1	29.3
80035	Rio Hacha	26.6	28.3	28.4	27.7	29.9	30
80138	Las Gaviotas	27.2	29.7	29.9	26.4	29.3	29.7
80139	Puerto Carreño	29.1	31.2	31.5	29.3	31.7	31.9
80403	Coro	26.4	28.6	28.8	27.9	30	30.3
80407	Maracaibo Aero	27.5	29.2	29.3	28.9	30.9	31.1
80410	Barquisimeto	23.3	25.2	25.4	24.5	26.6	26.9
80412	Valencia	24.1	28.4	28.9	26.5	29.9	30.3
80413	Maracay	23.9	26.7	27.1	26.6	29.3	29.6
80415	Caracas	24.9	27.3	27.5	26.2	28.7	29
80416	La Carlota	20.5	23.9	24.3	23.5	28.2	28.9
80419	Barcelona	25.9	28.5	28.7	27.7	29.8	30
80421	Porlamar	26.1	27.9	28.1	27.5	29.1	29.3
80423	Guiria	25.6	27.5	27.7	27.3	28.9	29.1
80428	Guanare	26.7	28.7	29	27.7	30.2	30.4
80431	San Juan	22.9	27.1	27.6	26.9	29	29.2
80432	Calabozo	27.9	29.5	29.6	29.2	31.4	31.6
80433	Valle de Pascua	25.9	27.6	27.8	27.8	30.6	30.9
80435	Maturin	25.3	27.5	27.7	27	29.5	29.9
80438	Merida	18.2	20.6	20.9	17.6	21.1	21.2
80440	Barinas	27.7	29.6	29.8	28.2	30.6	30.9
80444	Bolivar	26.5	29	29.4	28.5	30.7	31
80447	San Antonio T	24.5	27.6	27.9	25.8	28.4	28.6
80448	Guasdalito	25.8	27.4	27.6	26.9	29.1	29.4
80450	San Fernando A	26.9	28.9	29.1	28.9	30.9	31.1
80453	Tumeremo	24.2	27.3	27.8	25.6	28.2	28.5
80457	Puerto Ayacuc	27.9	29.8	29.9	27.5	29.7	30
80458	Atabapo	28.8	31.4	31.7	27.9	32	32.5
80462	Santa Elena	21.7	24.5	24.8	22.3	24.6	24.8
81002	Aereo Cheddi	25.5	26.3	26.5	26	27.5	27.7

81005	Camarang	22.5	23.9	24.1	23.5	25.6	26
81100	Marabuma	24.9	26.4	26.6	25.7	27.3	27.4
82024	Boa Vista	27.6	29.5	29.6	28.1	30.5	30.6
82025	Lethem	27.6	29.3	29.4	28	29.9	30.1
82103	Rio Isana	26	28.8	29.1	25.5	26.6	26.7
82106	Sao Gabriel	25.9	28.3	28.7	25.8	27.3	27.5
82107	Santa Isabel	26.6	30	30.4	26	27.9	28.1

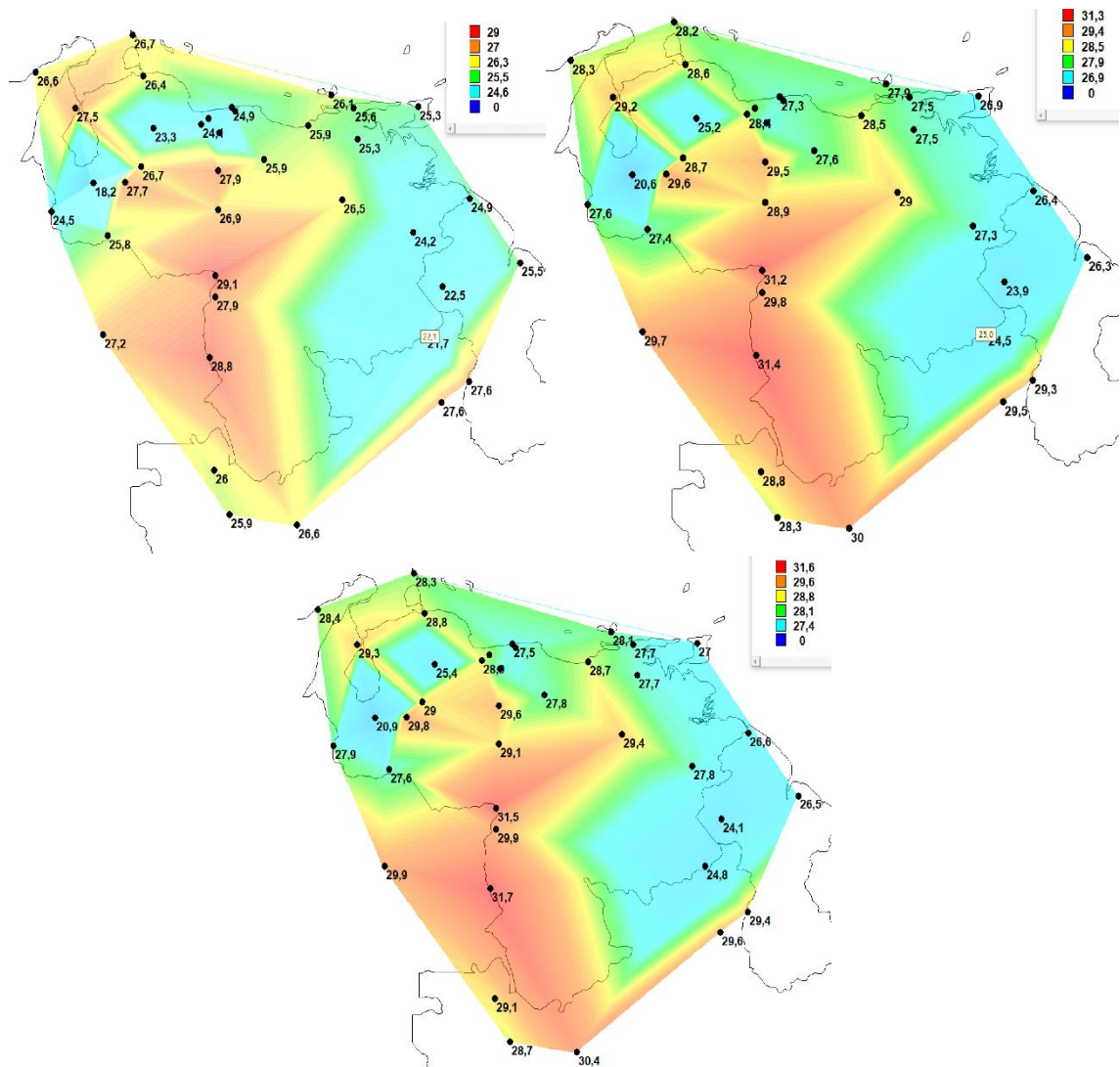


Рис.2.7. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) температур января для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.7 следует, что пространственные распределения температур января редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних температур с подъемами на юго-западе и спадами в Андах, центрально-западном, центральном и восточном регионах территории. При этом наибольшие температуры повторяемостью 1 раз в 100

лет составляют $31,2^{\circ}\text{C}$, а повторяемостью 1 раз в 200 лет $31,5^{\circ}\text{C}$, т.е. отличаются ненамного.

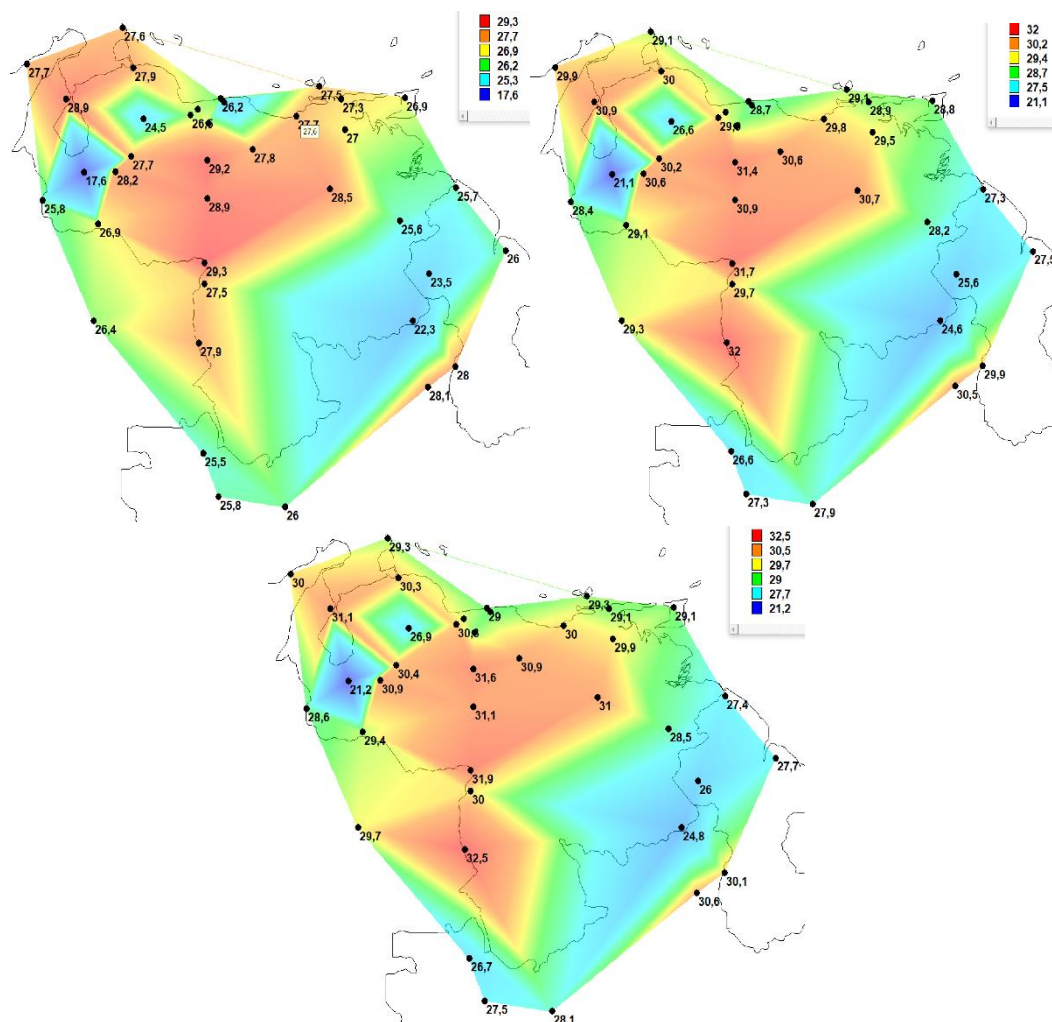


Рис.2.8. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) температур апреля для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.8 следует, что пространственные распределения температур апреля редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних температур с повышением температуры на юго-западе, в центре и на северо-западе и уменьшением в Андском, центрально-западном и юго-восточном регионах территории. При этом наибольшие температуры повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют $31,7^{\circ}\text{C}$,

а повторяемостью 1 раз в 200 лет 31,9°C, отличаются незначительно. а градиенты по пространству достигают 11,3°C.

Таблица 2.20

Средние и расчетные температуры января и апреля повторяемостью 1 раз в 100 (1%) и 200 лет (0,5%)

Код	Название	июль			октябрь		
		Среднее	1%	0.5%	Среднее	1%	0.5%
78970	Trinidad tobago	26.7	28.1	28.3	26.8	28.5	28.6
78982	Aruba	28.5	30.1	30.3	28.8	30.3	30.5
80035	Rio Hacha	29.6	31.3	31.4	27.4	29.2	29.4
80138	Las Gaviotas	24.6	27.2	27.7	25.9	28.7	29.2
80139	Puerto Carreño	26.5	27.8	27.9	27.9	29.4	29.6
80403	Coro	28.7	30.8	31.1	28.6	30.1	30.2
80407	Maracaibo Aero	29.4	30.8	31.1	28.2	30.5	30.8
80410	Barquisimeto	23.5	25.4	25.7	24.5	26.4	26.6
80412	Valencia	24	27.9	28.4	25.1	27.5	27.7
80413	Maracay	24.7	26.8	27.1	25	26.9	27
80415	Caracas	26.8	29.2	29.4	27.5	29.4	29.6
80416	La Carlota	22.8	25.8	26.2	23.1	25.5	25.7
80419	Barcelona	26.5	29	29.3	27.8	29	29.1
80421	Porlamar	27.7	29.1	29.2	28.4	29.9	30.1
80423	Guiria	26.9	28.2	28.3	27.3	28.7	28.9
80428	Guanare	25.2	26.7	26.9	26.3	28.1	28.4
80431	San Juan	24.5	26.8	27	24.9	28.2	28.7
80432	Calabozo	26.7	31.1	31.8	26.9	28.8	29
80433	Valle de Pascua	25.7	27.6	27.8	26.3	27.9	28.1
80435	Maturin	26	28.8	29.2	26.9	29.1	29.4
80438	Merida	19.5	21.2	21.3	19.4	21	21.2
80440	Barinas	25.8	26.8	26.9	26.7	27.9	28.1
80444	Bolivar	27	28.6	28.7	28.1	29.9	30.1
80447	San Antonio T	26.6	30.1	30.5	26.2	29.6	30
80448	Guasdalito	25.2	36.6	26.7	26.9	27	27.1
80450	San Fernando A	26	27.9	28.1	27.4	28.6	28.7
80453	Tumeremo	25.9	28.7	29.2	26	29.1	29.4
80457	Puerto Ayacucho	25.5	27.5	27.6	26.5	28.2	28.3
80458	Atabapo	26.5	29.4	29.7	28.2	29.5	29.7
80462	Santa Elena	20.7	22.2	22.3	21.9	24.2	24.5
81002	Aereo Cheddi	25.9	27.5	27.8	26.6	28.3	28.5
81005	Camarang	22.8	23.9	24	23.8	26	26.3
81100	Marabuma	24.6	26.8	27.1	24.8	28.6	27
82024	Boa Vista	26.5	28.5	28.6	28.8	31.5	31.8
82025	Lethem	28.3	27.8	28	28.3	30.5	30.7
82103	Rio Isana	24.1	28.2	28.6	26.2	27.2	27.4
82106	Sao Gabriel	24.7	26.8	27.1	26.1	27.9	28.1
82107	Santa Isabel	24	31.1	31.9	26.5	28.3	28.5

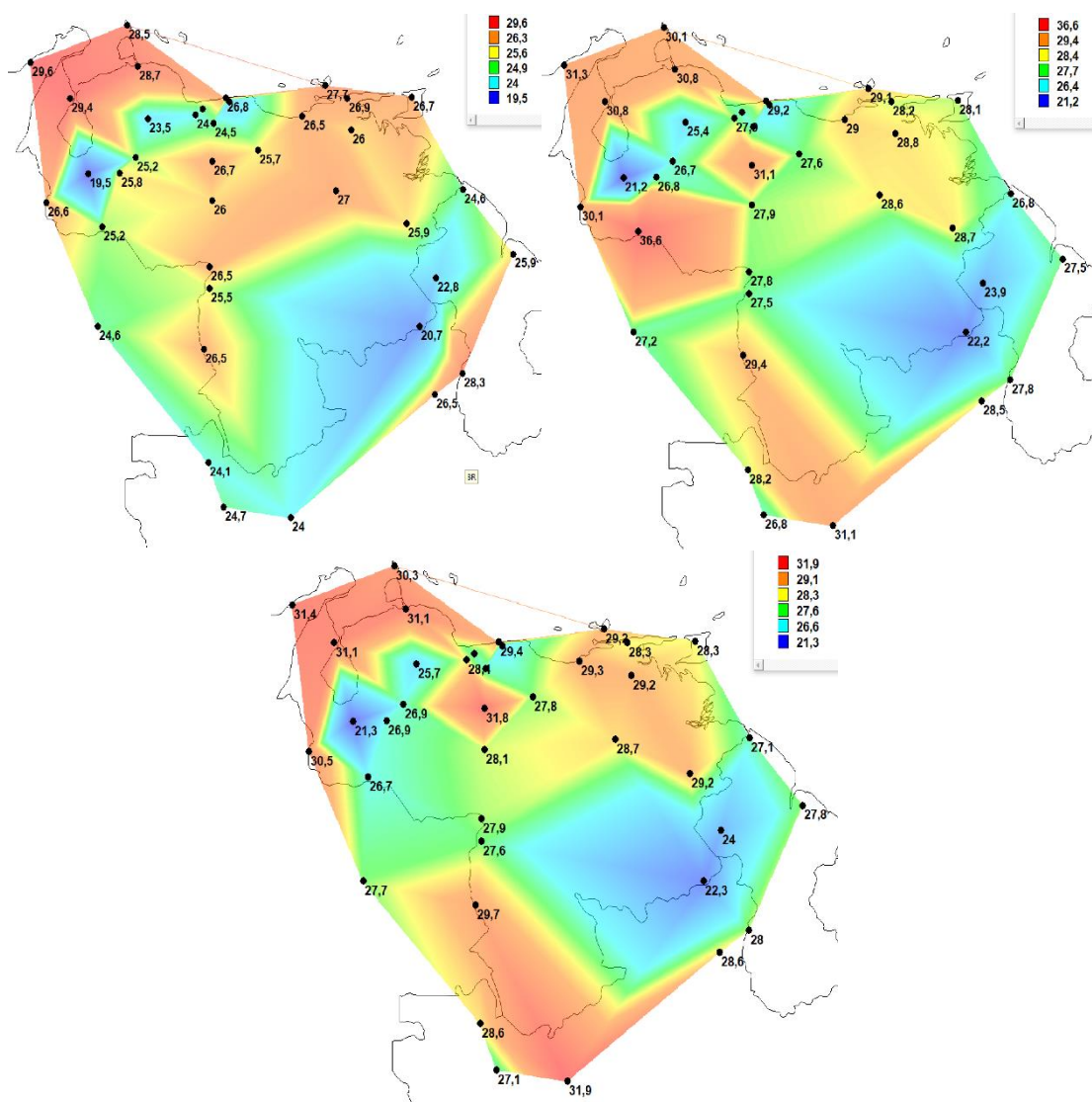


Рис.2.9. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) температур июля для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.9 следует, что пространственные распределения температур июля редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних температур с увеличением в южном, северо-восточном, северо-западном и юго-западном регионах и сокращением в Андском, центральном и юго-восточном регионах территории. При этом наибольшие температуры повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют $31,3^{\circ}\text{C}$, а повторяемостью 1 раз в 200 лет $31,9^{\circ}\text{C}$, отличаются ненамного. а градиенты по пространству достигают $15,4^{\circ}\text{C}$.

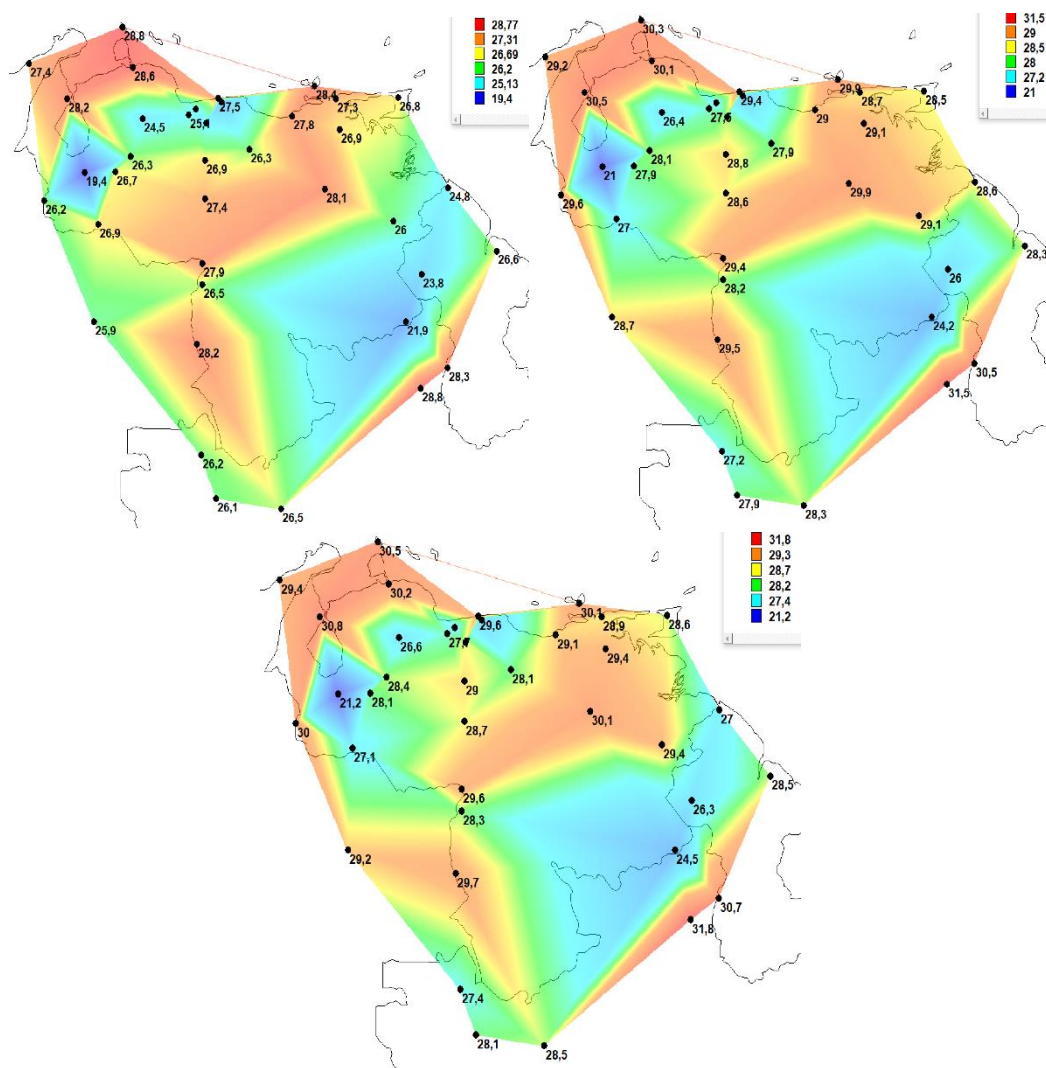


Рис.2.10. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) температур октября для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.10 следует, что пространственные распределения температур октября редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних температур с увеличением в центральном, северо-восточном, северо-западном и юго-западном регионах и сокращением в Андском, центрально-западном и юго-восточном регионах территории. При этом наибольшие температуры повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют $31,5^{\circ}\text{C}$, а повторяемостью 1 раз в 200 лет $31,8^{\circ}\text{C}$, отличаются незначительно, а градиенты по пространству достигают $10,5^{\circ}\text{C}$.

Аналогичные расчеты были выполнены для рядов осадков и результаты приведены в табл.2.21-2.22 и на рис.2.11 – 2.14.

Таблица 2.21

Средние и расчетные осадки января и апреля повторяемостью

1 раз в 100 (1%) и 200 лет (0,5%)

Код	Название	январь			апрель		
		Среднее	1%	0.5%	Среднее	1%	0.5%
78970	Trinidad tobago	79.3	277	313	58.8	249	290
78982	Aruba	60.9	399	516	16.5	85.7	101
80035	Rio Hacha	26.6	206	248	42.4	183	208
80138	Las Gaviotas	30.2	183	215	270	723	797
80139	Puerto Carreño	14.4	103	123	142.2	416	460
80403	Coro	20.7	161	195	17.8	122	146
80407	Maracaibo Aero	2.8	39.5	51.3	31.8	196	231
80410	Barquisimeto	8.7	77.2	94.2	50.5	235	270
80412	Valencia	32.4	345	439	63.7	248	280
80413	Maracay	4.5	36.2	43.9	42.2	208	241
80415	Caracas	31.5	221	263	29.8	197	234
80416	La Carlota	17.8	104	123	52.3	248	285
80419	Barcelona	9.9	116	150	8.1	61.4	73.8
80421	Porlamar	273.4	2620	3260	6.4	35.9	42.2
80423	Guiria	32.8	114	128	25.6	137	160
80428	Guanare	13.5	86.6	102	106.4	419	475
80431	San Juan	8.9	112	145	77.3	284	318
80432	Calabozo	2.1	16.8	20.4	61.2	261	297
80433	Valle de Pascua	10.3	62.6	74	28.9	139	160
80435	Maturin	57.5	198	220	42.8	190	218
80438	Merida	44.1	163	183	175	422	460
80440	Barinas	23.4	188	228	124.6	377	416
80444	Bolivar	25.6	143	168	28.5	167	196
80447	San Antonio	35.8	197	231	76.5	281	318
80448	Guasdalito	32.9	290	355	138	359	589
80450	San Fernando A	0.7	10	13	73	331	378
80453	Tumeremo	89.3	285	318	79.3	304	344
80457	Puerto Ayac	27.1	157	185	148.2	394	432
80458	Atabapo	83.6	260	288	228.5	574	625
80462	Santa Elena	72.6	303	345	160.7	401	433
81002	Aereo Cheddi	228.2	688	762	202	664	738
81005	Camarang	116.4	584	685	94.9	456	530
81100	Marabuma	147.2	511	588	168.4	560	623
82024	Boa Vista	24.8	143	168	168.4	929	1100
82025	Lethem	121.1	691	814	184.2	849	980
82103	Rio Isana	223.6	513	564	355.1	515	531
82106	Sao Gabriel	273.1	607	658	284.9	529	559
82107	Santa Isabel	224.7	778	884	279.2	550	582

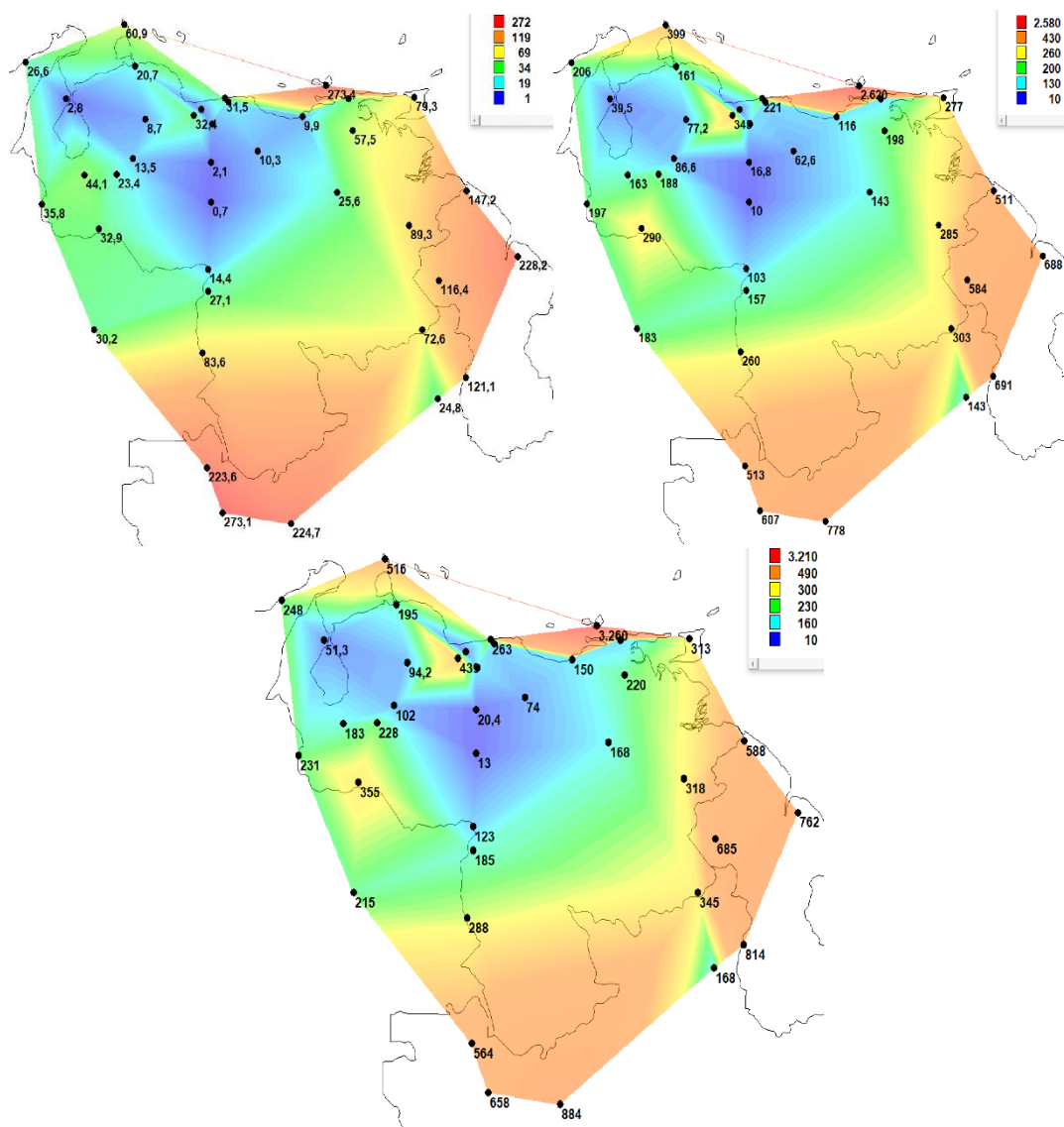


Рис.2.11. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) осадков января для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.11 следует, что пространственные распределения осадков января редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних осадков с увеличением в восточном, южном и юго-западном регионах и сокращением в центральных и западных районах территории. При этом наибольшие осадков повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют 2620 мм., а повторяемостью 1 раз в 200 лет 3260 мм.

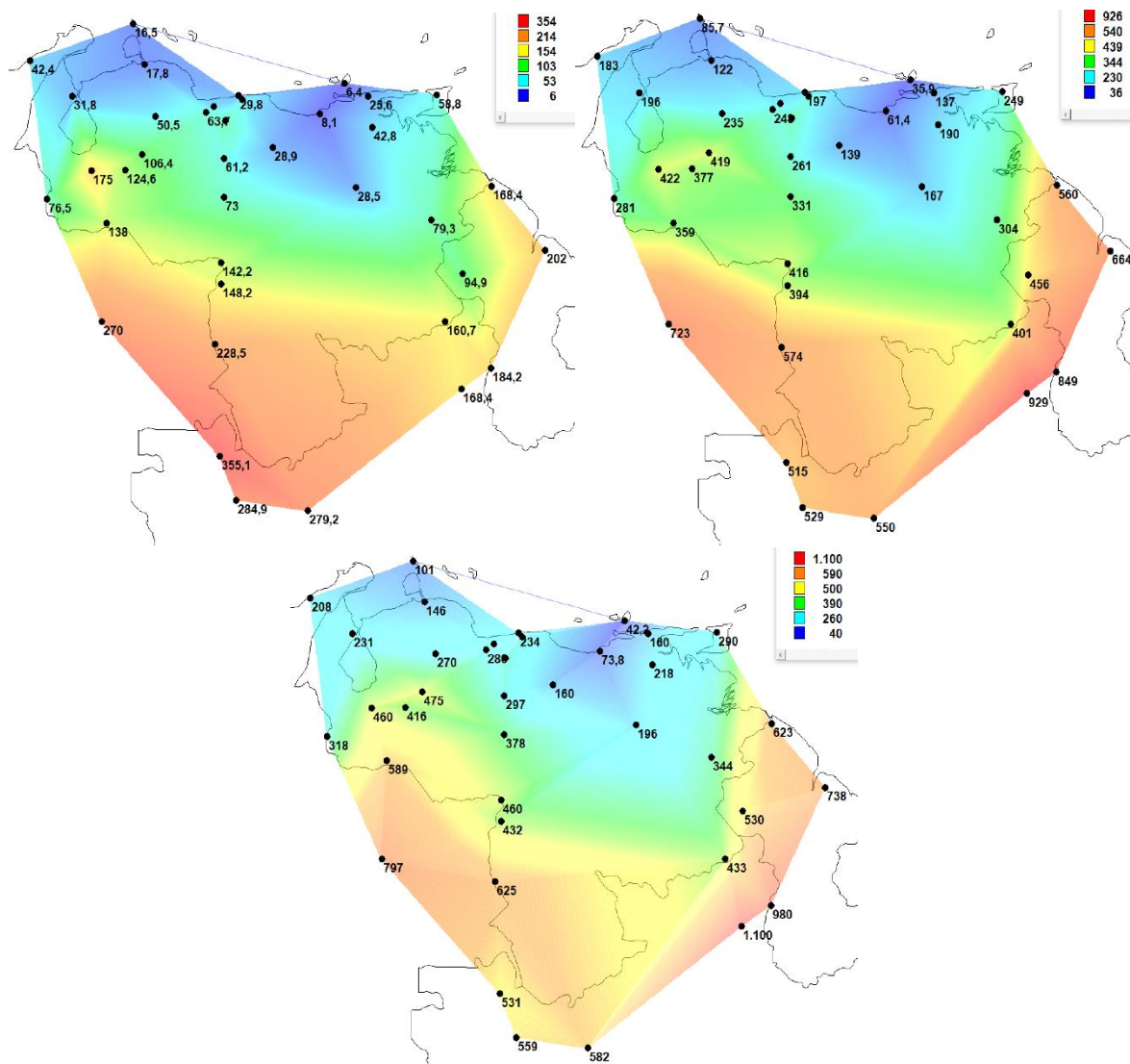


Рис.2.12. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) осадков апреля для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.12 следует, что пространственные распределения осадков апреля редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних осадков с увеличением на юге и сокращением на севере территории. При этом наибольшие осадков повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют 929 мм., а повторяемостью 1 раз в 200 лет 1100 мм.

Средние и расчетные осадки июля и октября повторяемостью

1 раз в 100 (1%) и 200 лет (0,5%)

Код	Название	июль			октябрь		
		Среднее	1%	0.5%	Среднее	1%	0.5%
78970	Trinidad tobago	254.6	462	490	185.9	412	444
78982	Aruba	35.1	167	196	52.6	159	176
80035	Rio Hacha	64	295	340	257.4	655	710
80138	Las Gaviotas	348.7	588	612	280.2	523	557
80139	Puerto Carreño	404.4	798	847	161.9	377	411
80403	Coro	34.8	164	161	67	264	299
80407	Maracaibo Aero	29.5	96.4	107	125	358	395
80410	Barquisimeto	72.7	225	253	51.9	159	177
80412	Valencia	142.7	394	431	139.5	311	332
80413	Maracay	133.1	355	391	101.5	215	231
80415	Caracas	90.6	686	860	71.2	448	570
80416	La Carlota	109.1	258	278	135.3	394	437
80419	Barcelona	125	297	324	61.5	166	182
80421	Porlamar	92.5	492	578	41.4	157	177
80423	Guiria	114.8	306	335	114.6	289	314
80428	Guanare	230.7	771	901	152.3	333	355
80431	San Juan	182.9	402	431	134.4	301	322
80432	Calabozo	302.8	1140	1310	200.2	841	968
80433	Valle de Pascua	173.2	339	360	82.7	197	214
80435	Maturin	195.5	406	435	106.6	237	254
80438	Merida	121.1	278	203	256.4	462	485
80440	Barinas	193.2	347	362	178.1	341	361
80444	Bolivar	181.7	423	460	93.6	263	289
80447	San Antonio	80.8	464	547	126.7	598	703
80448	Guasdalito	278	432	449	171.1	527	592
80450	San Fernando A	297.4	640	694	122.4	398	447
80453	Tumeremo	161.7	366	395	75.4	230	254
80457	Puerto Ayac	388.4	704	745	179.7	388	421
80458	Atabapo	529.4	1220	1320	204.2	510	557
80462	Santa Elena	242	541	584	116.2	286	310
81002	Aereo Cheddi	280.5	515	544	141.2	312	331
81005	Camarang	97	166	173	43.4	159	180
81100	Marabuma	369.6	658	690	206.7	485	524
82024	Boa Vista	321.1	645	677	60	214	240
82025	Lethem	427.4	1190	1290	72.8	259	292
82103	Rio Isana	312.6	482	496	233.9	653	719
82106	Sao Gabriel	238.5	494	528	174.2	369	398
82107	Santa Isabel	210.3	442	475	161.9	380	410

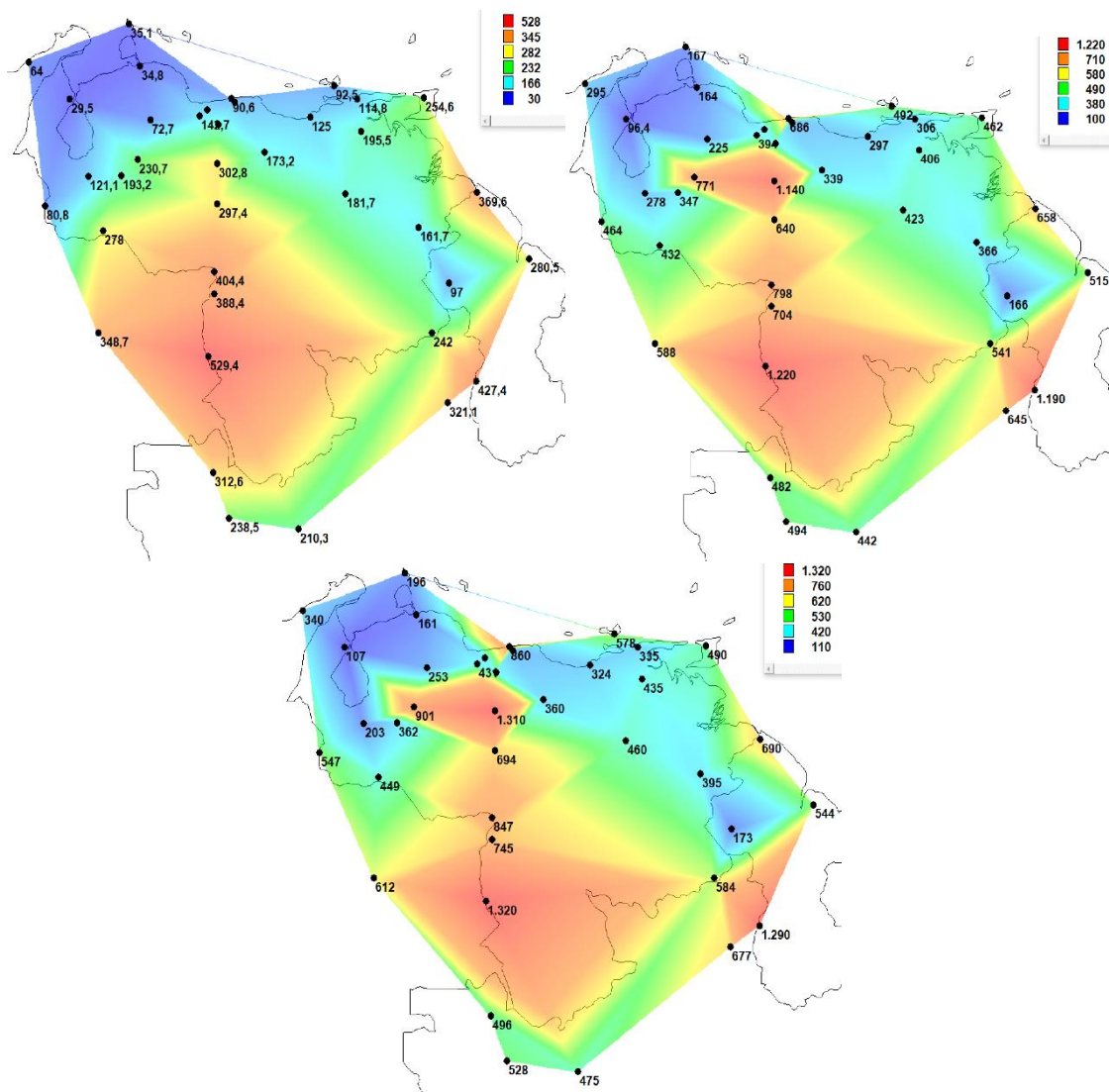


Рис.2.13. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) осадков июле для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.13 следует, что пространственные распределения осадков июле редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних осадков с увеличением на юге и в центре и уменьшением на севере, западе и востоке территории. При этом наибольшие осадков повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют 1220 мм., а повторяемостью 1 раз в 200 лет 1320 мм.

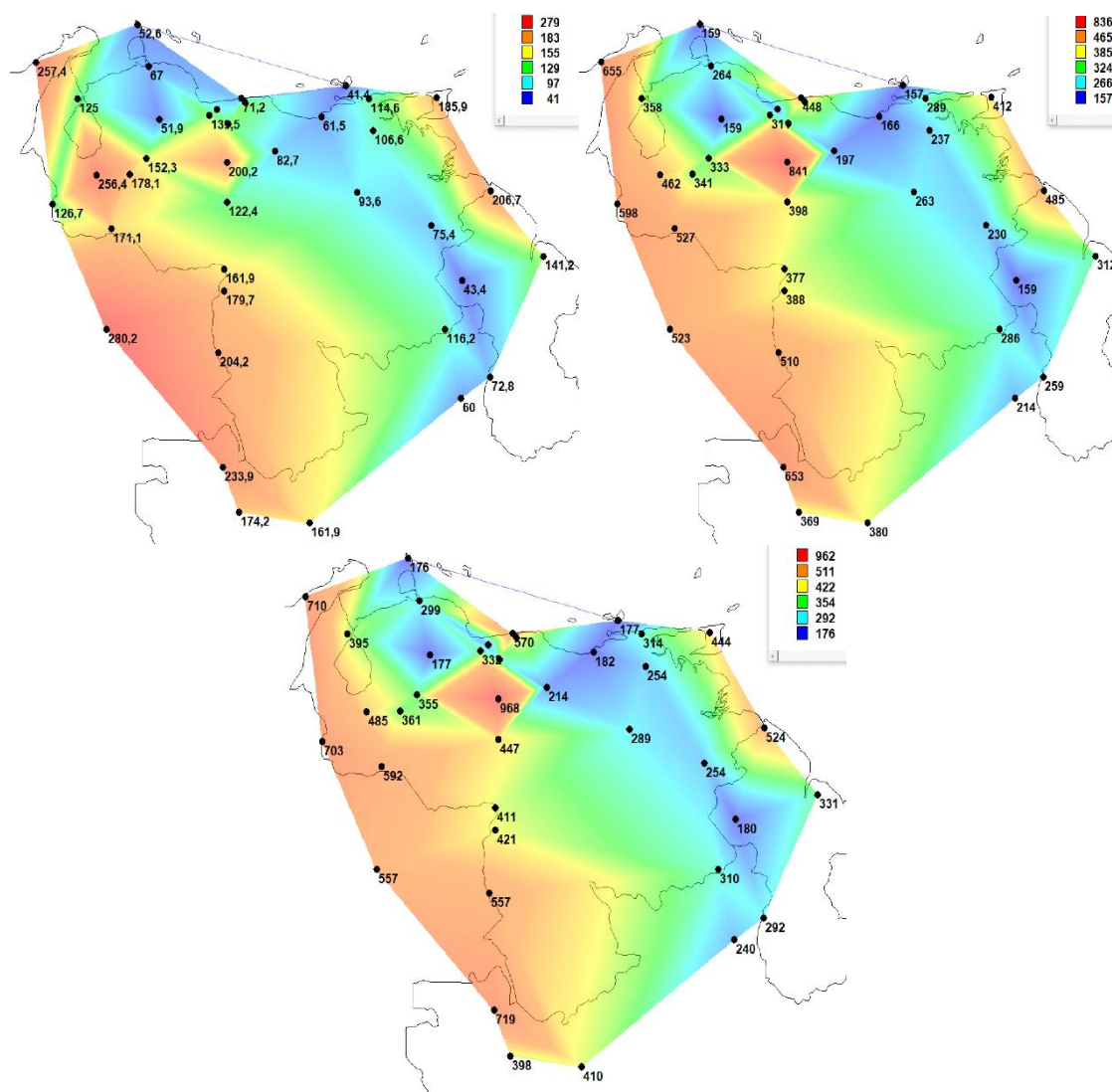


Рис.2.14. Пространственные распределения средних (слева) многолетних и расчетных (1% и 0,5%) осадков октября для территории Венесуэлы (справа и вниз).

Из рис.2.14 следует, что пространственные распределения осадков октября редкой повторяемости практически повторяют пространственное распределение средних многолетних осадков с увеличением на юго-западе и в центре и уменьшением на севере, в центре и юго-востоке территории. При этом наибольшие осадков повторяемостью 1 раз в 100 лет составляют 841 мм., а повторяемостью 1 раз в 200 лет 968 мм.

Глава 3 Современные изменения температуры

Третья глава посвящена оценке проявления современного изменения климата во временных рядах, что связано с построением нескольких моделей временных рядов, выбором из них наиболее эффективной и обобщение показателей нестационарных моделей по территории, а также получением количественных оценок изменения температуры воздуха в единицах измерения и в долях от естественной изменчивости.

3.1. Расчет параметров основных моделей временных рядов

В результате аппроксимации многолетних временных рядов моделями линейного тренда и ступенчатых изменений рассчитывались показатели эффективности нестационарных моделей линейного тренда ($\Delta_{тр}$, %) и модели ступенчатых изменений ($\Delta_{ст}$, %) по отношению к модели стационарной выборки. Также рассчитывались статистики критерия Фишера для этих двух показателей эффективности ($F_{тр}$ и $F_{ст}$) и коэффициент корреляции модели линейного тренда ($R_{тр}$).

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 ($F_{крит}$) при уровне значимости $\alpha=5\%$. Отдельно для модели линейного тренда оценивается статистическая значимость коэффициента корреляции $R_{тр}$.

Для рядов температур воздуха в Венесуэле результаты представлены:
в Табл. 3.1 – 3.2 для наблюдаемых и восстановленных рядов температур января,
в Табл.3.3 – 3.4 для наблюдаемых и восстановленных рядов температур апреля,
в Табл.3.5 – 3.6 для наблюдаемых и восстановленных рядов температур июля,
в Табл.3.7 – 3.8 для наблюдаемых и восстановленных рядов температур октября,

Жирным шрифтом в таблицах выделены ситуации эффективных моделей нестационарного среднего и статистически значимых $R_{тр}$ и значений статистик критерия Фишера $F_{тр}$ и $F_{ст}$, превышающие их критические значения. В таблицах 3.1 – 3.8 даны следующие обозначения:

$\Delta_{тр}$, % – отклонение модели тренда от стационарной модели в %;

$\Delta_{ст}$, % – отклонение модели ступенчатых изменений от стационарной модели в %;

$F_{тр}$ – расчетное значение статистики критерия Фишера при сравнении остаточных дисперсий стационарной модели и модели линейного тренда;

$F_{ст}$ – расчетное значение статистики критерия Фишера при сравнении остаточных дисперсий стационарной модели и модели ступенчатых изменений;

$T_{ст}$ – год ступенчатых изменений;

$T_{нач}$ – год начала наблюдений;

$T_{к}$ – год окончания наблюдений;

N – число лет наблюдений;

$R_{тр}$ – коэффициент корреляции модели линейного тренда.

Таблица 3.1

Результаты оценки эффективности нестационарных моделей многолетних рядов наблюдаемых температур января

Код	$\Delta_{тр}$, %	$\Delta_{ст}$, %	$F_{тр}$	$F_{ст}$	$T_{ст}$	$T_{нач}$	$T_{к}$	N	$R_{тр}$
78970	36.3	45.8	2.46	3.4	1981	1946	2023	77	0.77
78982	5.9	12.2	1.13	1.3	1991	1952	2023	71	0.34
80035	2.4	5.2	1.05	1.11	2007	1973	2023	50	0.22
80138	1	2.1	1.02	1.04	1981	1971	2004	34	0.14
80139	7.4	14.3	1.17	1.36	1998	1971	2023	52	0.38
80403	10.7	9.5	1.25	1.22	1992	1951	2018	68	0.45
80407	17.8	17.8	1.48	1.48	1990	1979	2017	39	0.57
80410	4.3	13.2	1.09	1.33	2003	1938	2023	85	0.29
80412	32.2	28	2.17	1.93	2002	1992	2023	30	0.73
80413	23.7	25.5	1.72	1.8	1980	1935	2022	87	0.65
80415	16.3	24.7	1.43	1.76	2001	1951	2023	72	0.55
80416	11.6	15.4	1.28	1.4	2002	1965	2020	56	0.47
80419	18.8	26	1.52	1.82	2002	1939	2020	82	0.58
80421	1.8	7.3	1.04	1.16	2007	1976	2023	47	0.19

80423	0	2.2	1	1.05	1952	1937	2017	80	-0.01
80428	17.4	16.3	1.47	1.43	1998	1975	2022	47	0.56
80431	31.7	35.4	2.15	2.4	2002	1987	2022	35	0.73
80432	11.7	14.6	1.28	1.37	2003	1993	2013	21	0.47
80433	2.5	5.1	1.05	1.11	2003	1993	2017	25	0.22
80435	16	20.1	1.42	1.57	2005	1951	2018	68	0.54
80438	12.5	17.1	1.31	1.45	1990	1916	2018	103	0.48
80440	4	3.3	1.09	1.07	2009	1992	2022	30	0.28
80444	6.1	9.3	1.14	1.21	1940	1917	2017	101	0.34
80447	20	25.3	1.56	1.79	1958	1940	2018	79	0.6
80448	2.7	8.2	1.06	1.19	2011	1980	2023	43	0.23
80450	4.4	14.3	1.09	1.36	1998	1938	2017	80	0.29
80453	3.2	6.2	1.07	1.14	1986	1951	2015	65	0.25
80457	2.8	9.2	1.06	1.21	2000	1959	2020	62	0.24
80458	11.6	9.8	1.28	1.23	1988	1972	2004	30	0.47
80462	5.7	13.9	1.12	1.35	1998	1941	2016	75	0.33
81002	5.6	19.3	1.12	1.54	2002	1949	2023	74	0.33
81005	21.4	21.5	1.62	1.62	1998	1973	2020	48	0.62
81100	16.9	17.9	1.45	1.48	1994	1973	2023	50	0.56
82024	17.5	19.9	1.47	1.56	1998	1974	2019	35	0.57
82025	3.9	3.1	1.08	1.06	2012	1973	2023	26	0.28
82103	0.8	0	1.02	1	2012	1967	1978	12	0.13
82106	19.5	21.8	1.54	1.63	1977	1931	2020	78	0.59
82107	16	0	1.42	1	1977	1967	1983	17	0.54

Таблица 3.2

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановленных рядов температуры января*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	Тк	N	RTP
78970	36.3	45.8	2.46	3.4	1981	1946	2023	77	0.77
78982	5.9	12.2	1.13	1.3	1991	1952	2023	71	0.34
80035	2.3	3.9	1.05	1.08	2007	1967	2023	56	0.21
80138	0.2	1.0	1.00	1.02	1997	1967	2020	53	-0.06
80139	7	13.7	1.16	1.34	1998	1916	2023	107	0.37
80403	20.8	19.4	1.6	1.54	1958	1940	2023	83	0.61
80407	21.6	25.7	1.62	1.81	1990	1951	2023	72	0.62
80410	4.3	13.2	1.09	1.33	2003	1938	2023	85	0.29
80412	33.8	32.1	2.28	2.17	1998	1935	2023	87	0.75
80413	21.3	24.1	1.61	1.73	1980	1935	2023	88	0.62
80415	16.3	24.7	1.43	1.76	2001	1951	2023	72	0.55
80416	13	13	1.32	1.32	1992	1935	2023	88	0.49
80419	19.3	28.5	1.54	1.96	1997	1939	2023	84	0.59
80421	1.8	7.3	1.04	1.16	2007	1976	2023	47	0.19
80423	0	2.2	1	1.05	1952	1937	2017	80	-0.01
80428	17.4	16.3	1.47	1.43	1998	1975	2022	47	0.56
80431	20.6	25.5	1.59	1.8	2002	1935	2023	88	0.61
80432	5.4	10.4	1.12	1.25	2003	1935	2023	88	0.32
80433	15.8	23.2	1.41	1.69	1980	1916	2023	107	0.54

80435	16	20.1	1.42	1.57	2005	1951	2018	68	0.54
80438	10.3	14.4	1.24	1.36	1987	1916	2023	107	0.44
80440	4	3.3	1.09	1.07	2009	1992	2022	30	0.28
80444	6.1	9.3	1.14	1.21	1940	1917	2017	101	0.34
80447	20	25.3	1.56	1.79	1958	1940	2018	79	0.6
80448	2.7	8.2	1.06	1.19	2011	1980	2023	43	0.23
80450	6.6	15.5	1.15	1.4	1998	1938	2023	85	0.36
80453	6.2	7.2	1.14	1.16	1986	1951	2023	72	0.35
80457	2.8	9.2	1.06	1.21	2000	1959	2020	62	0.24
80458	24.2	26.8	1.74	1.87	1979	1967	2022	55	0.65
80462	10.1	18.2	1.24	1.49	2002	1941	2023	82	0.44
81002	5.6	19.3	1.12	1.54	2002	1949	2023	74	0.33
81005	11.1	17.1	1.27	1.46	1994	1941	2023	82	0.46
81100	11.8	15	1.28	1.38	1998	1941	2023	82	0.47
82024	12.7	17	1.31	1.45	2002	1952	2019	68	0.49
82025	1.9	9.1	1.04	1.21	2001	1941	2023	82	0.19
82103	3	5.9	1.06	1.13	1983	1937	2023	86	-0.24
82106	16.7	18.1	1.44	1.49	1992	1931	2023	91	0.55
82107	10.3	14.9	1.24	1.38	1998	1916	2023	107	0.44

Из результатов таблиц 3.1 и 3.2 следует, что все статистически значимые коэффициенты R_{tr} положительны и поэтому т.е. во всех этих случаях имеет место рост температуры воздуха января. Притом для наблюдаемых рядов число статистически значимых R_{tr} равно 25 из 38 рядов или 66% случаев, а для восстановленных рядов число статистически значимых R_{tr} больше и равно 28 из 38 рядов или 74% всех случаев. Среднее по территории значение составляет $R=0.42$ в обоих случаях, наибольшие положительные R равны $R=0.77$ (Тринидад и Тобаго), $R=0.73$ (Валенсия) и (Санкт Хуан).

Число эффективных моделей линейного тренда (при $\Delta > 10\%$) равно 20 (52% случаев) для многолетних наблюдаемых рядов и равно 21 (55%) для восстановленных рядов. Причем число эффективных и статистически значимых моделей (при $F_{tr} > F_{крит}$) равно всего 2 для наблюдаемых и восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta_{tr} = 36.3\%$ (метеостанция Тринидад и Тобаго) для наблюдаемых рядов и $\Delta_{tr} = 33.8\%$ для восстановленных рядов. В среднем для модели тренда $\Delta = 11.7\%$ для наблюдаемых рядов и для восстановленных рядов.

Число эффективных моделей ступенчатых изменений (при $\Delta > 10\%$) составляет 23 (60% случаев). для наблюдаемых рядов и 27 (71%) для

восстановленных рядов. Число эффективных и статистически значимых моделей равно 6 для наблюдаемых, и 8 для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta=45.8\%$ для наблюдаемых и $32,1\%$ для восстановленных рядов. В среднем для модели $\Delta=14.8\%$ для наблюдаемых и $\Delta=16.2\%$ для восстановленных рядов.

В целом можно сделать вывод, что для рядов температур января более подходящей является модель ступенчатых изменений, чем модель тренда, т.к. для нее в среднем $\Delta=15-16\%$, а для модели тренда $\Delta=12\%$. Процент нестационарных моделей температур января высокий и достигает 71-74% (по значимым $\Delta_{ст}$ и $R_{тр}$) для восстановленных рядов, а для наблюдаемых несколько меньше, достигая 60-66%.

Таблица 3.3

Оценка нестационарных моделей для многолетних рядов наблюдаемых температур апреля

Код	$\Delta_{тр}, \%$	$\Delta_{ст}, \%$	Fтр	FСТ	TСТ	ТНАЧ	Тк	N	RТР
78970	15	23.4	1.38	1.7	1978	1946	2023	78	0.53
78982	27.5	33.2	1.9	2.24	1991	1952	2023	72	0.69
80035	10.9	11.7	1.26	1.28	2003	1973	2023	50	0.45
80138	0.9	7.1	1.02	1.16	1993	1971	2004	32	-0.14
80139	1	6.1	1.02	1.13	1984	1972	2023	51	0.14
80403	16.3	16.3	1.43	1.43	2003	1950	2018	69	0.55
80407	21.6	16.8	1.63	1.45	1991	1979	2017	39	0.62
80410	3.3	7.2	1.07	1.16	1987	1938	2023	86	0.26
80412	22.5	28.7	1.66	1.97	2004	1992	2023	31	0.63
80413	7.3	13.4	1.16	1.33	1983	1935	2022	87	0.37
80415	16	21.7	1.42	1.63	2001	1951	2023	73	0.54
80416	6	7.9	1.13	1.18	1977	1964	2021	58	0.34
80419	7.8	8	1.18	1.18	1990	1939	2020	82	0.39
80421	2	6.1	1.04	1.13	2003	1976	2023	48	0.2
80423	1	3.2	1.02	1.07	1978	1937	2017	81	0.14
80428	0.9	2.6	1.02	1.05	1988	1975	2022	48	0.13
80431	3	8.9	1.06	1.21	2002	1987	2022	35	0.24
80432	1.4	0.8	1.03	1.02	2003	1993	2013	21	-0.17
80433	4.4	6.6	1.1	1.15	2003	1993	2017	25	0.29
80435	8	20.7	1.18	1.59	2003	1951	2018	68	0.39
80438	5.7	10.8	1.13	1.26	1987	1916	2018	103	0.33
80440	4.1	5.7	1.09	1.12	2004	1992	2022	31	-0.28
80444	9.6	10.6	1.22	1.25	1940	1917	2017	101	0.43
80447	16.9	19.9	1.45	1.56	1950	1940	2018	79	0.56
80448	3.3	4.1	1.07	1.09	1985	1974	2023	49	-0.25
80450	1.9	4.1	1.04	1.09	1983	1938	2017	80	0.2

80453	0	5.6	1	1.12	2005	1951	2015	65	-0.01
80457	0.4	2.6	1.01	1.05	1995	1959	2020	61	0.09
80458	28.9	31.4	1.98	2.12	1984	1972	2004	28	0.7
80462	0.4	3.1	1.01	1.07	1995	1941	2016	76	0.09
81002	16	20	1.42	1.56	1995	1949	2023	75	0.54
81005	7.1	7.2	1.16	1.16	1995	1973	2021	49	0.37
81100	2.1	5.8	1.04	1.13	1984	1973	2023	51	0.2
82024	5.1	7.8	1.11	1.18	1983	1970	2019	35	0.31
82025	0	2.9	1	1.06	2013	1973	2023	25	0.01
82103	0	0	1	1	2013	1967	1978	12	-0.03
82106	35.2	42.5	2.38	3.02	1980	1931	2020	81	0.76
82107	12.7	0	1.31	1	1980	1967	1983	17	0.49

Таблица 3.4

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановленных рядов температур апреля*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	Тк	N	РТР
78970	15	23.4	1.38	1.7	1978	1946	2023	78	0.53
78982	21.4	26.9	1.62	1.87	1991	1951	2023	73	0.62
80035	13.2	10.3	1.33	1.24	1987	1967	2023	56	0.5
80138	0.3	2.3	1.01	1.05	1984	1967	2019	53	0.08
80139	1.9	6.5	1.04	1.14	1984	1967	2023	56	0.2
80403	16.9	17.3	1.45	1.46	1993	1950	2019	70	0.56
80407	21.6	16.8	1.63	1.45	1991	1979	2017	39	0.62
80410	3.3	7.2	1.07	1.16	1987	1938	2023	86	0.26
80412	36.6	34.1	2.49	2.31	2002	1970	2023	52	0.77
80413	7.3	13.4	1.16	1.33	1983	1935	2022	87	0.37
80415	16	21.7	1.42	1.63	2001	1951	2023	73	0.54
80416	6	7.9	1.13	1.18	1977	1964	2021	58	0.34
80419	7.9	8.6	1.18	1.2	1968	1939	2023	84	0.39
80421	6.6	9.4	1.15	1.22	1983	1970	2023	53	0.36
80423	0.5	2.6	1.01	1.05	1978	1937	2022	85	0.1
80428	0.9	2.6	1.02	1.05	1988	1975	2022	48	0.13
80431	3	8.9	1.06	1.21	2002	1987	2022	35	0.24
80432	6.9	10.3	1.15	1.24	1987	1971	2022	51	0.37
80433	4.7	12.6	1.1	1.31	1987	1938	2023	86	0.3
80435	6.6	16	1.15	1.42	2003	1951	2020	70	0.36
80438	6.6	12.8	1.15	1.32	1987	1916	2023	108	0.36
80440	4.1	5.7	1.09	1.12	2004	1992	2022	31	-0.28
80444	9.6	10.6	1.22	1.25	1940	1917	2017	101	0.43
80447	6.5	9.9	1.14	1.23	1991	1947	2023	77	0.36
80448	0.7	4.2	1.01	1.09	2013	1973	2023	50	0.12
80450	3	4.9	1.06	1.1	1996	1938	2020	83	0.24
80453	0	1.9	1	1.04	2005	1951	2023	73	0.02
80457	0.4	2.6	1.01	1.05	1995	1959	2020	61	0.09
80458	45.5	42.3	3.37	3	1985	1931	2023	92	0.84
80462	4.2	13.1	1.09	1.32	2013	1941	2023	83	0.29
81002	16	20	1.42	1.56	1995	1949	2023	75	0.54

81005	10.6	11.5	1.25	1.28	1984	1951	2023	73	0.45
81100	7.5	9.4	1.17	1.22	1984	1951	2023	73	0.38
82024	3.6	7.1	1.08	1.16	1983	1970	2019	50	0.27
82025	0.1	1.4	1	1.03	2013	1973	2023	51	0.03
82103	0.1	5.3	1	1.12	2007	1950	2018	69	0.05
82106	35.2	42.5	2.38	3.02	1980	1931	2020	81	0.76
82107	24.2	28	1.74	1.93	1977	1935	2023	89	0.65

Из результатов таблиц 3.3 и 3.4 следует, что все статистически значимые коэффициенты R_{tr} положительны и поэтому во всех этих случаях имеет место рост температуры воздуха апреля. Притом для наблюдаемых рядов число статистически значимых R_{tr} равно 19 из 38 рядов или 50% случаев, а для восстановленных рядов число статистически значимых R_{tr} больше и равно 23 ряда или 60% всех случаев. Среднее по территории значение составляет $R=0.32$ для наблюдаемых и $R=0.35$ для восстановленных рядов, Максимальный положительный R наблюдается $R=0,76$ (Сао Габриель) и для восстановленных $R=0,84$ (Атабапо)

Число эффективных моделей линейного тренда (при $\Delta > 10\%$) равно 12 (32% случаев) как для многолетних наблюдаемых рядов, так и для восстановленных рядов. Причем число эффективных и статистически значимых моделей (при $F_{tr} > F_{крит}$) равно всего 3 для наблюдаемых рядов и 2 случая для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta_{tr} = 35.2\%$ (метеостанция Сао Габриель) для наблюдаемых рядов и $\Delta_{tr} = 45.5\%$ для восстановленных рядов. В среднем для модели тренда $\Delta = 8.6\%$ для наблюдаемых рядов и среднем $\Delta = 9.9\%$ для восстановленных рядов.

Число эффективных моделей ступенчатых изменений (при $\Delta > 10\%$) составляет 15 (39% случаев). для наблюдаемых рядов и 19 (50%) для восстановленных рядов. Число эффективных и статистически значимых моделей равно 4 для наблюдаемых, и 6 для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta = 42.5\%$ для наблюдаемых и 42.3% для восстановленных рядов. В среднем для модели $\Delta = 11.4\%$ для наблюдаемых и $\Delta = 12.9\%$ для восстановленных рядов.

В целом можно сделать вывод, что для рядов температур апреля более подходящей является модель ступенчатых изменений, чем модель тренда, т.к. для нее в среднем $\Delta=11-13\%$, а для модели тренда $\Delta=9-10\%$. Процент нестационарных моделей температур апреля более низки, чем в январе достигает 39-50% (по значимым $\Delta_{ст}$ и $R_{тр}$) для наблюдаемых рядов, а для восстановленных несколько больше 50-60%.

Таблица 3.5

Результаты оценки нестационарных моделей многолетних наблюдаемых рядов температур июля

Код	$\Delta_{тр}$, %	$\Delta_{ст}$, %	$F_{тр}$	$F_{СТ}$	$T_{СТ}$	$T_{НАЧ}$	$T_{К}$	N	$R_{ТР}$
78970	39.6	46.2	2.74	3.45	1981	1946	2023	78	0.8
78982	35.1	37.6	2.37	2.57	1994	1952	2023	72	0.76
80035	17.4	17.9	1.47	1.48	2012	1974	2023	49	0.56
80138	7	6.6	1.16	1.15	1994	1971	2004	34	0.37
80139	16.1	27.6	1.42	1.91	1998	1971	2023	52	0.54
80403	17.9	18.3	1.48	1.5	2005	1951	2018	68	0.57
80407	30.2	24.7	2.05	1.76	1990	1979	2017	39	0.72
80410	13.2	25.2	1.33	1.79	2005	1938	2023	86	0.5
80412	38.1	37.4	2.61	2.56	2002	1992	2023	32	0.79
80413	17.5	25.2	1.47	1.79	2000	1935	2022	87	0.56
80415	14	23.4	1.35	1.7	2001	1951	2023	72	0.51
80416	14.4	16	1.36	1.42	2001	1964	2022	59	0.52
80419	10.2	14.8	1.24	1.38	1987	1938	2022	83	0.44
80421	15.8	15.9	1.41	1.41	2005	1976	2023	48	0.54
80423	0.7	2.6	1.01	1.05	1962	1937	2017	81	-0.12
80428	36.4	27.3	2.47	1.89	2000	1974	2022	48	0.77
80431	22.7	25	1.67	1.78	2002	1987	2022	36	0.63
80432	25.5	21.1	1.8	1.61	2002	1992	2013	22	0.67
80433	6.8	3.2	1.15	1.07	2003	1992	2017	25	-0.36
80435	16.9	25.4	1.45	1.8	2006	1951	2018	67	0.56
80438	16.4	24.2	1.43	1.74	1986	1915	2018	104	0.55
80440	13	12.9	1.32	1.32	2005	1992	2022	31	0.49
80444	2.5	8.2	1.05	1.19	1939	1917	2017	100	0.22
80447	17.2	31.2	1.46	2.11	1950	1940	2018	79	0.56
80448	10.8	13.9	1.26	1.35	2011	1975	2023	47	0.45
80450	10.3	19.1	1.24	1.53	2002	1938	2017	78	0.44
80453	2.2	15.5	1.05	1.4	2001	1951	2015	65	-0.21
80457	10	18.9	1.23	1.52	1998	1958	2021	64	0.44
80458	15.6	12.7	1.4	1.31	1991	1972	2003	26	0.54
80462	0.5	9.4	1.01	1.22	1997	1941	2016	75	0.1
81002	14	22.3	1.35	1.66	1995	1950	2023	71	0.51
81005	1.9	6.6	1.04	1.15	1995	1973	2021	49	0.2
81100	11.8	17.7	1.29	1.48	2013	1973	2023	51	0.47
82024	19.9	16.8	1.56	1.44	1985	1970	2019	35	0.6
82025	5	4.4	1.11	1.09	2013	1973	2023	26	0.31

82103	0	0	1	1	2013	1967	1978	12	0.03
82106	31.3	37.6	2.12	2.57	1985	1931	2020	81	0.73
82107	1.6	0	1.03	1	1985	1967	1983	17	0.18

Таблица 3.6

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановления рядов температур июля*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	Тк	N	РТР
78970	39.6	46.2	2.74	3.45	1981	1946	2023	78	0.8
78982	35.1	37.6	2.37	2.57	1994	1952	2023	72	0.76
80035	10.6	13.7	1.25	1.34	2012	1967	2023	56	0.45
80138	8.9	8.5	1.21	1.2	2004	1967	2018	52	0.41
80139	16.1	27.6	1.42	1.91	1998	1971	2023	52	0.54
80403	21.5	22.7	1.62	1.67	2005	1951	2021	71	0.62
80407	20.5	23.1	1.58	1.69	1991	1972	2023	51	0.61
80410	13.2	25.2	1.33	1.79	2005	1938	2023	86	0.5
80412	21.7	30.1	1.63	2.05	2002	1938	2023	86	0.62
80413	17.5	25.2	1.47	1.79	2000	1935	2022	87	0.56
80415	14	23.4	1.35	1.7	2001	1951	2023	72	0.51
80416	14.4	16	1.36	1.42	2001	1964	2022	59	0.52
80419	10.2	14.8	1.24	1.38	1987	1938	2022	83	0.44
80421	15.8	15.9	1.41	1.41	2005	1976	2023	48	0.54
80423	0.7	2.6	1.01	1.05	1962	1937	2017	81	-0.12
80428	28.3	29.4	1.94	2	1987	1967	2022	56	0.7
80431	20.4	21.7	1.58	1.63	2002	1987	2023	37	0.6
80432	29.3	27.4	2	1.9	2005	1971	2020	50	0.71
80433	14.2	14.6	1.36	1.37	2005	1971	2022	52	0.51
80435	16.9	25.4	1.45	1.8	2006	1951	2018	67	0.56
80438	19.4	26.7	1.54	1.86	1986	1915	2023	108	0.59
80440	13	12.9	1.32	1.32	2005	1992	2022	31	0.49
80444	2.5	8.2	1.05	1.19	1939	1917	2017	100	0.22
80447	17.2	31.2	1.46	2.11	1950	1940	2018	79	0.56
80448	9.8	12.9	1.23	1.32	2000	1973	2023	51	0.43
80450	9.1	18.7	1.21	1.51	2006	1938	2023	86	0.42
80453	2.7	16.9	1.06	1.45	2001	1951	2015	65	-0.23
80457	10	18.9	1.23	1.52	1998	1958	2021	64	0.44
80458	36.5	31.9	2.48	2.16	1995	1938	2023	86	0.77
80462	1.4	10.4	1.03	1.24	2000	1941	2021	77	0.17
81002	14	22.3	1.35	1.66	1995	1950	2023	71	0.51
81005	0.3	3.4	1.01	1.07	1995	1951	2021	71	0.08
81100	18.9	17.7	1.52	1.48	2013	1951	2023	73	0.59
82024	12.1	10.5	1.3	1.25	2009	1967	2023	52	0.48
82025	18.8	25.6	1.52	1.81	2001	1970	2023	52	0.58
82103	13.4	25.3	1.33	1.79	2000	1958	2018	61	-0.5
82106	31.3	37.6	2.12	2.57	1985	1931	2020	81	0.73
82107	12.4	40.3	1.3	2.81	2005	1951	2023	72	0.48

Из результатов таблиц 3.5 и 3.6 следует, что все статистически значимые коэффициенты R_{tr} положительны и поэтому во всех этих случаях имеет место рост температуры воздуха в июле. Притом для наблюдаемых рядов число статистически значимых R_{tr} равно 30 из 38 рядов или 79% случаев, а для восстановленных рядов число статистически значимых положительных R_{tr} больше и равно 32 или 84% всех случаев. Среднее по территории значение составляет $R=0.44$ и $R=0.44$ для наблюдаемых и восстановленных, Максимальный положительный R наблюдается $R=0,8$ (Тринидад-Тобаго) и для восстановленных $R=0,77$ (Атабапо)

Число эффективных моделей линейного тренда (при $\Delta > 10\%$) равно 28 (74% случаев) для многолетних наблюдаемых рядов и равно 30 (79%) для восстановленных рядов. Причем число эффективных и статистически значимых моделей (при $F_{tr} > F_{крит}$) равно 6 для наблюдаемых рядов и 5 случаев для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta_{tr} = 39.6\%$ (метеостанция Тринидад-Тобаго) для наблюдаемых рядов и $\Delta_{tr} = 36.5\%$ для восстановленных рядов. В среднем для модели тренда $\Delta = 15.3\%$ для наблюдаемых рядов и среднем $\Delta = 16.1\%$ для восстановленных рядов.

Число эффективных моделей ступенчатых изменений (при $\Delta > 10\%$) составляет 29 (76% случаев) для наблюдаемых рядов и 34 (89%) для восстановленных рядов. Число эффективных и статистически значимых моделей равно 14 для наблюдаемых, и 17 для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta = 46.2\%$ для наблюдаемых и 40.3% для восстановленных рядов. В среднем для модели $\Delta = 18.8\%$ для наблюдаемых и $\Delta = 21.6\%$ для восстановленных рядов.

В целом можно сделать вывод, что для рядов температур июля более подходящей является модель ступенчатых изменений, чем модель тренда, т.к. для нее в среднем $\Delta = 19-22\%$, а для модели тренда $\Delta = 15-16\%$. Процент нестационарных моделей температур июля практически самый большой и достигает 76-79% (по значимым $\Delta_{ст}$ и R_{tr}) наблюдаемых и еще больше для восстановленных рядов 76-84%.

Таблица 3.7

*Результаты оценки нестационарных моделей для октября многолетних
наблюдаемых температурных рядов (Венесуэла)*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	ТК	N	RTP
78970	23.2	31.7	1.7	2.15	1981	1946	2022	77	0.64
78982	14	20.5	1.35	1.58	1996	1951	2022	72	0.51
80035	17	17.6	1.45	1.47	1991	1974	2022	48	0.56
80138	0.9	3.3	1.02	1.07	1994	1971	2004	34	0.14
80139	20.3	27.7	1.57	1.91	1997	1971	2022	51	0.6
80403	6.3	12.2	1.14	1.3	1991	1951	2018	68	0.35
80407	21.6	21.8	1.63	1.64	1991	1978	2017	40	0.62
80410	3.3	13.7	1.07	1.34	2004	1938	2022	85	0.26
80412	8.8	9.3	1.2	1.22	2008	1992	2022	30	0.41
80413	12.9	21.8	1.32	1.64	1987	1935	2020	86	0.49
80415	3.3	11.9	1.07	1.29	2000	1951	2022	72	0.25
80416	16.5	19.8	1.43	1.55	1990	1964	2020	57	0.55
80419	10.4	19.1	1.25	1.53	2002	1938	2020	83	0.44
80421	11.8	15.8	1.29	1.41	2002	1975	2022	48	0.47
80423	6.2	8.9	1.14	1.21	1981	1937	2017	81	-0.35
80428	1.2	4.1	1.03	1.09	1985	1974	2021	47	-0.16
80431	7.6	14.5	1.17	1.37	2002	1987	2021	35	0.38
80432	11	8.7	1.26	1.2	2002	1992	2013	22	0.46
80433	15	13.8	1.39	1.35	2002	1992	2017	26	0.53
80435	14.4	22	1.37	1.65	2003	1951	2018	68	0.52
80438	15.2	24.2	1.39	1.74	1997	1915	2018	104	0.53
80440	0	0.4	1	1.01	2010	1992	2020	29	0.02
80444	0.6	5.9	1.01	1.13	1940	1917	2017	101	0.11
80447	20.9	28.6	1.6	1.96	1950	1940	2018	79	0.61
80448	1.8	3.3	1.04	1.07	1995	1974	2022	48	0.19
80450	0.8	9.2	1.02	1.21	2001	1938	2017	79	0.13
80453	4.5	21.7	1.1	1.63	2005	1951	2015	64	-0.3
80457	0.6	4.2	1.01	1.09	1996	1958	2020	63	0.11
80458	22.5	27.9	1.66	1.92	1987	1972	2003	27	0.63
80462	2.9	15.6	1.06	1.4	1997	1941	2016	76	0.24
81002	4.4	11.4	1.09	1.27	1994	1950	2022	73	0.29
81005	8.3	7.9	1.19	1.18	2011	1974	2022	48	0.4
81100	5.1	8.3	1.11	1.19	2012	1973	2022	50	0.31
82024	37	32.4	2.52	2.19	1987	1973	2018	28	0.78
82025	4.7	4.6	1.1	1.1	2012	1974	2022	23	0.3
82103	1.3	0	1.03	1	2012	1967	1978	12	-0.16
82106	30.7	29	2.08	1.98	1976	1931	2020	78	0.72
82107	9.1	0	1.21	1	1976	1967	1983	17	0.42

Таблица 3.8

*Результаты оценки нестационарных моделей для октября многолетних
восстановлениях температурных рядов (Венесуэла)*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	Тк	N	RTP
78970	23.2	31.7	1.7	2.15	1981	1946	2022	77	0.64
78982	14	20.5	1.35	1.58	1996	1951	2022	72	0.51
80035	19.8	24.4	1.55	1.75	1989	1967	2022	55	0.6
80138	2.9	4.2	1.06	1.09	2010	1967	2020	54	0.24
80139	20.3	27.7	1.57	1.91	1997	1971	2022	51	0.6
80403	6.3	12.2	1.14	1.3	1991	1951	2018	68	0.35
80407	18	22.3	1.49	1.66	1993	1973	2022	50	0.57
80410	3.3	13.7	1.07	1.34	2004	1938	2022	85	0.26
80412	8.8	9.3	1.2	1.22	2008	1992	2022	30	0.41
80413	12.9	21.8	1.32	1.64	1987	1935	2020	86	0.49
80415	3.3	11.9	1.07	1.29	2000	1951	2022	72	0.25
80416	16.5	19.8	1.43	1.55	1990	1964	2020	57	0.55
80419	10.4	19.1	1.25	1.53	2002	1938	2020	83	0.44
80421	11.8	15.8	1.29	1.41	2002	1975	2022	48	0.47
80423	6.2	8.9	1.14	1.21	1981	1937	2017	81	-0.35
80428	23.2	23.5	1.7	1.71	2002	1938	2021	84	0.64
80431	7.6	14.5	1.17	1.37	2002	1987	2021	35	0.38
80432	28	30.7	1.93	2.08	1989	1964	2022	59	0.69
80433	13	20.8	1.32	1.59	1997	1971	2022	51	0.49
80435	14.4	22	1.37	1.65	2003	1951	2018	68	0.52
80438	15.5	20.8	1.4	1.6	1997	1915	2022	108	0.53
80440	0	0.4	1	1.01	2010	1992	2020	29	0.02
80444	0.6	5.9	1.01	1.13	1940	1917	2017	101	0.11
80447	20.9	28.6	1.6	1.96	1950	1940	2018	79	0.61
80448	3	6.3	1.06	1.14	1995	1973	2022	49	0.24
80450	0.6	6.3	1.01	1.14	1996	1938	2022	84	0.11
80453	3.3	14.0	1.07	1.35	2005	1951	2021	67	-0.26
80457	0.6	4.2	1.01	1.09	1996	1958	2020	63	0.11
80458	17.7	32.5	1.48	2.19	1981	1967	2020	52	0.57
80462	3.9	15.3	1.08	1.4	1997	1941	2022	82	0.28
81002	4.4	11.4	1.09	1.27	1994	1950	2022	73	0.29
81005	5.8	13.5	1.13	1.34	2012	1951	2022	72	0.34
81100	3.2	6.3	1.07	1.14	2012	1951	2022	72	0.25
82024	9.3	15.5	1.22	1.4	1989	1971	2022	52	0.42
82025	1.9	13.3	1.04	1.33	1997	1941	2022	82	0.19
82103	1.3	0	1.03	1	2012	1967	1978	12	-0.16
82106	24.4	24.5	1.75	1.75	1987	1931	2020	80	0.65
82107	3.6	11.3	1.08	1.27	1979	1946	2020	74	0.27

Из результатов таблиц 3.7 и 3.8 следует, что все статистически значимые коэффициенты Rтр положительны и поэтому во всех этих случаях имеет место рост температуры воздуха октября. При этом для наблюдаемых рядов число

статистически значимых R_{tr} равно 24 из 38 рядов или 63% случаев, а для восстановленных рядов число статистически значимых R_{tr} 22 или 58 % всех случаев. Среднее по территории значение составляет $R=0.36$ в обоих случаях, Максимальный положительный R наблюдается $R=0,78$ (Боа Виста) и для восстановленных $R=0,69$ (Калабозо).

Число эффективных моделей линейного тренда (при $\Delta > 10\%$) равно 17 (45% случаев) для многолетних наблюдаемых рядов и равно 16 (42%) для восстановленных рядов. Причем число эффективных и статистически значимых моделей (при $F_{tr} > F_{крит}$) равно всего 2 для наблюдаемых рядов и 3 случая для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta_{tr} = 30.7\%$ (метеостанция Сао Габриель) для наблюдаемых рядов и $\Delta_{tr} = 24.4\%$ для восстановленных рядов. В среднем для модели тренда $\Delta = 10.4\%$ для наблюдаемых рядов и среднем $\Delta = 10.1\%$ для восстановленных рядов.

Число эффективных моделей ступенчатых изменений (при $\Delta > 10\%$) составляет 23 (61% случаев). для наблюдаемых рядов и 28 (74%) для восстановленных рядов. Число эффективных и статистически значимых моделей равно 7 для наблюдаемых, и 8 для восстановленных рядов. Наибольшие значения $\Delta = 32.4\%$ для наблюдаемых и 32.5% для восстановленных рядов. В среднем для модели $\Delta = 14.5\%$ для наблюдаемых и $\Delta = 15,9\%$ для восстановленных рядов.

В целом можно сделать вывод, что для рядов температур октября более подходящей является модель ступенчатых изменений, чем модель тренда, т.к. для нее в среднем $\Delta = 14-15\%$, а для модели тренда $\Delta = 10\%$. Процент нестационарных моделей температур октября умеренный и достигает 61-63% (по значимым $\Delta_{ст}$ и R_{tr}) для наблюдаемых рядов и 63-74% для восстановленных рядов.

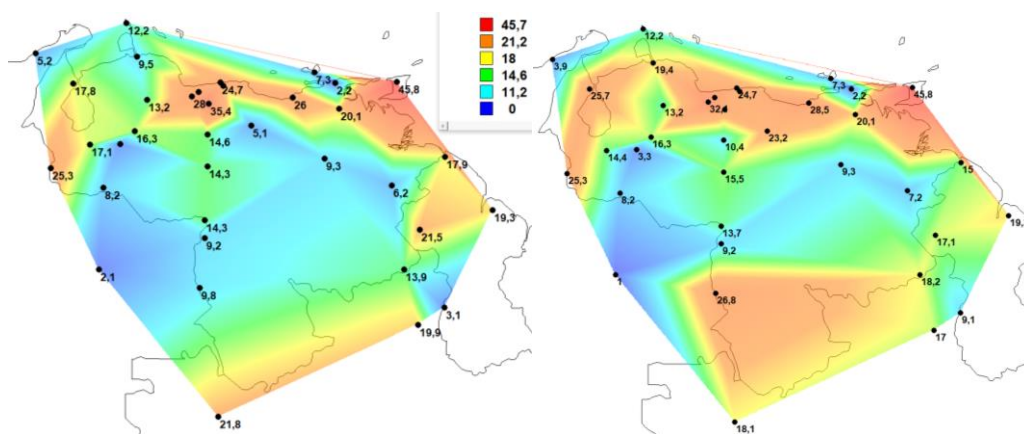
Поэтому из всех месяцев, самая нестационарная температура в январе и июле (76-84%) и меньший процент нестационарных рядов в апреле (50-60%) и октябре (63-74%). Причем с учетом рядов, приведенных к многолетнему

периоду, процент нестационарности выше, чем для рядов только с наблюдаемыми данными.

Для количественной оценки климатических изменений во многолетних рядах температур были рассчитаны разности средних температур за два периода времени $\Delta(^{\circ}\text{C}) = \text{cp2} - \text{cp1}$, а также их отношение к естественной изменчивости **SIGMA** (среднему квадратическому отклонению или СКО), которые приведены в табл. 3.9-3.12 для наблюдаемых и восстановленных данных. Эти относительные изменения Δ/Sigma показывают, какая часть общей естественной изменчивости обусловлена современным изменением климата. Если это отношение больше 1, то современные изменения климата превышают СКО. Разделение ряда на 2 части осуществлялось по вычисленному оптимальному году перехода от одних стационарных условий к другим.

3.2. Пространственное обобщение параметров нестационарных моделей

Для оценки пространственной распределенности выявленной нестационарности следует построить пространственную интерполяционную модель рассчитанных отклонений от стационарной модели. Такие модели были построены для $\Delta_{\text{ст}}$, R , Δ , Δ/Sigma для всех рассматриваемых месяцев как для наблюдаемых, так и с включением восстановленных данных и результаты приведены на рис.3.1 – 3.4.



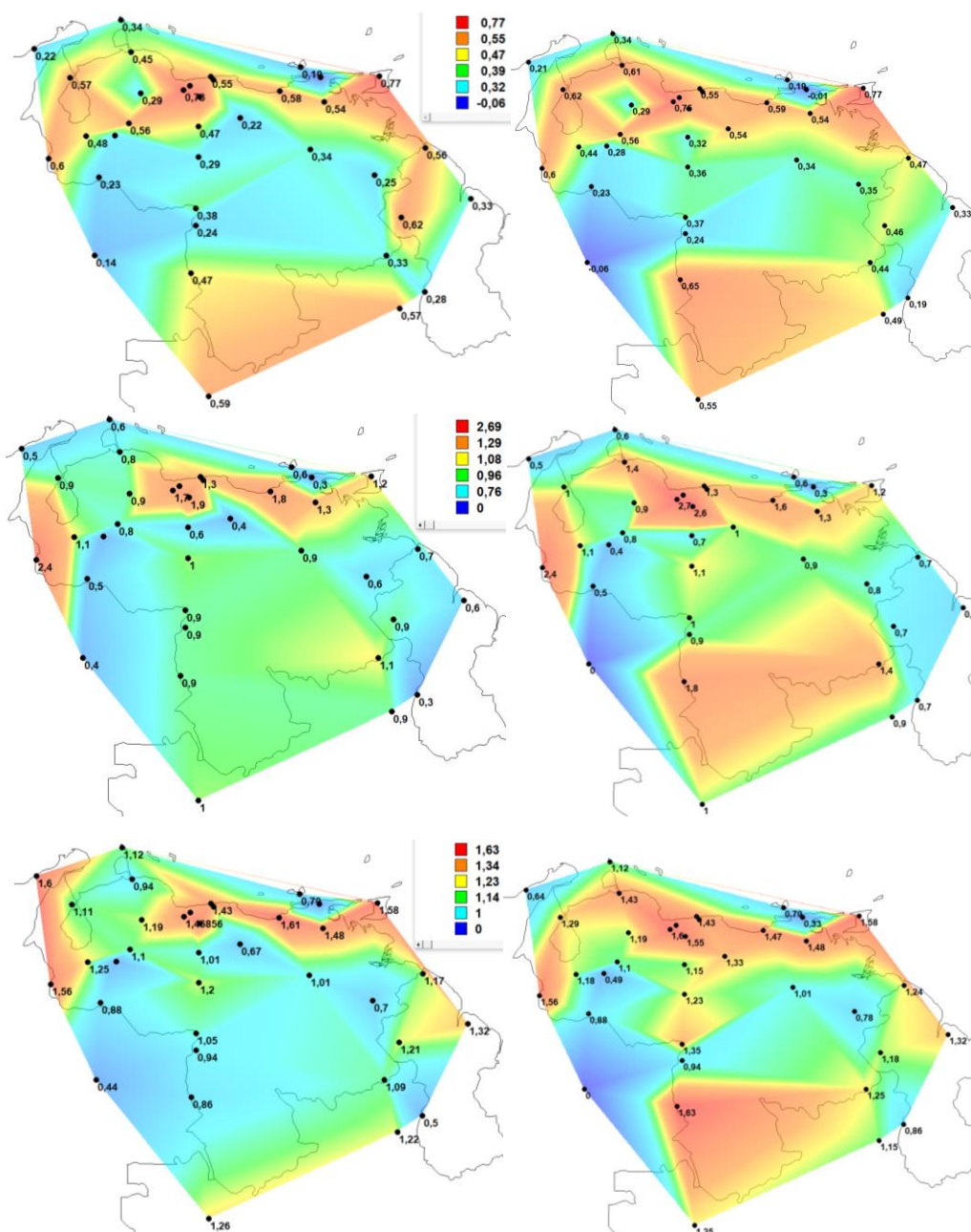


Рисунок 3.1. Пространственные распределения показателей нестационарности и количественных изменений температур января, где сверху вниз: Δt , R , Δ , Δ/Sigma , слева – по наблюдаемым данным, справа – с учетом восстановленных

Как видно из пространственных распределений Δt , R , Δ , Δ/Sigma , рис.3.1. области нестационарности преобладают на севере и юге. В центральной части, где находятся тропические леса бассейна Амазонки изменения намного меньше. Мы также видим, что Δ и Δ/Sigma имеют увеличение на севере и в бассейне Амазонки и уменьшение в направлении венесуэльских Анд. Область с нестационарными моделями на юге выделяется

только на основе восстановленных данных, которые дают более точную пространственную картину нестационарности.

Количественные оценки показателей нестационарности для наблюдаемых и восстановленных рядов температур января приведены в табл.3.9.

Таблица 3.9.

Сравнение показателей нестационарности температур января по наблюдаемым данным и по приведенным к многолетнему периоду

Код	Δтр, %		Δст, %		RTP		Δ в °С		Δ/СКО	
	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.
78970	36,3	36,3	45,8	45,8	0,77	0,77	1,2	1,2	1,58	1,58
78982	5,9	5,9	12,2	12,2	0,34	0,34	0,6	0,6	1,12	1,12
80035	2,4	2,3	5,2	3,9	0,22	0,21	0,5	0,5	1,60	0,64
80138	1	0,2	2,1	1	0,14	-0,06	0,4	0,0	0,44	0,00
80139	7,4	7	14,3	13,7	0,38	0,37	0,9	1,0	1,05	1,35
80403	10,7	20,8	9,5	19,4	0,45	0,61	0,8	1,4	0,94	1,43
80407	17,8	21,6	17,8	25,7	0,57	0,62	0,9	1,0	1,11	1,29
80410	4,3	4,3	13,2	13,2	0,29	0,29	0,9	0,9	1,19	1,19
80412	32,2	33,8	28	32,1	0,73	0,75	1,7	2,7	1,47	1,60
80413	23,7	21,3	25,5	24,1	0,65	0,62	1,6	1,6	1,33	1,33
80415	16,3	16,3	24,7	24,7	0,55	0,55	1,3	1,3	1,43	1,43
80416	11,6	13	15,4	13	0,47	0,49	1,5	1,3	1,11	1,01
80419	18,8	19,3	26	28,5	0,58	0,59	1,8	1,6	1,61	1,47
80421	1,8	1,8	7,3	7,3	0,19	0,19	0,6	0,6	0,79	0,79
80423	0	0	2,2	2,2	-0,01	-0,01	0,3	0,3	0,33	0,33
80428	17,4	17,4	16,3	16,3	0,56	0,56	0,8	0,8	1,10	1,10
80431	31,7	20,6	35,4	25,5	0,73	0,61	1,9	2,6	1,54	1,55
80432	11,7	5,4	14,6	10,4	0,47	0,32	0,6	0,7	1,01	1,15
80433	2,5	15,8	5,1	23,2	0,22	0,54	0,4	1,0	0,67	1,33
80435	16	16	20,1	20,1	0,54	0,54	1,3	1,3	1,48	1,48
80438	12,5	10,3	17,1	14,4	0,48	0,44	1,1	1,1	1,25	1,18
80440	4	4	3,3	3,3	0,28	0,28	0,4	0,4	0,49	0,49
80444	6,1	6,1	9,3	9,3	0,34	0,34	0,9	0,9	1,01	1,01
80447	20	20	25,3	25,3	0,6	0,6	2,4	2,4	1,56	1,56
80448	2,7	2,7	8,2	8,2	0,23	0,23	0,5	0,5	0,88	0,88
80450	4,4	6,6	14,3	15,5	0,29	0,36	1,0	1,1	1,20	1,23
80453	3,2	6,2	6,2	7,2	0,25	0,35	0,6	0,8	0,70	0,78
80457	2,8	2,8	9,2	9,2	0,24	0,24	0,9	0,9	0,94	0,94
80458	11,6	24,2	9,8	26,8	0,47	0,65	0,9	1,8	0,86	1,63
80462	5,7	10,1	13,9	18,2	0,33	0,44	1,1	1,4	1,09	1,25
81002	5,6	5,6	19,3	19,3	0,33	0,33	0,6	0,6	1,32	1,32
81005	21,4	11,1	21,5	17,1	0,62	0,46	0,9	0,7	1,21	1,18
81100	16,9	11,8	17,9	15	0,56	0,47	0,7	0,7	1,17	1,24
82024	17,5	12,7	19,9	17	0,57	0,49	0,9	0,9	1,22	1,15
82025	3,9	1,9	3,1	9,1	0,28	0,19	0,3	0,7	0,50	0,86
82106	19,5	16,7	21,8	18,1	0,59	0,55	1,0	1,0	1,26	1,25

Средний рост температур по территории составляет 1.0°C по наблюдаемым и 1.1°C по восстановленным данным. Изменения роста составляют от $0,0 - 0,3^{\circ}\text{C}$ в центре (тропические леса) до $1,5-1,6^{\circ}\text{C}$ и даже до $2,0^{\circ}\text{C}$ на севере и юге.



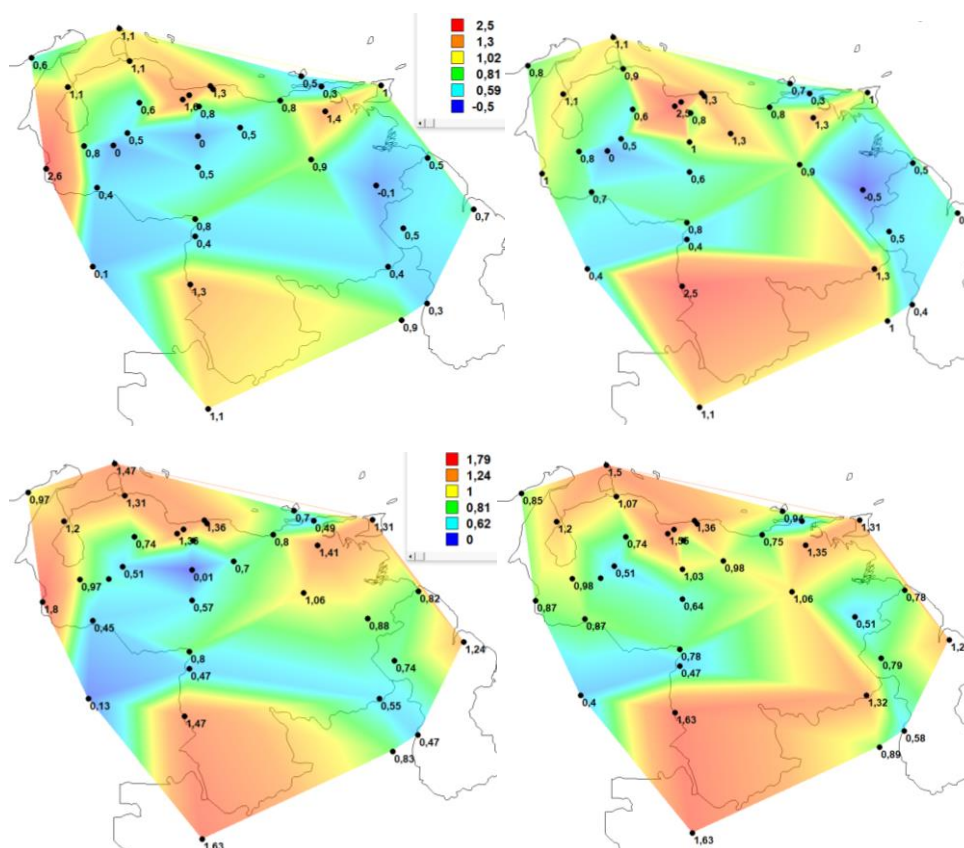


Рисунок 3.2. Пространственные распределения показателей нестационарности и количественных изменений температур апреля, где сверху вниз: Δ_{st} , R , Δ , Δ/Σ , слева – по наблюдаемым данным, справа – с учетом восстановленных

Как видно из рис.3.2 пространственных распределений Δ_{st} , R , Δ , Δ/Σ , районы нетационарности и роста температур преобладают на севере и юге. На юге в джунглях гораздо меньше и немного больше в Андах. Мы также видим, что Δ и Δ/Σ имеют увеличение на севере и юге, но есть уменьшение на западе территории.

Количественные оценки показателей нестационарности для наблюдаемых и восстановленных рядов температур апреля приедены в табл.3.10.

Таблица 3.10.

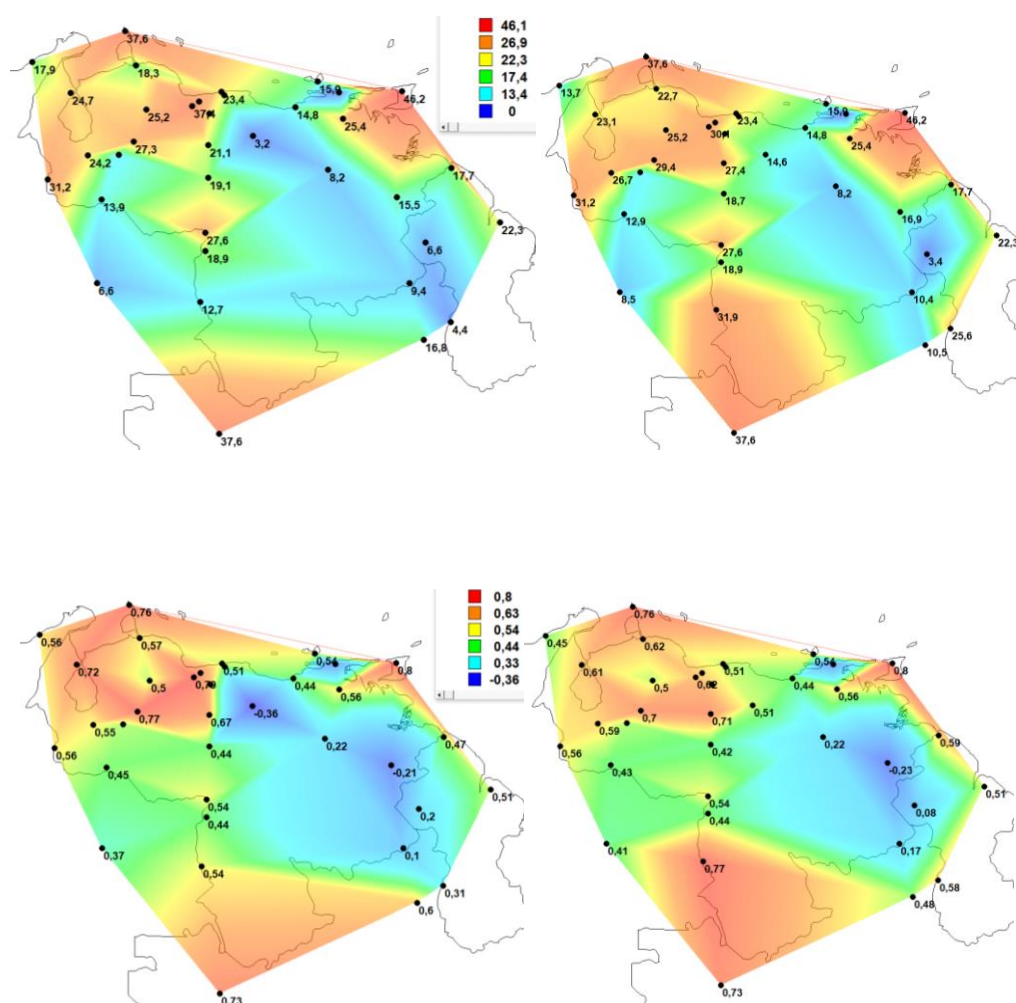
Сравнение показателей нестационарности температур апреля по наблюдаемым данным и по приведенным к многолетнему периоду

Код	Δ_{tr} , %		Δ_{st} , %		RTP		Δ в °C		Δ/CKO	
	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.
78970	15	15	23,4	23,4	0,53	0,53	1,0	1,0	1,31	1,31
78982	27,5	21,4	33,2	26,9	0,69	0,62	1,1	1,1	1,47	1,50
80035	10,9	13,2	11,7	10,3	0,45	0,5	0,6	0,8	0,97	0,85

80138	0,9	0,3	7,1	2,3	-0,14	0,08	0,1	0,4	0,13	0,40
80139	1	1,9	6,1	6,5	0,14	0,2	0,8	0,8	0,80	0,78
80403	16,3	16,9	16,3	17,3	0,55	0,56	1,1	0,9	1,31	1,07
80407	21,6	21,6	16,8	16,8	0,62	0,62	1,1	1,1	1,20	1,20
80410	3,3	3,3	7,2	7,2	0,26	0,26	0,6	0,6	0,74	0,74
80412	22,5	36,6	28,7	34,1	0,63	0,77	1,6	2,5	1,36	1,55
80413	7,3	7,3	13,4	13,4	0,37	0,37	1,1	1,1	0,99	0,99
80415	16	16	21,7	21,7	0,54	0,54	1,3	1,3	1,36	1,36
80416	6	6	7,9	7,9	0,34	0,34	1,5	1,5	0,93	0,93
80419	7,8	7,9	8	8,6	0,39	0,39	0,8	0,8	0,80	0,75
80421	2	6,6	6,1	9,4	0,2	0,36	0,5	0,7	0,70	0,94
80423	1	0,5	3,2	2,6	0,14	0,1	0,3	0,3	0,49	0,43
80428	0,9	0,9	2,6	2,6	0,13	0,13	0,5	0,5	0,51	0,51
80431	3	3	8,9	8,9	0,24	0,24	0,8	0,8	0,84	0,84
80432	1,4	6,9	0,8	10,3	-0,17	0,37	0,0	1,0	0,01	1,03
80433	4,4	4,7	6,6	12,6	0,29	0,3	0,5	1,3	0,70	0,98
80435	8	6,6	20,7	16	0,39	0,36	1,4	1,3	1,41	1,35
80438	5,7	6,6	10,8	12,8	0,33	0,36	0,8	0,8	0,97	0,98
80440	4,1	4,1	5,7	5,7	-0,28	-0,28	0,0	0,0	0,68	0,68
80444	9,6	9,6	10,6	10,6	0,43	0,43	0,9	0,9	1,06	1,06
80447	16,9	6,5	19,9	9,9	0,56	0,36	2,6	1,0	1,80	0,87
80448	3,3	0,7	4,1	4,2	-0,25	0,12	0,4	0,7	0,45	0,87
80450	1,9	3	4,1	4,9	0,2	0,24	0,5	0,6	0,57	0,64
80453	0	0	5,6	1,9	-0,01	0,02	-0,1	-0,5	0,88	0,51
80457	0,4	0,4	2,6	2,6	0,09	0,09	0,4	0,4	0,47	0,47
80458	28,9	45,5	31,4	42,3	0,7	0,84	1,3	2,5	1,47	1,63
80462	0,4	4,2	3,1	13,1	0,09	0,29	0,4	1,3	0,55	1,32
81002	16	16	20	20	0,54	0,54	0,7	0,7	1,24	1,24
81005	7,1	10,6	7,2	11,5	0,37	0,45	0,5	0,5	0,74	0,79
81100	2,1	7,5	5,8	9,4	0,2	0,38	0,5	0,5	0,82	0,78
82024	5,1	3,6	7,8	7,1	0,31	0,27	0,9	1,0	0,83	0,89
82025	0	0,1	2,9	1,4	0,01	0,03	0,3	0,4	0,47	0,58
82106	35,2	35,2	42,5	42,5	0,76	0,76	1,1	1,1	1,63	1,63

Как следует из табл. 3.10, что в 21 случаях из 38 (55% от всех случаев) изменения средних превышают Δ/δ для наблюдаемых рядов и 18 (47%) для восстановленных рядов. Причем наибольшее для наблюдаемых $\Delta/\delta = 1.8$ (метеостанция Санкт Антонио) и $\Delta/\delta = 1.5$ (метеостанция Тринидад-Тобаго и Валенсия) для восстановленных. Также имеет место рост средних температур от 0.1°C на станции Лас Гавиотас до 2.6°C на станции Санкт Антонио для наблюдаемых и для восстановленных от 0.3°C на станции Гуирия до 2.5°C на станции Валенсия и Атабапо. Наблюдается снижение средней температуры, ниже 0,6 °C на станции Баринас для наблюдаемых и для восстановленных снижение на 0.5°C на станции Тумеремо.

Средний рост температур по территории составляет 0.8°C по наблюдаемым и 0.9°C по восстановленным данным. Изменения роста составляют от $0,0 - 0,3^{\circ}\text{C}$ в центре (тропические леса) до $1,5-1,6^{\circ}\text{C}$ и даже до $2,5^{\circ}\text{C}$ на севере и юге. Есть даже станция с небольшим уменьшением температуры (Баринас).



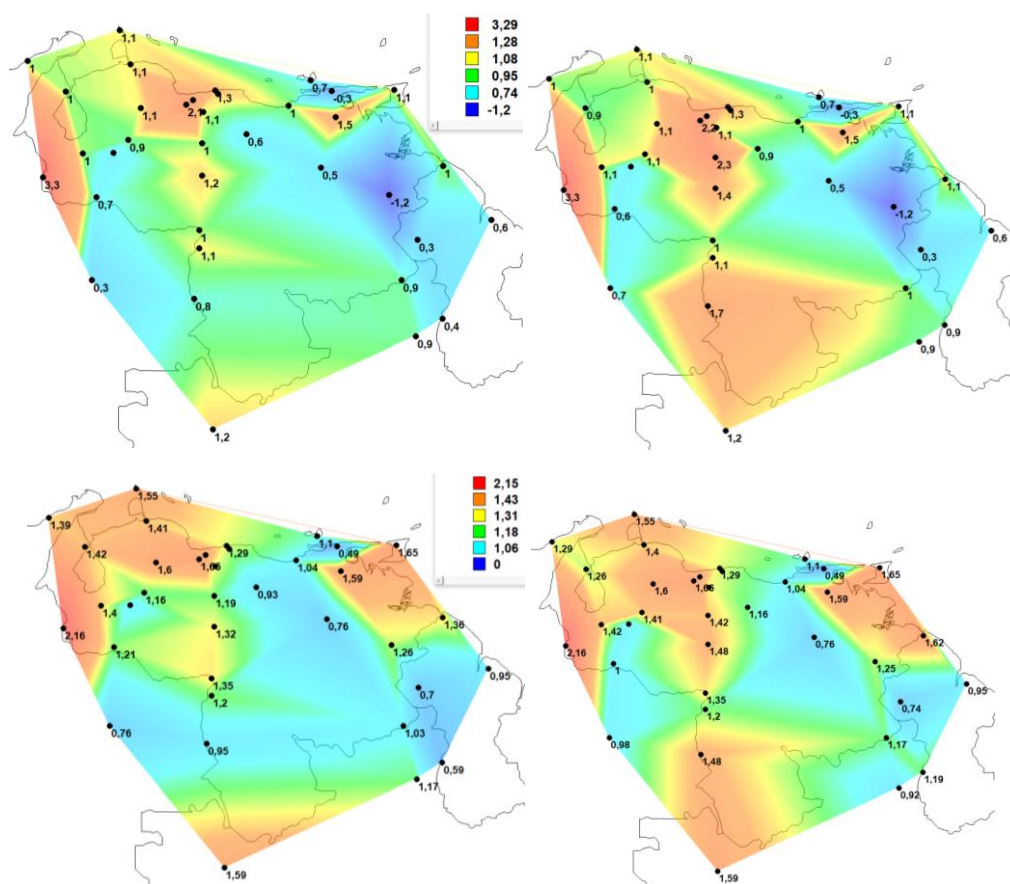


Рисунок 3.3. Пространственные распределения показателей нестационарности и количественных изменений температур июля, где сверху вниз: Δ_{st} , R , Δ , Δ/Sigma , слева – по наблюдаемым данным, справа – с учетом восстановленных

Как видно из рис.3.3 пространственных распределений Δ_{st} , R , Δ , Δ/Sigma , Нестабильные зоны доминируют на севере, а на юге - в джунглях. Мы также видим, что Δ и $\Delta/\text{СКО}$ имеют увеличение на севере, в центре и на юге, но есть небольшое снижение на северо-западе территории.

В табл.3.11 дано сравнение показателей нестационарности по наблюдаемым и восстановленным данным.

Таблица 3.11.

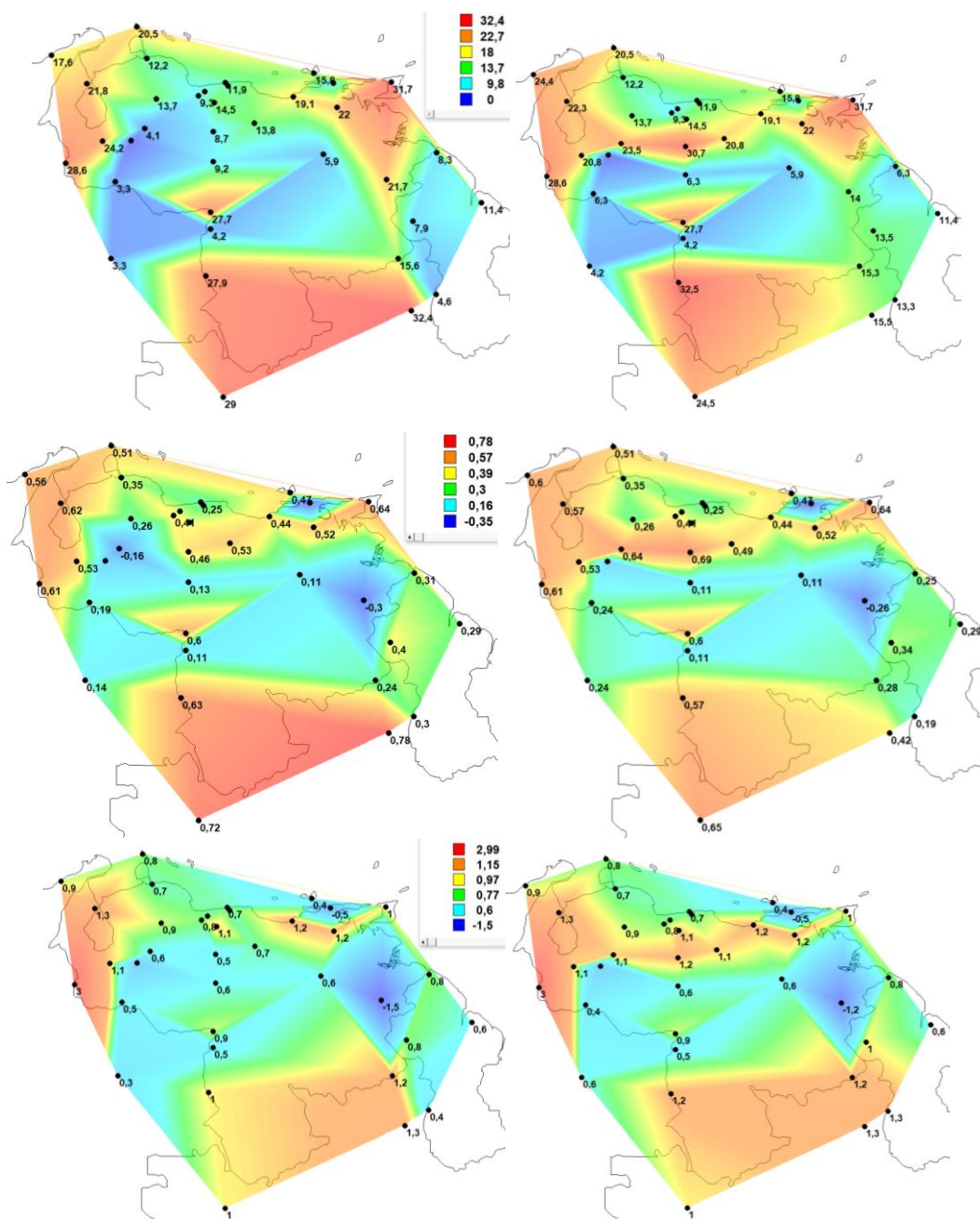
Сравнение показателей нестационарности температур июля по наблюдаемым данным и по приведенным к многолетнему периоду

Код	Δ_{tr} , %		Δ_{st} , %		RTP		Δ в °C		$\Delta/\text{СКО}$	
	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.
78970	39,6	39,6	46,2	46,2	0,8	0,8	1,1	1,1	1,65	1,65
78982	35,1	35,1	37,6	37,6	0,76	0,76	1,1	1,1	1,55	1,55
80035	17,4	10,6	17,9	13,7	0,56	0,45	1,0	1,0	1,39	1,29
80138	7	8,9	6,6	8,5	0,37	0,41	0,3	0,7	0,76	0,98
80139	16,1	16,1	27,6	27,6	0,54	0,54	1,0	1,0	1,35	1,35
80403	17,9	21,5	18,3	22,7	0,57	0,62	1,1	1,0	1,41	1,40

80407	30,2	20,5	24,7	23,1	0,72	0,61	1,0	0,9	1,42	1,26
80410	13,2	13,2	25,2	25,2	0,5	0,5	1,1	1,1	1,60	1,60
80412	38,1	21,7	37,4	30,1	0,79	0,62	2,1	2,2	1,66	1,66
80413	17,5	17,5	25,2	25,2	0,56	0,56	1,3	1,3	1,54	1,54
80415	14	14	23,4	23,4	0,51	0,51	1,3	1,3	1,29	1,29
80416	14,4	14,4	16	16	0,52	0,52	1,2	1,2	1,11	1,11
80419	10,2	10,2	14,8	14,8	0,44	0,44	1,0	1,0	1,04	1,04
80421	15,8	15,8	15,9	15,9	0,54	0,54	0,7	0,7	1,10	1,10
80423	0,7	0,7	2,6	2,6	-0,12	-0,12	-0,3	-0,3	0,49	0,49
80428	36,4	28,3	27,3	29,4	0,77	0,7	0,9	1,1	1,16	1,41
80431	22,7	20,4	25	21,7	0,63	0,6	1,1	1,1	1,32	1,33
80432	25,5	29,3	21,1	27,4	0,67	0,71	1,0	2,3	1,19	1,42
80433	6,8	14,2	3,2	14,6	-0,36	0,51	0,6	0,9	0,93	1,16
80435	16,9	16,9	25,4	25,4	0,56	0,56	1,5	1,5	1,59	1,59
80438	16,4	19,4	24,2	26,7	0,55	0,59	1,0	1,1	1,40	1,42
80440	13	13	12,9	12,9	0,49	0,49	0,6	0,6	0,99	0,99
80444	2,5	2,5	8,2	8,2	0,22	0,22	0,5	0,5	0,76	0,76
80447	17,2	17,2	31,2	31,2	0,56	0,56	3,3	3,3	2,16	2,16
80448	10,8	9,8	13,9	12,9	0,45	0,43	0,7	0,6	1,21	1,00
80450	10,3	9,1	19,1	18,7	0,44	0,42	1,2	1,4	1,32	1,48
80453	2,2	2,7	15,5	16,9	-0,21	-0,23	-1,2	-1,2	1,26	1,25
80457	10	10	18,9	18,9	0,44	0,44	1,1	1,1	1,20	1,20
80458	15,6	36,5	12,7	31,9	0,54	0,77	0,8	1,7	0,95	1,48
80462	0,5	1,4	9,4	10,4	0,1	0,17	0,9	1,0	1,03	1,17
81002	14	14	22,3	22,3	0,51	0,51	0,6	0,6	0,95	0,95
81005	1,9	0,3	6,6	3,4	0,2	0,08	0,3	0,3	0,70	0,74
81100	11,8	18,9	17,7	17,7	0,47	0,59	1,0	1,1	1,36	1,62
82024	19,9	12,1	16,8	10,5	0,6	0,48	0,9	0,9	1,17	0,92
82025	5	18,8	4,4	25,6	0,31	0,58	0,4	0,9	0,59	1,19
82106	31,3	31,3	37,6	37,6	0,73	0,73	1,2	1,2	1,59	1,59

Как следует из табл. 3.11, что в 25 случаях из 38 (66% от всех случаев) изменения средних превышают Δ/δ для наблюдаемых рядов и 27 (71%) для восстановленных рядов. Причем наибольшее для наблюдаемых $\Delta/\delta = 2.2$ (метеостанция Санкт Антонио) и $\Delta/\delta = 1.7$ (метеостанция Валенсия) для восстановленных. Также имеет место рост средних температур от 0.3°C на станции Лас Гавиотас и Камаранг до 3.3°C на станции Санкт Антонио для наблюдаемых и для восстановленных от 0.3°C на станции Камаранг до 2.3°C на станции Калабозо. Наблюдается снижение средней температуры, ниже 1.2°C на станции Тумеремо для наблюдаемых и для восстановленных снижение на 2.5°C на станции Река Исана.

Средний рост температур по территории составляет 0.9°C по наблюдаемым и 1.0°C по восстановленным данным. Изменения роста составляют от $0,0 - 0,3^{\circ}\text{C}$ в центре (тропические леса) до $3,3^{\circ}\text{C}$.



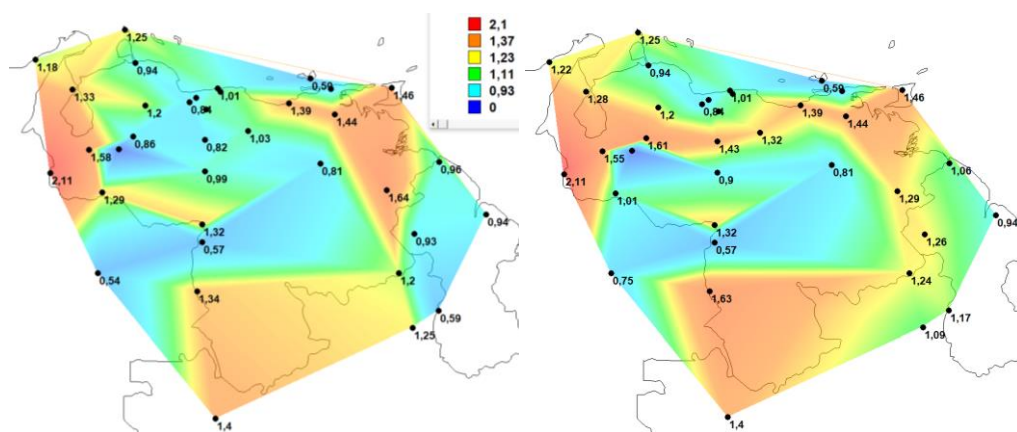


Рисунок 3.4. Пространственные распределения показателей нестационарности и количественных изменений температур июля, где сверху вниз: $\Delta_{ст}$, R , Δ , Δ/Σ , слева – по наблюдаемым данным, справа – с учетом восстановленных

Как видно из рис.3.4 пространственных распределений $\Delta_{ст}$, R , Δ , Δ/Σ , на севере страны преобладают нестабильные районы, а на юге наблюдается некоторое снижение. Мы также видим, что Δ и Δ/Σ имеют умеренный рост на севере, востоке и юге, но есть небольшое снижение на юго-востоке территории.

В табл.3.12 дано сравнение показателей нестационарности по наблюдаемым и восстановленным данным температур октября.

Таблица 3.12.

Сравнение показателей нестационарности температур октября по наблюдаемым данным и по приведенным к многолетнему периоду

Код	$\Delta_{тр}$, %		$\Delta_{ст}$, %		R_{TP}		Δ в °C		Δ/CKO	
	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.
78970	23,2	23,2	31,7	31,7	0,64	0,64	1,0	1,0	1,46	1,46
78982	14	14	20,5	20,5	0,51	0,51	0,8	0,8	1,25	1,25
80035	17	19,8	17,6	24,4	0,56	0,6	0,9	0,9	1,18	1,22
80138	0,9	2,9	3,3	4,2	0,14	0,24	0,3	0,6	0,54	0,75
80139	20,3	20,3	27,7	27,7	0,6	0,6	0,9	0,9	1,32	1,32
80403	6,3	6,3	12,2	12,2	0,35	0,35	0,7	0,7	0,94	0,94
80407	21,6	18	21,8	22,3	0,62	0,57	1,3	1,3	1,33	1,28
80410	3,3	3,3	13,7	13,7	0,26	0,26	0,9	0,9	1,20	1,20
80412	8,8	8,8	9,3	9,3	0,41	0,41	0,8	0,8	0,84	0,84
80413	12,9	12,9	21,8	21,8	0,49	0,49	1,0	1,0	1,29	1,29
80415	3,3	3,3	11,9	11,9	0,25	0,25	0,7	0,7	1,01	1,01
80416	16,5	16,5	19,8	19,8	0,55	0,55	1,4	1,4	1,20	1,20
80419	10,4	10,4	19,1	19,1	0,44	0,44	1,2	1,2	1,39	1,39
80421	11,8	11,8	15,8	15,8	0,47	0,47	0,4	0,4	0,59	0,59
80423	6,2	6,2	8,9	8,9	-0,35	-0,35	-0,5	-0,5	0,81	0,81

80428	1,2	23,2	4,1	23,5	-0,16	0,64	0,6	1,1	0,86	1,61
80431	7,6	7,6	14,5	14,5	0,38	0,38	1,1	1,1	1,04	1,04
80432	11	28	8,7	30,7	0,46	0,69	0,5	1,2	0,82	1,43
80433	15	13	13,8	20,8	0,53	0,49	0,7	1,1	1,03	1,32
80435	14,4	14,4	22	22	0,52	0,52	1,2	1,2	1,44	1,44
80438	15,2	15,5	24,2	20,8	0,53	0,53	1,1	1,1	1,58	1,55
80440	0	0	0,4	0,4	0,02	0,02	-0,1	-0,1	0,17	0,17
80444	0,6	0,6	5,9	5,9	0,11	0,11	0,6	0,6	0,81	0,81
80447	20,9	20,9	28,6	28,6	0,61	0,61	3,0	3,0	2,11	2,11
80448	1,8	3	3,3	6,3	0,19	0,24	0,5	0,4	1,29	1,01
80450	0,8	0,6	9,2	6,3	0,13	0,11	0,6	0,6	0,99	0,90
80453	4,5	3,3	21,7	14,0	-0,3	-0,26	-1,5	-1,2	1,64	1,29
80457	0,6	0,6	4,2	4,2	0,11	0,11	0,5	0,5	0,57	0,57
80458	22,5	17,7	27,9	32,5	0,63	0,57	1,0	1,2	1,34	1,63
80462	2,9	3,9	15,6	15,3	0,24	0,28	1,2	1,2	1,20	1,24
81002	4,4	4,4	11,4	11,4	0,29	0,29	0,6	0,6	0,94	0,94
81005	8,3	5,8	7,9	13,5	0,4	0,34	0,8	1,0	0,93	1,26
81100	5,1	3,2	8,3	6,3	0,31	0,25	0,8	0,8	0,96	1,06
82024	37	9,3	32,4	15,5	0,78	0,42	1,3	1,3	1,25	1,09
82025	4,7	1,9	4,6	13,3	0,3	0,19	0,4	1,3	0,59	1,17
82106	30,7	24,4	29	24,5	0,72	0,65	1,0	1,0	1,40	1,40

Как следует из табл. 3.11, что в 26 случаях из 38 (68% от всех случаев) изменения средних превышают Δ/δ для наблюдаемых рядов и 22 (58%) для восстановленных рядов. Причем наибольшее для наблюдаемых $\Delta/\delta = 2.1$ (метеостанция Санкт Антонио) и $\Delta/\delta = 1.6$ (метеостанция Атабапо) для восстановленных. Также имеет место рост средних температур от 0.3°C на станции Лас Гавиотас до 3°C на станции Санкт Антонио для наблюдаемых и для восстановленных от 0.4°C на станции Гуасдуалито до 1.3°C на станции Маракайбо, Боа Виста и Летен. Наблюдается снижение средней температуры, ниже 1.5°C на станции Тумеремо для наблюдаемых и для восстановленных снижение на 1.2°C на станции Тумеремо.

Средний рост температур по территории составляет 1.1°C по наблюдаемым и 1.2°C по восстановленным данным. Изменения роста составляют от $0,0 - 0,3^{\circ}\text{C}$ в центре (тропические леса) до $1,5-1,6^{\circ}\text{C}$ и даже до $3,0^{\circ}\text{C}$ на севере и юге.

В целом по территории Венесуэлы установлен рост температур в среднем от $0,9^{\circ}\text{C}$ в апреле до 1.2°C в октябре ($1,0^{\circ}\text{C}$ в июле и $1,1^{\circ}\text{C}$ в декабре). Причем по восстановленным данным рост температуры в среднем получен на $0,1^{\circ}\text{C}$

больше, чем по данным наблюдений. Максимумы роста достигает до 2,5 – 3,0°C на станциях в северной и южной частях территории. Превышение СКО имеет место для 65% рядов в январе, 55% - в апреле, 71% в июле и 68% в октябре.

Глава 4. Современные изменений осадков

4.1. Расчет параметров моделей временных рядов

В результате аппроксимации многолетних временных рядов моделями линейного тренда и ступенчатых изменений рассчитывались показатели эффективности нестационарных моделей линейного тренда ($\Delta_{тр}$, %) и модели ступенчатых изменений ($\Delta_{ст}$, %) по отношению к модели стационарной выборки. Также рассчитывались статистики критерия Фишера для этих двух показателей эффективности ($F_{тр}$ и $F_{ст}$) и коэффициент корреляции модели линейного тренда ($R_{тр}$).

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 ($F_{крит}$) при уровне значимости $\alpha=5\%$. Отдельно для модели линейного тренда оценивается статистическая значимость коэффициента корреляции $R_{тр}$.

Для рядов наблюденных осадков в Венесуэле результаты представлены в Табл. 4.1 – 4.2 для наблюденных и восстановленных рядов осадков января,

в Табл.4.3 – 4.4 для наблюденных и восстановленных рядов осадков апреля,

в Табл.4.5 – 4.6 для наблюденных и восстановленных рядов осадков июля,

в Табл.4.7 – 4.8 для наблюденных и восстановленных рядов осадков октября,

Жирным в таблицах выделены ситуации эффективных моделей нестационарного среднего и статистически значимых $R_{тр}$ и значений

статистик критерия Фишера $F_{тр}$ и $F_{ст}$, превышающие их критические значения. В таблицах 4.1 – 4.8

Таблица 4.1

Результаты оценки эффективности нестационарных моделей многолетних рядов наблюдаемых осадков января

Код	$\Delta_{тр}, \%$	$\Delta_{ст}, \%$	$F_{тр}$	$F_{ст}$	$T_{ст}$	$T_{нач}$	$T_{к}$	N	$R_{ТР}$
78970	0.1	2.4	1	1.05	1997	1946	2023	73	0.05
78982	3.3	4.1	1.07	1.09	1976	1961	2023	33	-0.26
80035	2.6	3.1	1.06	1.06	1975	1964	2023	24	-0.23
80138	0.5	2.9	1.01	1.06	1994	1969	2004	36	-0.1
80139	0.8	1.9	1.02	1.04	1994	1968	2023	52	0.12
80403	0	0.9	1	1.02	2000	1921	2016	96	-0.02
80407	0.2	1.6	1	1.03	1956	1911	2016	100	0.06
80410	0.7	1.8	1.01	1.04	1957	1941	2022	77	-0.12
80412	0.1	2.3	1	1.05	2005	1994	2016	22	-0.04
80413	0.3	2.5	1.01	1.05	1973	1938	2022	79	-0.08
80415	1.8	2.8	1.04	1.06	1961	1951	2022	63	-0.19
80416	0	3.1	1	1.06	2005	1965	2016	49	0.01
80419	3	3.8	1.06	1.08	1931	1921	2016	86	-0.24
80421	0.0	2.3	1	1.05	2000	1987	2022	29	-0.01
80423	0	0.9	1	1.02	2005	1951	2015	61	-0.02
80428	1.9	3.3	1.04	1.07	1988	1952	2022	56	-0.19
80431	3.1	4.6	1.07	1.1	1973	1951	2022	60	-0.25
80432	0.4	1	1.01	1.02	2003	1993	2015	21	-0.09
80433	6.1	8	1.13	1.18	1985	1970	2016	46	-0.34
80435	0.9	2.8	1.02	1.06	1938	1921	2023	94	0.13
80438	3.9	4.5	1.08	1.1	1957	1921	2016	96	-0.27
80440	0.1	5.2	1	1.11	2006	1993	2022	25	0.04
80444	0.2	2	1	1.04	1978	1921	2015	91	-0.06
80447	0	1.3	1	1.03	1996	1919	2016	91	0.03
80448	0.5	0.3	1.01	1.01	2007	1993	2022	23	-0.10
80450	1.0	3.1	1.02	1.07	1977	1938	2016	75	-0.14
80453	0.5	1.4	1.01	1.03	2001	1938	2016	71	-0.1
80457	0.6	3.6	1.01	1.08	2000	1958	2016	54	-0.11
80458	0.1	2.8	1	1.06	1983	1969	2004	36	0.04
80462	0.5	2.4	1.01	1.05	2004	1940	2016	68	0.1
81002	0	1.1	1	1.02	2007	1949	2023	56	-0.03
81005	16	0	1.42	1	2007	1971	2017	11	0.54
81100	1.5	0	1.03	1	2007	1966	1980	15	-0.17
82024	0.5	1.7	1.01	1.03	1952	1939	2004	58	-0.1
82025	0.3	0	1.01	1	1991	1985	1995	11	-0.07
82103	1.2	0	1.02	1	1952	1981	1996	15	0.15
82106	0	1.6	1	1.03	1933	1922	2018	85	-0.01
82107	0	2.1	1	1.04	1975	1948	1998	37	0.02

Таблица 4.2

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановленных рядов осадков января*

Код	$\Delta_{тр}, \%$	$\Delta_{ст}, \%$	$F_{тр}$	$F_{СТ}$	$T_{СТ}$	$T_{НАЧ}$	$T_{К}$	N	$R_{ТР}$
78970	0.1	2.6	1	1.05	1997	1946	2023	75	0.05
78982	0	1.1	1	1.02	1971	1946	2023	70	-0.01
80035	1.5	3.6	1.03	1.08	1953	1939	2023	78	-0.17
80138	0.1	0.5	1	1.01	1972	1922	2023	96	-0.04
80139	0.0	0.9	1.00	1.02	1986	1939	2023	70	0.01
80403	0	0.9	1	1.02	2000	1921	2023	100	-0.01
80407	0.2	1.6	1	1.03	1956	1911	2022	107	0.07
80410	0.7	1.8	1.01	1.04	1957	1941	2022	77	-0.12
80412	1.7	3.9	1.04	1.08	1974	1930	2016	71	-0.18
80413	0	2.4	1	1.05	2005	1938	2022	80	-0.01
80415	0.2	0.9	1	1.02	1971	1921	2022	97	-0.06
80416	0	0.9	1	1.02	2005	1921	2022	97	-0.01
80419	0.3	1.5	1.01	1.03	1988	1921	2022	93	-0.08
80421	6.8	12.5	1.15	1.31	1982	1939	2016	67	-0.36
80423	0.5	2.4	1.01	1.05	1943	1921	2023	100	0.1
80428	2.2	4	1.04	1.08	1985	1952	2022	66	-0.21
80431	0.6	2.3	1.01	1.05	1988	1951	2022	67	-0.11
80432	0.7	2	1.01	1.04	1957	1921	2023	97	-0.12
80433	2.2	4.5	1.05	1.1	1977	1921	2023	98	-0.21
80435	0.4	2.4	1.01	1.05	1938	1921	2023	99	0.08
80438	4.3	4.7	1.09	1.1	1957	1921	2022	97	-0.29
80440	0	2	1	1.04	1927	1911	2022	107	0
80444	0.1	1.2	1	1.02	1991	1921	2022	97	-0.05
80447	0.1	1.3	1	1.03	1996	1919	2023	102	0.04
80448	4.7	7.9	1.1	1.18	1977	1951	2022	66	-0.3
80450	0.8	2.7	1.02	1.06	1977	1938	2016	79	-0.12
80453	0.1	1	1	1.02	1973	1938	2023	76	-0.04
80457	0	1.7	1	1.04	1969	1958	2023	61	-0.01
80458	0.0	1.1	1	1.02	1980	1939	2022	80	-0.02
80462	0.1	1.9	1	1.04	1980	1940	2023	81	0.05
81002	0.1	2.6	1	1.05	2010	1940	2023	79	-0.05
81005	0.2	1.7	1	1.03	1970	1922	2022	95	-0.06
81100	0.4	3.1	1.01	1.07	1977	1911	2022	107	-0.09
82024	0.1	1.1	1	1.02	1952	1939	2023	76	-0.05
82025	0.7	4	1.01	1.08	1973	1921	2022	89	-0.12
82103	1.1	3.7	1.02	1.08	2005	1922	2016	93	0.15
82106	0.2	1.6	1	1.03	1933	1922	2022	96	-0.07
82107	0.9	4.1	1.02	1.09	2000	1940	2022	78	0.14

Из результатов таблиц 4.1 и 4.2 следует, что модели нестационарного среднего являются в основном неэффективными. Если считать, что аппроксимация рядов, приведенных к многолетнему периоду более эффективна, то для них коэффициент корреляции со временем $R_{ТР}$

эффективен только в 2х случаях: для рядов на метеостанциях 80421 Порламар и 80438 Мерида и оба отрицательные. Также можно сделать вывод, что в подавляющем большинстве случаев коэффициенты корреляции хотя и не являются статистически значимыми, но они отрицательны. Поэтому осадки января имеют тенденцию к уменьшению на территории Венесуэлы. Эффективная модель нестационарного среднего при $\Delta_{ст} \geq 10\%$ имеет место только для ряда 80421 Порламар и нет ни одного случая эффективной модели линейного тренда.

Таблица 4.3

Оценка нестационарных моделей для многолетних рядов наблюдаемых осадков апреля

Код	$\Delta_{тр}, \%$	$\Delta_{ст}, \%$	$F_{тр}$	$F_{ст}$	$T_{ст}$	$T_{нач}$	$T_{к}$	N	$R_{ТР}$
78970	0.4	2.2	1.01	1.05	1996	1946	2023	74	0.09
78982	1.6	11.3	1.03	1.27	1980	1961	2023	31	-0.18
80035	9.2	9.2	1.21	1.21	1974	1964	2023	26	-0.42
80138	5.2	8.3	1.11	1.19	1979	1969	2004	36	0.32
80139	5.3	7.6	1.11	1.17	2009	1968	2023	52	0.32
80403	0.4	1.6	1.01	1.03	1992	1921	2016	95	0.09
80407	1.3	4.4	1.03	1.1	1978	1911	2021	100	0.16
80410	1.5	5.8	1.03	1.13	1940	1921	2022	97	0.17
80412	0.2	1.4	1	1.03	2007	1993	2022	24	0.07
80413	0.5	3.1	1.01	1.06	1978	1938	2022	80	0.09
80415	0	1.4	1	1.03	1966	1951	2022	65	-0.01
80416	0.5	1.6	1.01	1.03	1987	1964	2021	49	-0.1
80419	0.1	1.3	1	1.03	1999	1921	2016	86	0.04
80421	1.5	4.7	1.03	1.1	1999	1987	2022	31	0.17
80423	0.8	4.3	1.02	1.09	2006	1951	2016	64	0.12
80428	2.3	3.5	1.05	1.07	1998	1952	2022	58	0.21
80431	2.6	7.4	1.05	1.17	1980	1951	2022	61	0.23
80432	1.6	2.6	1.03	1.05	2003	1993	2015	21	0.18
80433	2.6	3.8	1.05	1.08	2006	1970	2016	46	0.23
80435	0.8	2	1.02	1.04	1990	1921	2023	96	0.12
80438	0.7	2	1.01	1.04	2004	1921	2016	96	0.12
80440	1.7	9.4	1.03	1.22	2003	1993	2022	26	0.18
80444	0.1	1.2	1	1.02	1955	1921	2016	92	-0.04
80447	1.2	4.9	1.02	1.11	1951	1919	2016	90	-0.15
80448	1.8	1.7	1.04	1.03	2008	1990	2022	26	-0.19
80450	0.3	1.1	1.01	1.02	1976	1921	2016	95	0.08
80453	0.1	1.2	1	1.02	1984	1938	2016	74	-0.05
80457	1.1	4.8	1.02	1.1	1978	1958	2016	54	0.15
80458	0	2.2	1	1.05	1991	1969	2004	36	-0.01
80462	0.4	1.8	1.01	1.04	1963	1940	2016	71	0.09
81002	0.3	2.2	1.01	1.05	1961	1949	2023	55	-0.07
81005	13.9	0	1.35	1	1961	1971	2021	13	0.51
81100	1.6	0	1.03	1	1961	1966	1980	14	0.18
82024	0.5	3.8	1.01	1.08	1976	1939	2004	56	0.1

82025	0.9	0	1.02	1	1976	1985	1996	12	0.13
82103	18.4	0	1.5	1	1976	1981	1996	16	0.58
82106	2.2	2.8	1.05	1.06	1963	1922	2018	90	0.21
82107	6.4	9.4	1.14	1.22	1962	1947	1998	43	-0.35

Таблица 4.4

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановленных рядов осадков апреля*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	Тк	N	РТР
78970	0.4	2.2	1.01	1.05	1996	1946	2023	74	0.09
78982	0.1	0.9	1	1.02	1999	1921	2023	94	0.05
80035	1.1	3.5	1.02	1.07	2009	1951	2023	62	-0.15
80138	0.4	1.9	1.01	1.04	1978	1921	2023	101	0.09
80139	0.9	3.7	1.02	1.08	2010	1939	2023	83	0.14
80403	0.4	1.6	1.01	1.03	1992	1921	2016	95	0.09
80407	1.9	5.2	1.04	1.11	1978	1911	2021	107	0.19
80410	1.5	5.8	1.03	1.13	1940	1921	2022	97	0.17
80412	1.2	4	1.02	1.08	1985	1951	2022	66	0.15
80413	0.7	3.2	1.02	1.07	1978	1921	2023	93	0.12
80415	1	2	1.02	1.04	1982	1921	2022	88	-0.14
80416	0.1	1.1	1	1.02	1990	1961	2022	58	-0.04
80419	0	0.6	1	1.01	1999	1921	2023	94	0
80421	0.3	4.7	1.01	1.10	1985	1952	2014	59	0.08
80423	0.1	1.7	1	1.04	2009	1921	2023	99	-0.04
80428	1.9	3.9	1.04	1.08	1981	1952	2023	70	0.2
80431	0.5	2.7	1.01	1.06	1980	1938	2023	84	0.1
80432	2.1	6.4	1.04	1.14	1978	1921	2022	97	0.2
80433	0.1	3.4	1	1.07	2009	1921	2023	99	0.05
80435	0.4	1.3	1.01	1.03	1990	1921	2023	98	0.08
80438	0.7	2	1.01	1.04	2004	1921	2016	96	0.12
80440	0	2.9	1	1.06	1978	1949	2023	69	0.02
80444	0.1	1.2	1	1.02	1955	1921	2023	100	-0.04
80447	1.5	5.2	1.03	1.11	1951	1919	2023	95	-0.17
80448	0.7	1.4	1.01	1.03	1984	1964	2022	55	-0.12
80450	0.2	0.9	1	1.02	1976	1921	2017	97	0.07
80453	0.1	1.2	1	1.02	1984	1938	2016	74	-0.05
80457	0.4	2.5	1.01	1.05	1978	1938	2023	83	0.09
80458	0.3	1	1.01	1.02	1986	1947	2023	69	-0.07
80462	0.1	1.1	1	1.02	1963	1939	2022	78	0.04
81002	0	0.9	1	1.02	1984	1939	2023	83	-0.02
81005	0.4	3	1.01	1.06	1955	1921	2023	101	-0.09
81100	4.9	7.2	1.11	1.16	1979	1921	2023	97	0.31
82024	3.3	5.1	1.07	1.11	2004	1939	2017	77	0.25
82025	0.1	2.8	1	1.06	1980	1938	2016	73	-0.04
82103	0.5	5.3	1.01	1.12	2006	1922	2016	95	0.1
82106	2.2	2.6	1.04	1.05	1963	1922	2018	96	0.21
82107	4.3	6.6	1.09	1.15	1962	1947	2004	55	-0.29

Из результатов таблиц 4.3 и 4.4 следует, что ряды осадков апреля также, как и осадков января, являются практически стационарными. Также, если считать, что ряды, приведенные к многолетнему периоду надежнее, чем короткие наблюдаемые, то статистическая значимость RTR имеет место только для ряда 81100 Марабума и нет ни одного случая эффективной модели тренда и ступенчатых изменений. Также нельзя говорить об общей тенденции изменения осадков, т.к. в одних случаях Rtr положительный, в других отрицательный.

Таблица 4.5

Результаты оценки нестационарных моделей многолетних наблюдаемых рядов осадков июля

Код	Δ_{tr} , %	Δ_{st} , %	Fтр	FСТ	TСТ	ТНАЧ	Тк	N	RTR
78970	2.2	5.6	1.05	1.12	2010	1946	2022	72	-0.21
78982	3.1	4.1	1.07	1.09	1978	1961	2023	34	0.25
80035	3.2	3.9	1.07	1.08	1980	1964	2023	26	-0.25
80138	2.6	6.2	1.05	1.14	1991	1968	2003	36	0.23
80139	0.4	1.8	1.01	1.04	2002	1968	2023	51	0.09
80403	0.3	1.5	1.01	1.03	1969	1921	2016	94	0.08
80407	6.1	16.3	1.13	1.43	1923	1911	2016	99	-0.34
80410	1.1	3.5	1.02	1.07	1999	1921	2022	95	-0.15
80412	8.3	4	1.19	1.09	2005	1992	2022	27	-0.4
80413	0.1	1.1	1	1.02	2007	1938	2022	80	-0.04
80415	0.4	2.1	1.01	1.04	2000	1951	2022	64	-0.09
80416	5	8.7	1.11	1.2	2006	1964	2022	54	-0.31
80419	3	3.2	1.06	1.07	1946	1921	2022	87	-0.24
80421	0.7	0.2	1.01	1	2000	1979	2022	30	-0.11
80423	2.4	5.3	1.05	1.11	2002	1951	2016	63	-0.22
80428	1.9	4.5	1.04	1.1	1998	1952	2022	58	-0.19
80431	1.5	7.8	1.03	1.18	2007	1950	2022	65	-0.17
80432	0.6	0.1	1.01	1	2002	1992	2016	24	-0.11
80433	0.1	2	1	1.04	1992	1970	2016	47	0.05
80435	0.2	2.6	1	1.05	1931	1921	2023	96	0.06
80438	1.5	2.3	1.03	1.05	1976	1921	2016	96	-0.17
80440	16.1	6.6	1.42	1.15	2004	1992	2022	26	-0.54
80444	0.9	3	1.02	1.06	1979	1921	2016	91	-0.13
80447	0.0	1.3	1.00	1.03	1983	1951	2016	65	0.01
80448	0.6	2.7	1.01	1.06	2000	1979	2016	27	0.11
80450	1.1	3.2	1.02	1.07	1942	1921	2016	96	0.15
80453	3.2	5.8	1.07	1.13	2003	1938	2016	74	-0.25
80457	1.9	5.6	1.04	1.12	1968	1958	2021	57	-0.19
80458	1.4	3.2	1.03	1.07	1981	1969	2004	36	0.17
80462	1.7	5.9	1.03	1.13	1995	1940	2015	69	0.18
81002	2.2	4.3	1.04	1.09	1997	1951	2023	54	-0.21

81005	52.7	0	4.48	1	1997	1971	2021	11	-0.88
81100	0.8	0	1.02	1	1997	1966	1980	15	0.13
82024	3.2	6.5	1.07	1.14	1968	1938	2003	56	-0.25
82025	28.7	0	1.97	1	1968	1984	1996	12	0.7
82103	8.1	0	1.18	1	1968	1981	1996	16	0.39
82106	0.4	1.6	1.01	1.03	1970	1922	2018	92	-0.09
82107	0.4	1	1.01	1.02	1970	1947	1998	44	-0.09

Таблица 4.6

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановлений рядов осадков июля*

Код	Δтр, %	Δст, %	Гтр	ГСТ	ТСТ	Тнач	Тк	N	РТР
78970	0.3	1.4	1.01	1.03	1999	1946	2023	76	-0.08
78982	0.4	1.3	1.01	1.03	1978	1921	2023	93	0.09
80035	0.1	2.1	1	1.04	2011	1947	2023	71	-0.05
80138	0.1	1	1	1.02	1991	1952	2022	67	0.05
80139	0.2	1.1	1	1.02	2002	1961	2023	60	0.06
80403	0.6	1.2	1.01	1.02	2009	1921	2023	99	0.11
80407	6.1	16.3	1.13	1.43	1923	1911	2016	99	-0.34
80410	0	1.9	1	1.04	2006	1921	2022	98	0
80412	0.1	1.1	1	1.02	2007	1938	2022	81	-0.05
80413	0.3	1.8	1.01	1.04	2007	1938	2022	81	-0.08
80415	0.1	2.7	1	1.06	1989	1951	2022	67	-0.05
80416	2.4	6.1	1.05	1.13	2006	1951	2022	68	-0.22
80419	3.2	3.3	1.07	1.07	1946	1921	2022	88	-0.25
80421	16.7	35.7	1.44	2.42	1951	1921	2022	90	-0.55
80423	0.9	3.2	1.02	1.07	2007	1951	2021	67	-0.13
80428	0.9	4.1	1.02	1.09	1998	1952	2022	60	-0.14
80431	0.9	6.7	1.02	1.15	2007	1938	2022	81	-0.13
80432	1.9	7.6	1.04	1.17	1968	1951	2021	67	-0.2
80433	0.6	2.1	1.01	1.04	1991	1964	2022	54	-0.11
80435	0.1	2.6	1	1.05	1931	1921	2023	97	0.05
80438	1.5	2.3	1.03	1.05	2007	1921	2016	96	-0.17
80440	0.8	2.4	1.02	1.05	1969	1938	2022	77	-0.13
80444	0.5	2.1	1.01	1.04	1979	1921	2016	95	-0.1
80447	20.3	43.5	1.57	3.13	1951	1919	2022	93	-0.6
80448	0.6	2.7	1.01	1.06	2000	1979	2016	27	0.11
80450	1.1	3.2	1.02	1.07	1942	1921	2016	96	0.15
80453	1.9	5.4	1.04	1.12	2003	1938	2016	75	-0.19
80457	2.5	5.7	1.05	1.12	1968	1958	2022	60	-0.22
80458	0.7	3.4	1.02	1.07	2006	1951	2022	67	0.12
80462	1.2	4.9	1.02	1.11	1995	1940	2022	74	0.15
81002	1.9	4.2	1.04	1.09	1989	1951	2023	70	-0.19
81005	0.6	1.1	1.01	1.02	1989	1938	2023	81	-0.11
81100	0.4	3.9	1.01	1.08	2006	1946	2016	71	0.09
82024	3.2	6.5	1.07	1.14	1968	1938	2003	56	-0.25
82025	0.0	1.3	1.00	1.03	1972	1921	2016	88	0.00
82103	0.7	3.6	1.01	1.08	1966	1940	2022	79	0.12

82106	0.4	1.7	1.01	1.03	1970	1922	2018	93	-0.09
82107	0.2	1.2	1.01	1.02	1970	1947	2022	62	-0.07

Из результатов таблиц 4.5 и 4.6 следует, что ряды осадков июля являются практически стационарными. Также, если считать, что ряды, приведенные к многолетнему периоду надежнее, чем короткие наблюдаемые, то для них коэффициент корреляции со временем R_{TP} эффективен только в 3х случаях: для рядов на метеостанциях 80407 Маракайбо Аэро, 80421 Порламар, 80447 Сан Антонио и все они отрицательные. Также можно сделать вывод, что в подавляющем большинстве случаев коэффициенты корреляции хотя и не являются статистически значимыми, но они отрицательны. Поэтому осадки июля имеют тенденцию к уменьшению на территории Венесуэлы. Эффективная модель нестационарного среднего при $\Delta_{ст} \geq 10\%$ имеет место также для этих трех рядов, а при $\Delta_{тр} \geq 10\%$ только для 2х рядов: 80421 Порламар и 80447 Сан Антонио.

Таблица 4.7

Результаты оценки нестационарных моделей многолетних наблюдаемых рядов осадков октября

Код	$\Delta_{тр}, \%$	$\Delta_{ст}, \%$	$F_{тр}$	$F_{ст}$	$T_{ст}$	$T_{нач}$	$T_{к}$	N	R_{TP}
78970	2.8	7.6	1.06	1.17	1971	1946	2022	73	0.24
78982	0.3	4.3	1.01	1.09	1977	1961	2022	30	-0.07
80035	7.2	12.1	1.16	1.29	1977	1964	2017	24	-0.37
80138	0	3.2	1	1.07	1981	1969	2003	35	0
80139	0	0.5	1	1.01	1998	1968	2022	50	0
80403	0.1	3.2	1	1.07	2004	1921	2016	95	0.05
80407	1.5	3.2	1.03	1.07	1947	1911	2015	100	-0.17
80410	1.8	3.5	1.04	1.07	2006	1921	2021	97	0.19
80412	1	0.7	1.02	1.01	2003	1993	2021	24	-0.14
80413	4.6	6.6	1.1	1.15	1998	1938	2016	79	0.3
80415	0	3	1	1.06	1976	1951	2021	61	0.02
80416	0	2.5	1	1.05	1974	1964	2017	50	0.03
80419	0.5	1.2	1.01	1.02	2000	1921	2017	88	-0.1
80421	2.8	1.6	1.06	1.03	2002	1977	2015	28	0.24
80423	0.9	2.6	1.02	1.05	1984	1951	2017	66	0.13
80428	0.4	3.2	1.01	1.07	2008	1952	2021	59	-0.09
80431	0.1	1.1	1	1.02	2008	1950	2021	65	-0.04
80432	2.8	2.4	1.06	1.05	2004	1992	2016	23	-0.24
80433	1.8	4.5	1.04	1.1	1989	1970	2015	46	-0.19
80435	0	0.3	1	1.01	1987	1921	2022	96	-0.03
80438	0.6	2.9	1.01	1.06	1991	1921	2017	97	-0.11
80440	1	4.1	1.02	1.09	2005	1992	2017	26	0.14
80444	0.3	0.8	1.01	1.02	1954	1921	2015	93	0.07
80447	2.7	4.1	1.06	1.09	1956	1919	2017	91	-0.23
80448	1.7	2.2	1.03	1.05	2000	1988	2017	28	-0.18

80450	0.1	2.3	1	1.05	1957	1921	2017	96	-0.04
80453	0	1.4	1	1.03	1971	1938	2016	73	0
80457	0	1.3	1	1.03	1993	1958	2017	54	0
80458	0.1	2.2	1	1.05	1992	1969	2003	35	0.04
80462	0.2	1.1	1	1.02	1954	1940	2016	71	0.06
81002	2.7	3.4	1.06	1.07	1993	1951	2022	54	-0.23
81005	30.7	0	2.08	1	1993	1971	2022	13	0.72
81100	2.2	0	1.05	1	1993	1966	1980	15	0.21
82024	0	3.5	1	1.07	1971	1938	2003	55	0.02
82025	0.6	0	1.01	1	1971	1984	1995	11	0.11
82103	5	0	1.11	1	1971	1980	1995	16	-0.31
82106	0.4	1.5	1.01	1.03	2002	1922	2017	89	0.09
82107	0.5	4	1.01	1.09	1986	1946	1998	43	-0.1

Таблица 4.8

*Результаты оценки нестационарных моделей для многолетних
восстановлений рядов осадков октября*

Код	Δтр, %	Δст, %	Фтр	ФСТ	ТСТ	ТНАЧ	Тк	N	РТР
78970	2.8	7.4	1.06	1.17	1971	1946	2022	74	0.24
78982	0	1.3	1	1.03	1977	1952	2022	67	0.02
80035	0	4	1	1.08	2000	1951	2022	65	0.02
80138	0	0.9	1	1.02	1962	1952	2017	66	-0.01
80139	0.1	0.6	1	1.01	1971	1951	2022	67	0.05
80403	0	2.4	1	1.05	2004	1921	2017	97	0.03
80407	0.9	2.8	1.02	1.06	1947	1911	2017	106	-0.13
80410	1.8	3.5	1.04	1.07	2006	1921	2021	97	0.19
80412	0.4	4.3	1.01	1.09	1969	1950	2021	67	0.08
80413	4.8	6.8	1.1	1.15	1998	1938	2017	80	0.31
80415	0	3.3	1	1.07	1976	1951	2021	68	0.02
80416	0.5	4	1.01	1.08	1984	1951	2017	67	0.1
80419	0.4	1.3	1.01	1.03	2000	1921	2017	90	-0.08
80421	1.2	3	1.03	1.06	1984	1946	2021	69	0.16
80423	0.9	2.6	1.02	1.05	1984	1951	2017	66	0.13
80428	0.4	3.3	1.01	1.07	2008	1952	2021	66	-0.09
80431	0	1.2	1	1.02	2008	1950	2021	68	-0.03
80432	1.7	3.5	1.04	1.07	1942	1919	2017	91	-0.19
80433	0.6	2.6	1.01	1.05	1989	1951	2016	65	-0.11
80435	0	0.4	1	1.01	2008	1921	2022	98	-0.02
80438	1	3.5	1.02	1.07	1991	1921	2021	98	-0.14
80440	0	1	1	1.02	2005	1952	2017	66	0.03
80444	0.4	1	1.01	1.02	1954	1921	2015	95	0.09
80447	2.6	3.9	1.05	1.08	2008	1919	2017	92	-0.23
80448	0.1	1.1	1	1.02	1982	1964	2017	54	-0.04
80450	0.1	2.2	1	1.05	1957	1921	2017	97	-0.04
80453	0.6	2	1.01	1.04	1971	1938	2022	78	0.11
80457	0	1.8	1	1.04	1993	1958	2017	57	-0.02
80458	0.8	2.5	1.02	1.05	1990	1961	2021	58	0.13
80462	0	0.5	1	1.01	1973	1938	2022	81	0.01

81002	1.6	4.8	1.03	1.1	1988	1938	2022	76	-0.18
81005	1.8	7.1	1.04	1.16	2006	1938	2022	77	0.19
81100	1.9	4	1.04	1.08	1998	1921	2022	99	0.19
82024	0.4	2.1	1.01	1.04	1971	1938	2022	80	0.09
82025	0.9	2.4	1.02	1.05	2007	1938	2022	73	0.13
82103	1.3	6.3	1.03	1.14	1951	1921	2022	94	-0.16
82106	0.4	1.5	1.01	1.03	2002	1922	2017	89	0.09
82107	0.6	4	1.01	1.09	1991	1946	2021	65	-0.11

Из результатов таблиц 4.7 и 4.8 следует, что ряды осадков октября являются практически стационарными. Также, если считать, что ряды, приведенные к многолетнему периоду надежнее, чем короткие наблюдаемые, то статистическая значимость R_{TR} имеет место только для ряда 80413 Маракау и нет ни одного случая эффективной модели тренда и ступенчатых изменений. Также нельзя говорить об общей тенденции изменения осадков, т.к. в одних случаях R_{tr} положительный, в других отрицательный.

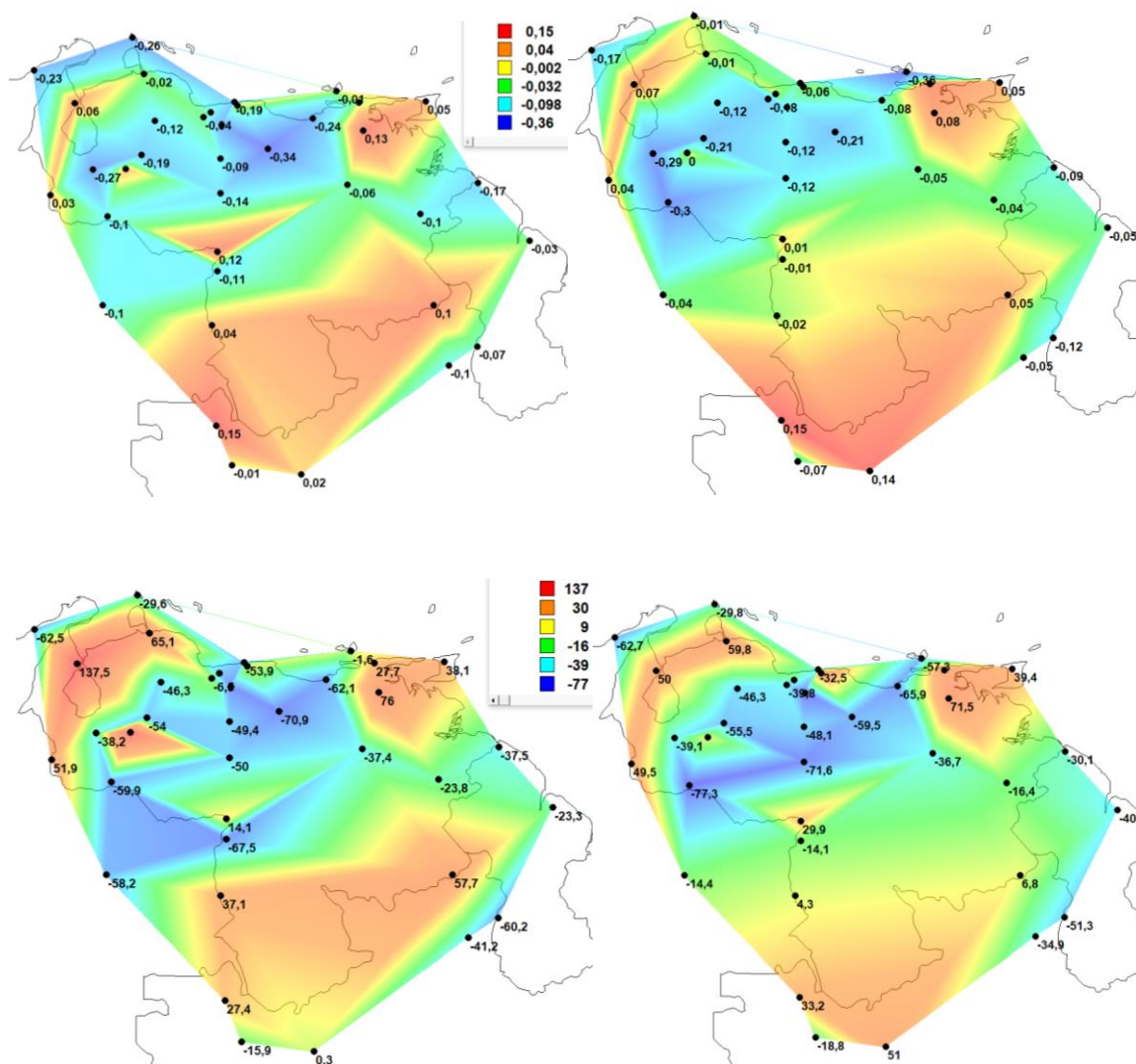
Таким образом можно сделать вывод, что временные ряды осадков практически во всех случаях являются стационарными. Общая тенденция уменьшения осадков имеет место только для января и апреля.

Для количественной оценки климатических изменений во многолетних рядах осадков были рассчитаны разности средних осадков за два периода времени $\Delta(^{\circ}C) = cr2 - cr1$, а также их отношение к естественной изменчивости **SIGMA** (среднему квадратическому отклонению или СКО), которые приведены в табл. 3.9-3.12 для наблюдаемых и восстановленных данных. Эти относительные изменения $\Delta/Sigma$ показывают какая часть общей естественной изменчивости обусловлена современным изменением климата. Если это отношение больше 1, то современные изменения климата превышают СКО. Разделение ряда на 2 части осуществлялось по вычисленному оптимальному году перехода от одних стационарных условий к другим.

4.2. Пространственное обобщение полученных параметров нестационарных моделей по территории

Для оценки пространственной распространенности выявленной нестационарности следует построить пространственную интерполяционную модель рассчитанных отклонений от стационарной модели. Такие модели были построены для R , Δ (в %), Δ/Sigma только для осадков января и июля, которые имеют тенденцию к уменьшению. Для осадков апреля и октября пространственные распределения не строились, т.к. показатели нестационарности не являлись эффективными и значимыми.

Распределения R , Δ (в %), Δ/Sigma приведены на рис.4.1 и 4.2 для осадков января и июля соответственно, а данные по этим показателям в табл.4.9 и 4.10.



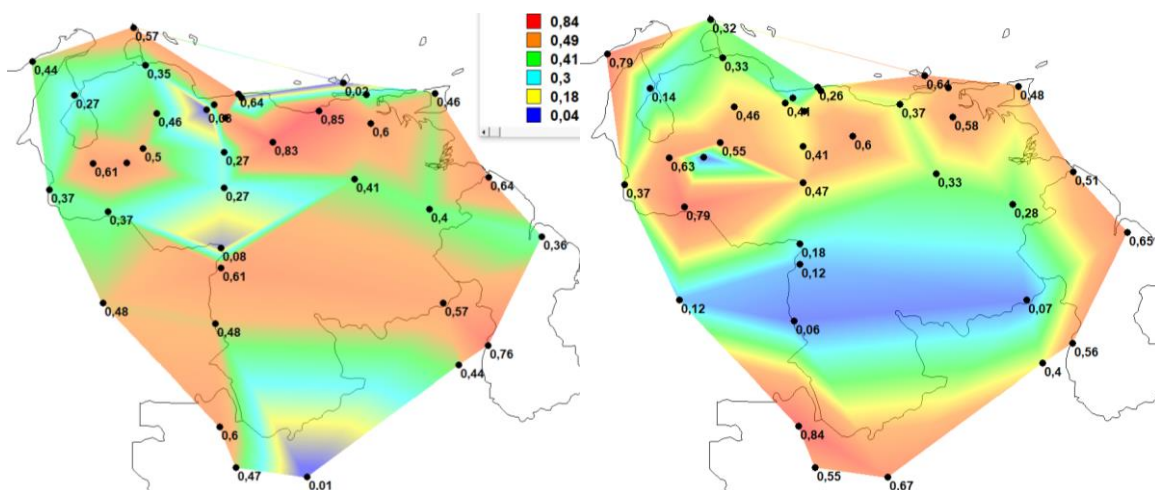


Рисунок 4.1. Пространственные распределения показателей нестационарности и количественных изменений осадков января, где сверху вниз: R , $\Delta\%$, Δ/Sigma , слева – по наблюдаемым данным, справа – с учетом восстановленных

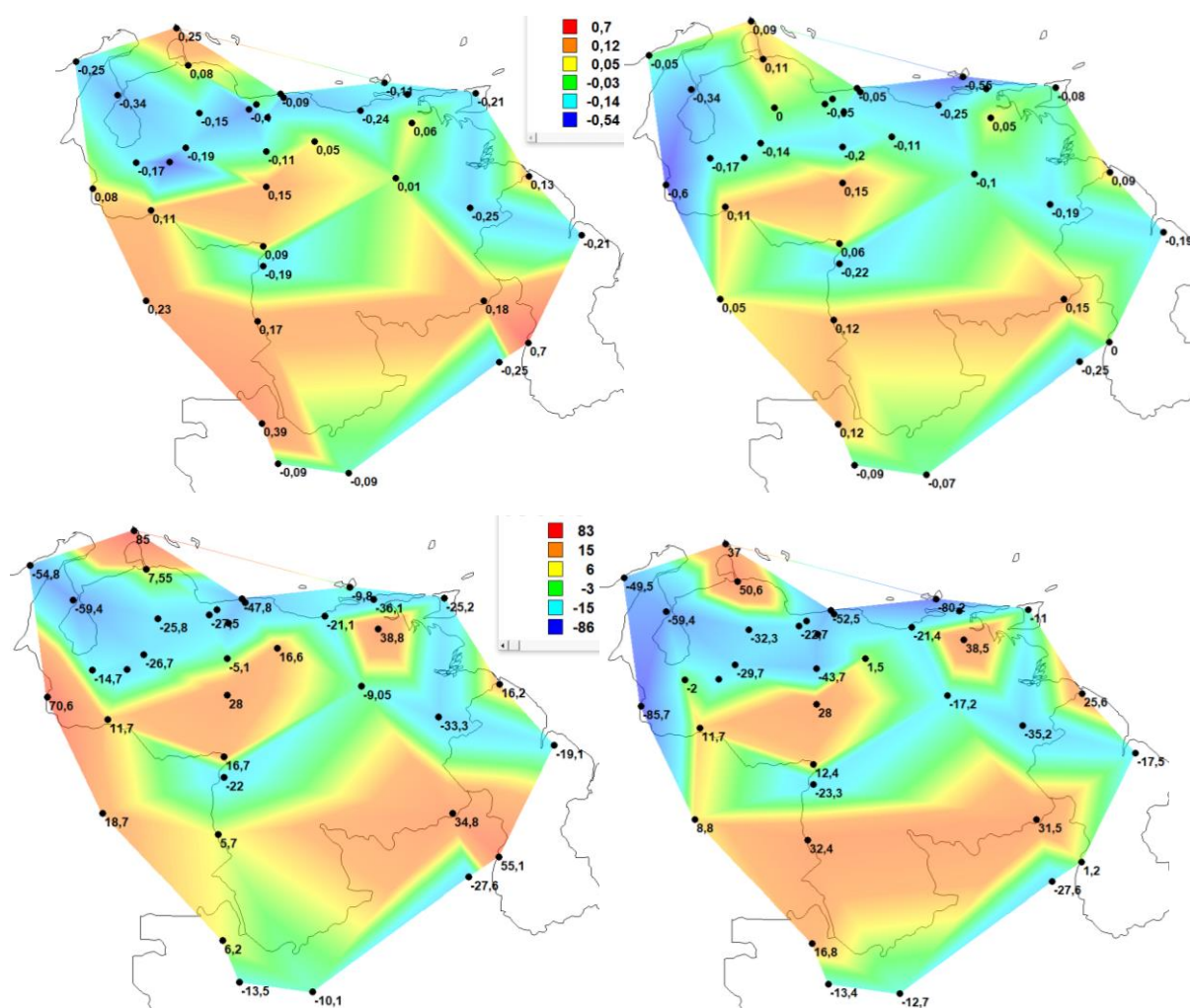
Таблица 4.9.

Сравнение показателей нестационарности осадков января по наблюдаемым данным и по приведенным к многолетнему периоду

Код	R_{TP}		Δ в %		Δ/CKO	
	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.
78970	0,05	0,05	38,1	39,4	0,46	0,48
78982	-0,26	-0,01	-29,6	-29,8	0,57	0,32
80035	-0,23	-0,17	-62,5	-62,7	0,44	0,79
80138	-0,1	-0,04	-58,2	-14,4	0,48	0,12
80139	0,12	0,01	14,1	29,9	0,08	0,18
80403	-0,02	-0,01	65,1	59,8	0,35	0,33
80407	0,06	0,07	137,5	50,0	0,27	0,14
80410	-0,12	-0,12	-46,3	-46,3	0,46	0,46
80412	-0,04	-0,18	-6,5	-39,8	0,03	0,41
80413	-0,08	-0,01	-52,7	-26,9	0,45	0,18
80415	-0,19	-0,06	-53,9	-32,5	0,64	0,26
80416	0,01	-0,01	7,6	54,0	0,06	0,40
80419	-0,24	-0,08	-62,1	-65,9	0,85	0,37
80421	-0,01	-0,36	-1,6	-57,3	0,02	0,64
80423	-0,02	0,1	27,7	57,2	0,34	0,51
80428	-0,19	-0,21	-54,0	-55,5	0,50	0,55
80431	-0,25	-0,11	-68,5	-75,1	0,62	0,43
80432	-0,09	-0,12	-49,4	-48,1	0,27	0,41
80433	-0,34	-0,21	-70,9	-59,5	0,83	0,60
80435	0,13	0,08	76,0	71,5	0,60	0,58
80438	-0,27	-0,29	-38,2	-39,1	0,61	0,63
80440	0,04	0	125,0	6,2	0,64	0,04

80444	-0,06	-0,05	-37,4	-36,7	0,41	0,33
80447	0,03	0,04	51,9	49,5	0,37	0,37
80448	-0,1	-0,3	-59,9	-77,3	0,37	0,79
80450	-0,14	-0,12	-50,0	-71,6	0,27	0,47
80453	-0,1	-0,04	-23,8	-16,4	0,40	0,28
80457	-0,11	-0,01	-67,5	-14,1	0,61	0,12
80458	0,04	-0,02	37,1	4,3	0,48	0,06
80462	0,1	0,05	57,7	6,8	0,57	0,07
81002	-0,03	-0,05	-23,3	-40,0	0,36	0,65
81100	-0,17	-0,09	-37,5	-30,1	0,64	0,51
82024	-0,1	-0,05	-41,2	-34,9	0,44	0,40
82025	-0,07	-0,12	-60,2	-51,3	0,76	0,56
82103	0,15	0,15	27,4	33,2	0,60	0,84
82106	-0,01	-0,07	-15,9	-18,8	0,47	0,55
82107	0,02	0,14	0,3	51,0	0,01	0,67

Как видно из пространственных распределений R, $\Delta\%$, Δ/Σ (рис.4.1) и данных табл.4.9, отдельные области роста осадков (до 50-70%) имеют место только на юге, а уменьшение осадков для остальной территории в среднем составляет 40%, достигая 70% в центре территории. Однако во всех случаях $\Delta/\Sigma < 1$ и максимум достигает 0,7-0,8.



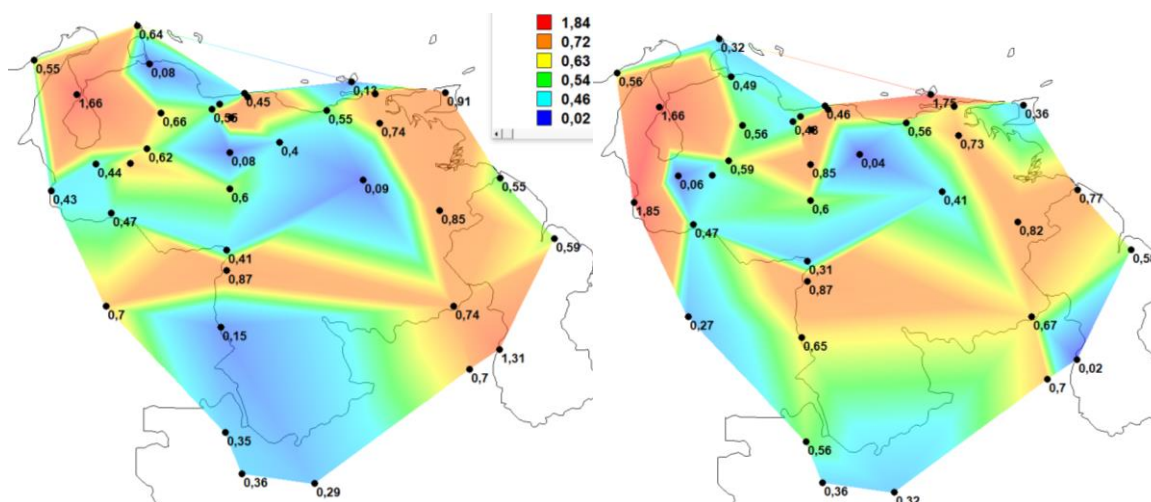


Рисунок 4.2. Пространственные распределения показателей нестационарности и количественных изменений осадков июля, где сверху вниз: R, $\Delta\%$, Δ/Sigma , слева – по наблюдаемым данным, справа – с учетом восстановленных

Таблица 4.10.

Сравнение показателей нестационарности осадков июля по наблюдаемым данным и по приведенным к многолетнему периоду

Код	RTP		Δ в %		Δ/CKO	
	набл.	восст.	набл.	восст.	набл.	восст.
78970	-0,21	-0,08	-25,2	-11,0	0,91	0,36
78982	0,25	0,09	85,0	37,0	0,64	0,32
80035	-0,25	-0,05	-54,8	-49,5	0,55	0,56
80138	0,23	0,05	18,7	8,8	0,70	0,27
80139	0,09	0,06	16,7	12,4	0,41	0,31
80403	0,08	0,11	7,6	50,6	0,08	0,49
80407	-0,34	-0,34	-59,4	-59,4	1,66	1,66
80410	-0,15	0	-25,8	-32,3	0,66	0,56
80412	-0,4	-0,05	-27,5	-22,7	0,55	0,43
80413	-0,04	-0,08	-21,2	-27,2	0,42	0,52
80415	-0,09	-0,05	-47,8	-52,5	0,45	0,46
80416	-0,31	-0,22	-43,6	-41,1	0,94	0,88
80419	-0,24	-0,25	-21,1	-21,4	0,55	0,56
80421	-0,11	-0,55	-9,8	-80,2	0,13	1,75
80423	-0,22	-0,13	-36,1	-35,5	0,77	0,67
80428	-0,19	-0,14	-26,7	-29,7	0,62	0,59
80431	-0,17	-0,13	-43,3	-42,0	0,98	1,02
80432	-0,11	-0,2	-5,1	-43,7	0,08	0,85
80433	0,05	-0,11	16,6	1,5	0,40	0,04
80435	0,06	0,05	38,8	38,5	0,74	0,73
80438	-0,17	-0,17	-14,7	-2,0	0,44	0,06
80440	-0,54	-0,13	-28,8	-19,3	0,70	0,45
80444	0,01	-0,1	-9,1	-17,2	0,09	0,41
80447	0,08	-0,6	70,6	-85,7	0,43	1,85

80448	0,11	0,11	11,7	11,7	0,47	0,47
80450	0,15	0,15	28,0	28,0	0,60	0,60
80453	-0,25	-0,19	-33,3	-35,2	0,85	0,82
80457	-0,19	-0,22	-22,0	-23,3	0,87	0,87
80458	0,17	0,12	5,7	32,4	0,15	0,65
80462	0,18	0,15	34,8	31,5	0,74	0,67
81002	-0,21	-0,19	-19,1	-17,5	0,59	0,58
81100	0,13	0,09	16,2	25,6	0,55	0,77
82024	-0,25	-0,25	-27,6	-27,6	0,70	0,70
82025	0,7	0	55,1	1,2	1,31	0,02
82103	0,39	0,12	6,2	16,8	0,35	0,56
82106	-0,09	-0,09	-13,5	-13,4	0,36	0,36
82107	-0,09	-0,07	-10,1	-12,7	0,29	0,32

Как видно из пространственных распределений R , $\Delta\%$, Δ/Σ (рис.4.2) и данных табл.4.10, отдельные области роста осадков (до 40-50%) имеют место только на севере и юго-востоке, а уменьшение осадков для остальной территории в среднем составляет 33%, достигая 60-80% в центре территории. В 4х случаях $\Delta/\Sigma > 1$ и еще в 6х случаях приближается к 1 (больше 0,7). Поэтому из всех месяцев осадки июля являются самыми нестационарными и в основном имеют тенденцию к уменьшению, хотя есть отдельные области, где они растут.

Глава 5. Оценка будущих температур воздуха в Венесуэле

5.1. Методика оценки

Методика оценки основана на совместном применении результатов статистического моделирования современных изменений климата и откорректированных сценарных будущих оценках по физико-математическим моделям климата, включая следующие следующие основных положения:

- количественная оценка современных изменений температуры воздуха за последние 60-70 лет (глава 3);
- выбор наиболее подходящей физико-математической модели климата для территории Венесуэлы при сравнении данных наблюдений и результатов исторического эксперимента по моделям климата;
- корректировка сценарных значений температур воздуха на основе установленного градиента изменения температур по данным наблюдений и систематических погрешностей модели для каждой метеостанции;

- построение карт сценарных оценок температур воздуха в Венесуэле за три 30-тилетки до конца 21 века.

В качестве сценарных значений использованы данные температур воздуха 3х сценариев проекта СМIP5: средний RCP4,5, самый благоприятный сценарий RCP2,6 концентрация CO₂ по которому будет такой, что даст добавку радиационного отклика в 2,6 Вт/м² к 2100 году. По самому неблагоприятному сценариям RCP8,5 добавка радиационного отклика к 2100 году будет составлять 8,5 Вт/м².

На основе этой методики выделяются 2 периода времени в прошлом: 1951– 1980 гг. и 1981–2010 гг. и 3 периода времени в будущем: 2011–2040 гг., 2041–2070 гг. и 2071–2100 гг. Производится расчет поправок к результатам физико-математического моделирования метеовеличины как в прошлом, так и в будущем на основе следующих формул. Прежде всего, определяются скорости роста температуры (градиенты) между последовательными средними значениями за периоды в 30 лет по следующим формулам:

$$\Delta 1 = T_{\text{ср2наб}} - T_{\text{ср1наб}}, \quad (5.1)$$

$$\Delta 2 = T_{\text{ср2буд}} - T_{\text{ср1буд}}, \quad (5.2)$$

$$\Delta 3 = T_{\text{ср3буд}} - T_{\text{ср2буд}}, \quad (5.3)$$

$$\Delta \text{ср1} = 1/2(\Delta 3 + \Delta 2), \quad (5.4)$$

$$\Delta \text{ср2} = 1/2(\Delta 1 + \Delta \text{ср1}), \quad (5.5)$$

где $T_{\text{ср1наб}}$, $T_{\text{ср2наб}}$ – средние температуры за два периода наблюдений: 1951–1980 и 1981–2010;

$T_{\text{ср1буд}}$, $T_{\text{ср2буд}}$, $T_{\text{ср3буд}}$ - средние температуры за три периода будущего по моделированию: 2011–2040, 2041– 2070, 2071-2100;

$\Delta \text{ср1}$, $\Delta \text{ср2}$ – средний градиент за будущий сценарный период 2011–2100 гг. и средний градиент по данным наблюдений и сценариям.

Выбирается одна или несколько наиболее подходящих для рассматриваемого региона физико-математических моделей климата на основе сравнения данных наблюдений и результатов исторического эксперимента по моделям климата. Критерием является минимальная средняя по абсолютной величине разность по всем метеостанциям в районе ($\Delta_{\text{ср}}$) между наблюдаемыми и смоделированными средними за выбранные интервалы времени. Несмотря на то, что для выбранной модели климата $\Delta_{\text{ср}}$ является минимальным отклонением, но оно получено в среднем для всех пунктов наблюдений по территории и характеризует средние локальные особенности. В пунктах наблюдений или в отдельных частях района эти отклонения могут быть намного больше и иметь разные знаки. Поэтому необходимо строить пространственное распределение отклонений для всех пунктов наблюдений и оценивать их пространственные закономерности [1].

Корректировка средних сценарных температур за 3 будущих периода 21 столетия осуществляется по формулам:

$$T_{\text{ср корректив(2011-2040)}} = T_{\text{ср2наб}} + \Delta_{\text{ср2}}, \quad (5.6)$$

$$T_{\text{ср корректив(2041-2070)}} = T_{\text{ср корректив(2011-2040)}} + \Delta 2, \quad (5.7)$$

$$T_{\text{ср корректив(2071-2100)}} = T_{\text{ср корректив(2041-2070)}} + \Delta 3, \quad (5.8)$$

где $T_{\text{ср корректив(2011-2040)}}$, $T_{\text{ср корректив(2041-2070)}}$, $T_{\text{ср корректив(2071-2100)}}$ - откорректированные значения будущих сценарных средних температур соответственно за соответствующие периоды.

В результате должны быть получены откорректированные будущие значения климатических характеристик.

Последний этап методики включает в себя построение пространственных распределений будущих климатических характеристик за выбранные отрезки времени до конца 21 столетия по разным сценариям. Полученные пространственные распределения будущих климатических

характеристик сравниваются с существующим распределением в фактических единицах измерения для температуры воздуха (°C).

5.2 Выбор подходящей модели климата для Венесуэлы

Были получены значения отклонений средних многолетних наблюдаемых и смоделированных температур (в °C) для каждой метеостанции, и среднего по модулю отклонения для всего региона по каждой из 10 физико-математических моделей проекта CMIP5: BNU, FIO, Hadley (Великобритания), INM (Россия), IPSL (Франция), Micro5, Miroc (Япония), MPI (Германия), NorESM1-M (Норвегия), BCC (Китай). Полученные разности (систематические погрешности модели) между модельными и наблюдаемыми средними многолетними температурами за каждый из 4х месяцев года и по каждой метеостанции приведены в табл.5.1 – 5.4, также, как и средние разности для территории.

Таблица 5.1

Систематические погрешности моделей проектов CMIP5 для температуры января (в °C)

Код	BNU	FIO	Hadley	INM	IPSL	Micro5	Miroc	MPI	NorEs	BCC
80403	-1.3	-2.6	0.4	-4.5	-0.5	2	0	0.5	-2.6	-1.9
80407	-2.2	-3.3	-0.3	-3.2	-1.3	1.4	-0.7	-0.7	-3.9	-2.5
80410	1.9	1.3	1.6	0.5	1.9	2	1.4	2.5	-0.1	1.9
80412	0.3	0.1	0.7	-0.3	0.5	0.8	-0.2	1.2	-1	0.3
80413	1.4	0.9	1.9	0.8	1.3	1.8	0.5	2.2	-0.1	1.4
80415	0.3	-0.7	0.5	-2	1.2	1	0.6	1.3	-0.5	-0.4
80416	4.6	4.5	5	4.2	4.6	5.2	3.3	5.6	3.7	4.9
80419	-0.5	-3.5	-3.1	-4	-0.6	-3.7	-1.5	-4	-1.2	-1.3
80421	-0.9	-0.9	-0.2	-1	0.2	-0.2	-2	0.3	-1.6	-0.6
80423	-0.7	-0.7	1.6	-0.8	0.1	0.1	-2	0.7	-1.5	-0.3
80428	-1.7	-4.1	-4.7	-5.7	-3	-6.2	-3.1	-5.2	-5.4	-1.4
80431	1.9	1.9	2.5	1.5	2.1	2.5	0.9	3	1.1	2.1
80435	0.2	-2.5	-1.6	-2.8	0	-0.3	-0.6	-1.6	-1.3	-0.5
80438	6.7	6.5	7.1	6	5	7.9	6.1	7.8	5.9	7.4
80440	-2.9	-5.1	-5.8	-6.8	-3.9	-7.2	-4.2	-6.2	-6.6	-2.3
80444	-1.1	-3.9	-3.9	-3.9	-6.4	-2.3	0.2	-3.2	-7.2	-1.6
80447	-0.2	-2.9	-2.5	-4.1	-4.2	-2.9	-1.7	-2.7	-4.9	1
80448	-0.6	-2.6	-3.5	-3.3	0.8	-2.6	-1.4	-1.4	-3.9	1.2
80453	0.9	-0.8	0.2	-1.4	2.2	2.5	1.4	2.2	-1.2	1.4
80457	-3	-4.7	-2.2	-6.2	-3	-0.3	-0.6	-1.5	-5.9	-2.3

80462	3	1.2	0.7	-2.1	5.6	0.6	1.5	2.3	0.3	5.6
78970	0.7	-2.4	-1.4	-1.2	0.8	-0.7	0.5	-2.1	-0.2	-1.1
78982	-1.4	-2.7	-1.7	-2.4	-2.8	2.2	-0.1	-0.8	-3.8	-2.2
80035	-1.7	-3.2	-1.7	-2.6	-2.6	-0.5	-1.2	-2.8	-2.8	-2.3
80139	-4.4	-6.1	-3.6	-7.6	-4.5	-1.8	-2	-2.9	-7.2	-3.8
81002	-1	-3	-1.2	-3.6	-0.3	-0.4	-1.7	-0.3	-3.3	1.1
81005	1.7	-0.2	1.5	-1	2.3	2.2	0.9	2.4	-0.7	4
81100	0.3	-1.5	-1.2	-3.1	-4.5	-4.6	2.1	-0.1	-4.9	-0.5
82025	-3.8	-4.5	0.3	-6	-1.4	1.7	-1.2	0.1	-3.7	-0.6
82103	-1	-2.2	0.5	-4.4	2.7	0.9	-0.1	1.6	-1.7	2
82107	-1.5	-2.4	-0.5	-4.2	4.7	0.2	-2.9	-0.2	-2.6	0.9
80432	-2.8	-5.3	-4.1	-6.1	-4.3	-3.9	-3.8	-4.1	-5.1	-2.3
80433	-1	-3.4	-2.3	-3.2	-2.7	0.1	-1.6	-0.8	-2.5	-0.4
80450	-1.6	-3.9	-3.6	-2.8	-6.6	-1.7	-1.4	-1.9	-5.1	-0.8
82106	-1.5	-2.3	0.4	-3.1	5.1	0.2	-2.4	0.2	-2.7	0.5
82024	-3	-4	0.7	-5.5	-1	2	-0.7	0.5	-3.4	-0.8
80458	-4.5	-5.7	-2.9	-7.2	-0.3	-3.1	-5.7	-1.3	-5.4	-1.5
80138	-2.4	-3.8	-0.3	-5.1	0	1.9	-0.1	0.4	-3.7	-1.3
Ср.зна	1.9	2.9	2.1	3.5	2.5	2.1	1.6	2.1	3.1	1.8

Таблица 5.2

Систематические погрешности моделей проектов CMIP5 для температуры
апреля (в °C)

Код	BNU	FIO	Hadley	INM	IPSL	Micro5	Miroc	MPI	NorEs	BCC
80403	-2.6	-3.9	-0.9	-5.8	-2.6	0.7	-1.3	-0.8	-3.9	-3.2
80407	-3.1	-4.4	-1.4	-4.3	-2.2	0.3	-1.8	-1.8	-5	-3.6
80410	0.5	-0.1	0.2	-0.9	-0.5	0.6	-1.8	1.1	-1.5	0.5
80412	-0.9	-1.1	-0.4	-1.4	-1.4	-0.3	-1.3	0.1	-2.2	-0.8
80413	-1.5	-1.9	-1	-2	-2.2	-0.9	-2.4	-0.6	-2.8	-1.3
80415	-0.9	-1.9	-0.7	-3.3	-1.7	-0.3	-0.6	0.1	-1.7	-1.6
80416	2	1.8	2.4	1.6	1.4	2.5	0.7	3	1.1	2.2
80419	-2.4	-5.5	-5.1	-6	-3.5	-5.6	-3.5	-6	-3.2	-3.2
80421	-2.3	-2.4	-1.6	-2.4	-2.9	-1.7	-3.4	-1.1	-3.1	-2.1
80423	-2.3	-2.3	-1.6	-2.4	-3	-1.5	-3.7	-1	-3.1	-1.9
80428	-3	-5.4	-6	-7	-4.7	-7.4	-4.3	-6.5	-6.7	-2.6
80431	-1.5	-1.5	-0.9	-1.9	-1.9	-0.6	-2.5	-0.4	-2.3	-1.1
80435	-1.5	-4.2	-3.3	-4.5	-3.5	-2	-2.3	-3.3	-3	-2.2
80438	5.6	5.1	5.7	4.6	5.3	6.6	4.7	6.4	4.5	6
80440	-3.7	-5.9	-6.6	-7.6	-5.3	-7.8	-5	-7	-7.4	-2.8
80444	-3.2	-6	-5.9	-6	-5.9	-4.3	-1.8	-5.3	-9.3	-3.7
80447	-1.6	-4.3	-3.9	-5.5	-5.9	-4.2	-3.1	-4.1	-6.2	-0.4
80448	-1.7	-3.7	-4.6	-4.5	-1.2	-3.7	-2.5	-2.6	-5	0.1
80453	-0.7	-1.8	-1.5	-3	-1.4	0.9	-0.3	0.5	-2.9	-0.2
80457	-2.7	-4.4	-1.9	-5.9	-3.2	-2.7	-0.3	-1.3	-5.6	-2
80462	2.4	0.5	0.1	-0.7	3.5	-5.6	0.8	1.7	-0.3	5
78970	-1	-4.1	-3.1	-2.9	-1.9	-2.4	-1.2	-3.8	-1.9	-2.8
78982	-2.3	-3.5	-2.5	-3.2	-4.5	1.3	-0.9	-1.6	-4.7	-3.1

80035	-1.9	-4.3	-2.9	-3.8	-5	-1.7	-2.4	-4	-3.9	-3.4
80139	-4.5	-6.2	-3.7	-7.7	-4.9	-1.8	-2.1	-3	-7.3	-3.9
81002	-1.9	-4	-2.1	-4.5	-1.8	-1.3	-2.6	-1.2	-4.2	0.2
81005	0.6	-1.3	0.4	-2.1	0.8	1.2	-0.2	1.3	-1.8	2.9
81100	-0.6	-2.4	-2.1	-4	-2.6	-0.9	1.2	-1	-5.8	-1.3
82025	-3.2	-4.3	1	-5.8	0.7	2.1	-0.8	0.9	-3.5	-0.4
82103	-0.6	-1.8	1	-3.9	5.1	1.3	0.3	2.1	-1.3	2.5
82107	-1	-1.9	0.1	-3.7	2.2	0.7	-2.3	0.3	-2.1	1.4
80432	-4.5	-7	-5.8	-7.8	-4.9	-5.3	-5.4	-5.7	-6.8	3.8
80433	-3	-5.4	-4.4	-5.3	-1.2	-1.9	-3.6	-2.8	-4.6	-2.4
80450	-3.7	-6	-5.7	-4.9	-2.4	-3.8	-3.5	-4	-7.2	-2.8
82106	-1.5	-2.2	0.5	-3.1	1.8	0.3	-2.4	0.2	-2.6	0.5
82024	-3.4	-4.4	0.3	-5.8	0.5	1.5	-1.2	0.2	-3.8	-1.3
80458	-4.2	-5.4	-2.5	-6.9	-1.7	-2.7	-5.3	-0.9	-5	-1.2
80138	-1.6	-3	0.6	-4.3	0.9	2.7	0.7	1.2	-2.9	-0.5
Ср.зна	2.3	3.7	2.5	4.2	2.8	2.5	2.2	2.3	3.9	2.1

Таблица 5.3

Систематические погрешности моделей проектов СМIP5 для температуры
июля (в °C)

Код	BNU	FIO	Hadley	INM	IPSL	Micro5	Miroc	MPI	NorEs	BCC
80403	-3.4	-4.7	-1.7	-6.6	-3.4	-0.2	-2.1	-1.6	-4.7	-4.1
80407	-3.9	-5	-2	-4.9	-2.8	-0.2	-2.4	-2.4	-5.6	-4.1
80410	1.7	1	1.4	0.2	0.7	1.7	1.1	2.3	-0.3	1.6
80412	1.3	1.1	1.7	0.7	0.7	1.7	0.8	2.2	-0.1	1.1
80413	0.6	0.2	1.1	4.9	-0.1	1.1	-0.3	1.5	-0.7	0.7
80415	-1.7	-2.6	-1.4	-4	-2.4	-1	-1.3	-0.6	-2.4	-2.4
80416	2.7	2.5	3.1	2.2	2.1	3.3	1.4	3.7	1.7	2.9
80419	-1.3	-4.3	-3.9	-4.8	-2.3	-4.4	-2.3	-4.8	-2	-2
80421	-2.4	-2.5	-1.7	-2.5	-3	-1.8	-3.5	-1.2	-3.2	-2.1
80423	-1.9	-1.9	-1.2	-2	-2.6	-1.1	-3.2	-0.5	-2.7	-1.5
80428	-0.5	-2.9	-3.4	-4.4	-2.2	-5	-1.8	-3.9	-4.1	-0.1
80431	1.3	1.3	1.9	0.9	0.8	1.9	0.2	2.4	0.4	1.5
80435	-0.5	-3.3	-2.4	-3.5	-2.6	-1.1	-1.3	-2.3	-2	-1.2
80438	5.8	5.3	5.9	4.8	5.5	6.7	4.9	6.6	4.7	6.1
80440	-0.8	-3	-3.7	-4.7	-2.4	-5.3	-2.1	-4.1	-4.5	-0.3
80444	-1.7	-4.5	-4.4	-4.5	-4.4	-2.8	-0.3	-3.8	-7.8	-2.2
80447	-2.4	-5.1	-4.6	-6.3	-6.7	-5	-3.9	-4.9	-7	-1.2
80448	0.1	-1.9	-2.9	-2.7	0.6	-2	-0.7	-0.8	-3.2	1.8
80453	0.2	-0.9	-0.5	-2.1	-0.4	1.9	0.7	1.5	-1.9	0.8
80457	-0.5	-2.2	0.3	-3.7	-1	2.2	1.9	1	-3.4	0.2
80462	3.8	1.9	1.5	0.8	4.9	1.3	2.2	3.1	1.1	6.4
78970	-0.7	-3.8	-2.8	-2.6	-1.6	-2.1	-0.9	-3.5	-1.6	-2.5
78982	-3.1	-4.3	-3.3	-4	-5.2	0.5	-1.7	-2.4	-5.4	-3.9
80035	-3.6	-6	-4.6	-5.5	-6.8	-3.4	-4.1	-5.7	-5.7	-5.2
80139	-1.5	-3.2	-0.7	-4.7	-1.9	1.1	0.9	0	-4.3	-1
81002	-1.8	-3.8	-1.9	-4.4	-1.6	-1.2	-2.4	-1	-4.1	0.5
81005	1.3	-0.6	1.1	-1.4	1.5	1.9	0.6	2	-1	3.6
81100	0.6	-1.2	-0.9	-2.8	-1.4	0.3	2.4	0.1	-4.6	-0.1

82025	-2.3	-2.9	2.3	-4.4	2.1	3.3	0.5	2.2	-2.3	0.8
82103	0.2	-1	1.7	-3.2	5.8	2	1.1	2.8	-0.6	3.2
82107	-0.2	-1.1	0.8	-2.9	3	1.5	-1.6	1.1	-1.4	2.2
80432	-0.9	-3.4	-2.2	-4.3	-1.3	-2.2	-2	-2.2	-3.3	-0.7
80433	-0.1	-2.5	-1.5	-2.3	1.7	0.8	-0.7	0.1	-1.6	0.3
80450	-0.7	-3	-2.7	-1.9	0.6	-0.8	-0.5	-1	-4.2	0.1
82106	-0.3	-1.1	1.5	-1.9	2.9	1.4	-1.3	1.4	-1.5	1.7
82024	-1.5	-2.7	2.1	-4	2.3	3.2	0.9	2.2	-2.1	0.7
80458	-2.4	-3.8	-0.9	-5.1	0	-1.1	-3.6	0.8	-3.3	0.5
80138	0.4	-1	2.5	-2.3	2.9	4.7	2.7	3.2	-1	1.5
Ср.зна	1.6	2.7	2.2	3.4	2.5	2.2	1.7	2.3	2.9	1.9

Таблица 5.4

Систематические погрешности моделей проектов CMIP5 для температуры
октября (в °C)

Код	BNU	FIO	Hadley	INM	IPSL	Micro5	Miroc	MPI	NorEs	BCC
80403	-3.4	-4.7	-1.6	-6.5	-3.4	-0.1	-2	-1.5	-4.7	-4
80407	-2.6	-3.8	-0.8	-3.7	-1.6	0.9	-1.2	-1.2	-4.3	-3
80410	0.6	0	0.3	-0.8	-0.4	0.7	0.1	1.2	-1.4	0.6
80412	0.3	0.1	0.8	-0.2	-0.2	1.1	-0.1	1.3	-1	0.5
80413	0.1	-0.3	0.6	-0.4	-0.6	0.7	-0.7	1	-1.2	0.2
80415	-2.4	-3.4	-2.2	-4.8	-3.2	-1.7	-2.1	-1.4	-3.2	-3.1
80416	2.4	2.2	2.8	2	1.8	3	1.1	3.4	1.4	2.6
80419	-1.9	-5	-4.5	-5.4	-2.9	-5.1	-3	-5.5	-2.6	-2.7
80421	-3.1	-3.1	-2.4	-3.2	-3.7	-2.5	-4.2	-1.9	-3.9	-2.9
80423	-2.4	-2.4	-1.6	-2.5	-3	-1.5	-3.7	-1	-3.2	-1.9
80428	-1.7	-4.1	-4.7	-5.7	-3.4	-6.2	-3	-5.2	-5.4	-1.3
80431	0.7	0.7	1.3	0.3	0.2	1.4	-0.4	1.8	-0.2	1
80435	-1.5	-4.2	-3.3	-4.5	-3.5	-2	-2.2	-3.2	-2.9	-2.1
80438	5.7	5.4	6	4.9	5.5	6.8	4.9	6.7	4.8	6.2
80440	-2	-4.1	-4.9	-5.9	-3.5	-6.3	-3.3	-5.2	-5.7	-1.4
80444	-2.9	-5.7	-5.6	-5.7	-5.6	-4	-1.5	-4.9	-9	-3.4
80447	-2	-4.7	-4.3	-5.9	-6.3	-4.7	-3.5	-4.5	-6.7	-0.8
80448	-1	-2.9	-3.9	-3.7	-0.4	-3	-1.8	-1.7	-4.2	0.8
80453	-1.1	-2.2	-1.8	-3.4	-1.7	0.7	-0.6	0.2	-3.2	-0.4
80457	-1.7	-3.4	-0.9	-4.9	-2.2	1	0.7	-0.3	-4.6	-1.1
80462	2.7	0.9	0.5	-0.3	3.9	0.3	1.2	2	0	5.3
78970	-0.9	-3.9	-2.9	-2.8	-1.8	-2.2	-1	-3.7	-1.8	-2.7
78982	-3.5	-4.7	-3.7	-4.4	-5.7	0.2	-2.1	-2.8	-5.9	-4.2
80035	-1.5	-3.9	-2.5	-3.4	-4.7	-1.3	-2	-3.6	-3.6	-3.1
80139	-2.8	-4.5	-2.1	-6.1	-3.3	-0.3	-0.5	-1.4	-5.7	-2.3
81002	-2.7	-4.6	-2.8	-5.2	-2.5	-2	-3.3	-1.9	-4.9	-0.4
81005	0.4	-1.5	0.1	-2.3	0.6	1	-0.4	1.1	-2	2.8
81100	0.5	-1.4	-1	-2.9	-1.6	0.2	-2.3	0	-4.7	-0.2
82025	-4.3	-5.1	0.1	-6.6	0	1.1	-1.7	0.2	-4.2	-1.2
82103	-1.1	-2.3	0.44	-4.5	4.5	0.7	-0.2	1.5	-1.9	1.9

82107	-1.7	-2.6	-0.7	-4.5	1.5	-3.9	-3.1	-0.4	-2.9	0.6
80432	-2	-4.6	-3.4	-5.4	-2.5	-3.2	-3.1	-3.3	-4.5	-1.7
80433	-1	-3.4	-2.4	-3.3	0.8	0	-1.7	-0.8	-2.6	-0.6
80450	-2.2	-4.4	-4.1	-3.3	-0.8	-2.2	-2	-2.4	-5.6	-1.3
82106	-1.8	-2.5	0.2	-3.3	1.5	0	-2.7	-0.1	-3	0.4
82024	-3.6	-5	-0.2	-6.3	0	0.9	-1.6	-0.1	-4.4	-1.7
80458	-4	-5.3	-2.4	-6.7	-1.5	-2.6	-5.1	-0.8	-4.9	-1
80138	-0.9	-2.4	1.2	-3.6	1.5	3.3	1.4	1.8	-2.3	0.2
Ср.зна	2	3.3	2.2	3.9	2.4	2.1	2	2.1	3.6	1.9

Из результатов таблиц следует, что наиболее эффективной моделью климата для температур января Мiрос со средней по абсолютной величине погрешностью $\Delta\text{ср}=1,6^{\circ}\text{C}$, для температур апреля - модель ВСС с $\Delta\text{ср}=2,1^{\circ}\text{C}$, для температур июля - модель ВNU с $\Delta\text{ср}=1,6^{\circ}\text{C}$ и для температур октября - модель ВСС с $\Delta\text{ср}=1,9^{\circ}\text{C}$. Вместе с тем, модель Мiрос для июля дает погрешность $\Delta\text{ср}=1,7^{\circ}\text{C}$ примерно такую же, как и модель ВNU. Поэтому можно сделать вывод, что наиболее подходящими для территории Венесуэлы являются модели Мiрос и ВСС.

Для сравнения погрешностей выбранных моделей по территории были построены интерполяционные модели, приведенные на рис.5.1 – 5.4.

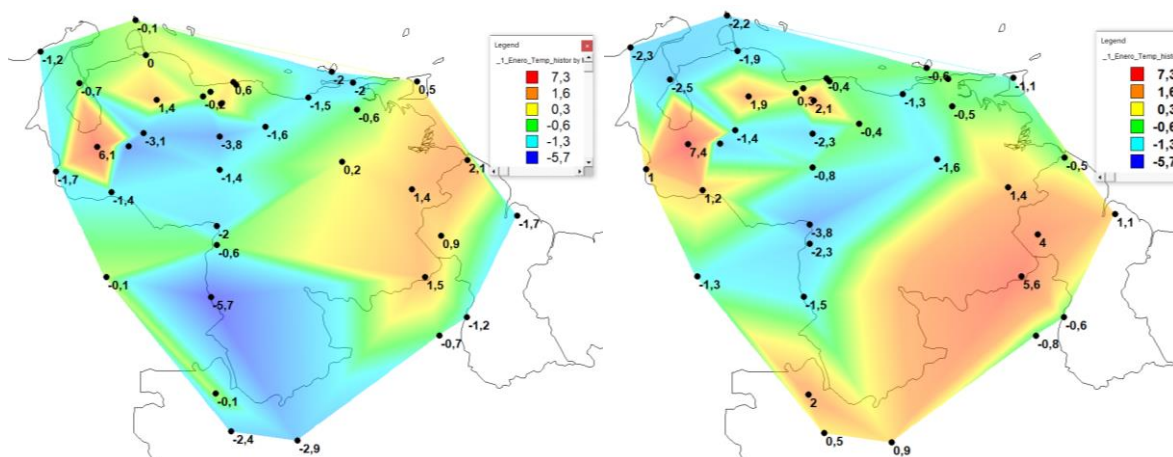


Рис.5.1. Пространственные распределения систематических погрешностей моделей Мiрос (слева) и ВСС (справа) для температур воздуха января

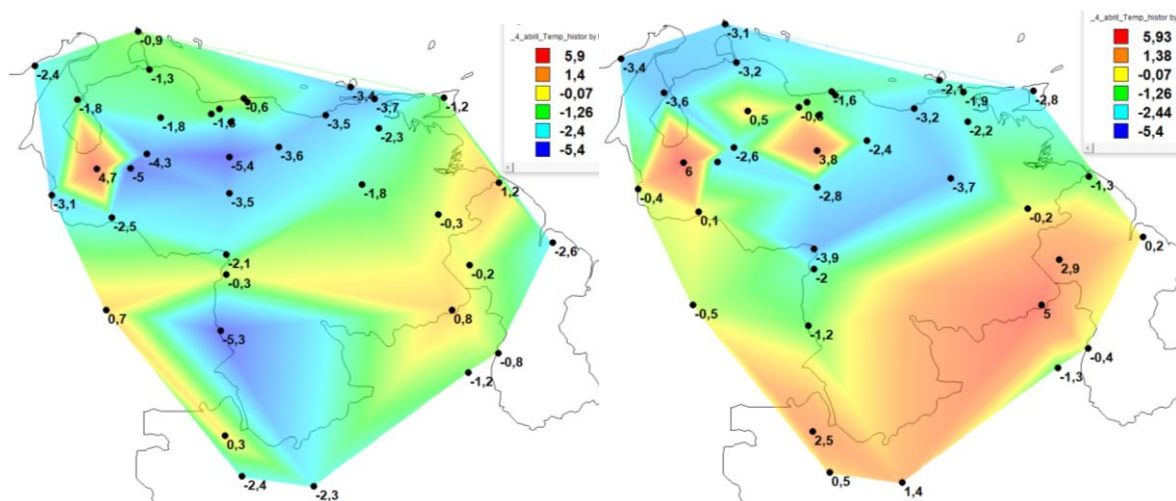


Рис.5.2. Пространственные распределения систематических погрешностей моделей Miroc (слева) и ВСС (справа) для температур воздуха апреля

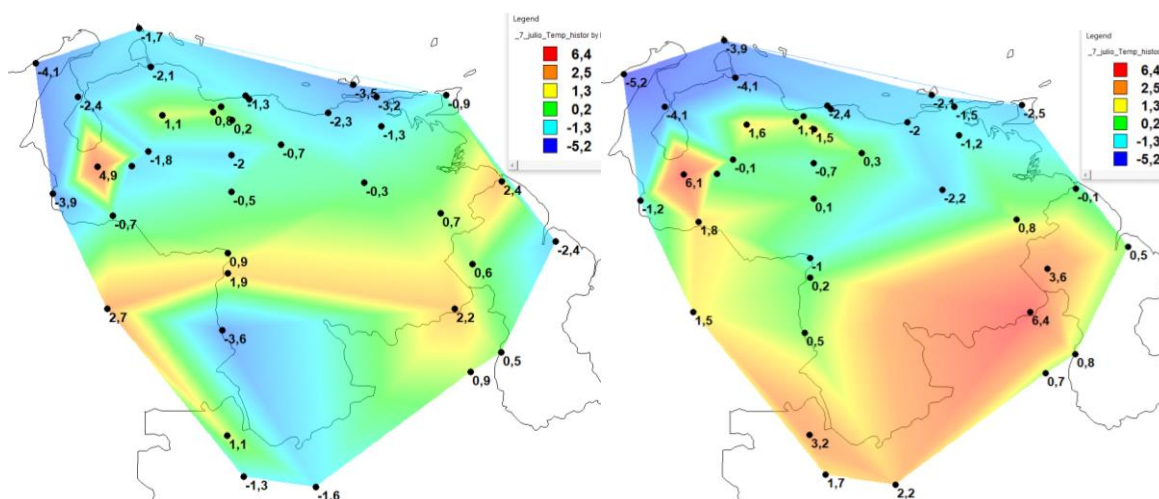


Рис.5.3. Пространственные распределения систематических погрешностей моделей Miroc (слева) и ВСС (справа) для температур воздуха июля

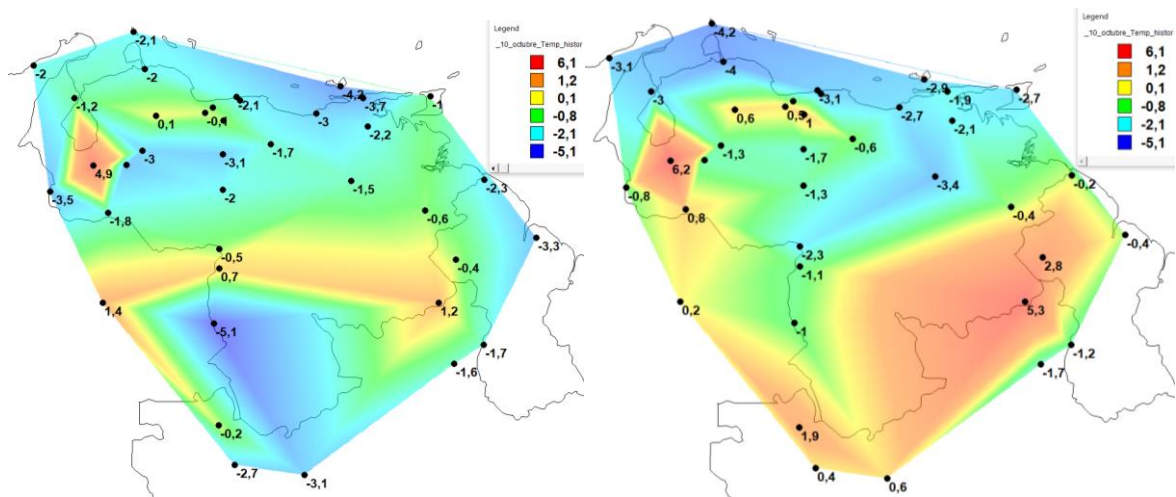


Рис.5.4. Пространственные распределения систематических погрешностей моделей Miros (слева) и BCC (справа) для температур воздуха октября

Из анализа рисунков и сопоставления пространственных распределений двух моделей климата, можно сделать вывод, что по территории имеют место как положительные, так и отрицательные систематические погрешности, достигающие в отдельных пунктах $-5,7^{\circ}\text{C}$ (январь, станция 80458) и $+7,4^{\circ}\text{C}$ (январь, станция 80438). Как правило, отрицательные погрешности (по модели температура ниже, чем наблюдаемая) имеют место на северо-западе территории, а положительные (по модели температура выше, чем наблюдаемая) – на востоке и юго-востоке, где находятся тропические леса бассейна Амазонки. Причем по модели BCC этот контраст между отдельными частями территории (отрицательные погрешности на северо-западе и положительные на юго-востоке) более яркий, чем для модели Miros. В среднем же для всех сезонов года эти обе модели дают одинаковые систематические погрешности для территории $\Delta\text{ср}=1,9^{\circ}\text{C}$, хотя для отдельных станций они могут достигать $6-7^{\circ}\text{C}$ как в плюс, так и в минус. Все эти систематические погрешности следует учитывать при корректировке сценарных температур.

5.3. Оценки будущих сценарных температур

Результаты оценки будущих среднемесячных температур воздуха каждого исследуемого месяца получены для каждой из 38 метеостанций с

учетом корректировки по формулам (5.1) – (5.8). В табл.5.5 приведены средние температуры современного 30-летнего периода (1981-2010 гг.), обозначенные как Ср2 и трех будущих 30-летних периодов 2011–2040 гг., 2041–2070 гг. и 2071–2100 гг., обозначенные как Срf1k, Срf2k и Срf3k для модели Мiрос и среднего сценария RCP 4,5Вт/м².

Таблица 5.5.

Средние за периоды температуры воздуха по станциям в настоящем и будущем по модели Мiрос и по сценарию RCP 4,5Вт

	ЯНВАРЬ				АПРЕЛЬ			
Код	Ср2	Срf1k	Срf2k	Срf3k	Ср2	Срf1k	Срf2k	Срf3k
78970	25.8	26.7	27.4	28.0	27.3	28.2	29.0	29.6
78982	27	27.7	28.6	29.2	28.3	29.2	30.0	30.7
80035	27	27.6	28.5	29.1	28.2	28.9	29.9	30.5
80138	27.3	28.0	29.1	30.1	26.5	27.0	28.2	28.7
80139	29.8	30.7	31.8	32.6	29.6	30.5	31.9	32.4
80403	27	27.8	28.8	29.5	28.8	29.8	30.8	31.6
80407	28	28.9	30.0	30.8	29.2	30.3	31.6	32.4
80410	23.9	24.8	25.8	26.6	24.9	25.7	26.8	27.7
80412	26.2	27.5	28.3	29.3	27.4	28.7	29.7	30.6
80413	24.7	26.0	26.8	27.8	27.2	28.2	29.2	30.1
80415	25.9	27.0	27.8	28.6	27	28.1	29.0	29.8
80416	21.9	23.1	23.8	24.8	23.8	25.0	26.0	26.8
80419	27.2	28.5	29.2	30.1	28.2	29.0	29.9	30.6
80421	26.5	27.2	27.9	28.6	27.8	28.4	29.2	29.9
80423	25.7	26.2	26.9	27.6	27.5	28.0	28.9	29.5
80428	27.1	28.0	29.1	30.0	27.9	28.7	30.0	31.0
80431	24.9	26.3	27.0	28.0	27.3	28.2	29.2	30.0
80432	28.4	29.2	30.0	31.1	29.6	30.1	31.1	32.0
80433	26.6	27.3	28.1	29.1	28.7	29.4	30.4	31.3
80435	26.3	27.3	28.0	28.8	28.1	29.2	30.0	30.7
80438	19	20.1	21.5	22.4	20.1	21.1	22.7	23.6
80440	28	28.7	29.8	30.7	27.9	28.8	30.1	31.1
80444	26.6	27.5	28.4	29.4	28.7	29.6	30.8	31.4
80447	25	26.9	28.4	29.6	26.1	28.0	29.7	30.5
80448	26.1	27.0	28.4	29.6	27	27.8	29.4	30.1
80450	27.6	28.6	29.5	30.5	29.2	29.9	31.1	31.8
80453	24.4	25.1	25.8	26.8	24.8	25.7	26.7	27.2
80457	28.5	29.4	30.5	31.3	27.8	28.5	29.8	30.3
80458	29.1	30.0	30.8	31.7	28.8	29.8	30.7	31.3
80462	22.4	23.4	24.2	25.3	22.5	23.1	24.1	24.7
81002	25.5	26.1	26.7	27.4	26.4	27.1	27.7	28.3
81005	23.1	24.0	24.7	25.7	23.9	24.5	25.4	25.9
81100	25.3	26.0	26.6	27.3	25.9	26.5	27.2	27.7
82024	28.3	29.3	30.2	31.4	28.5	29.4	30.5	31.3

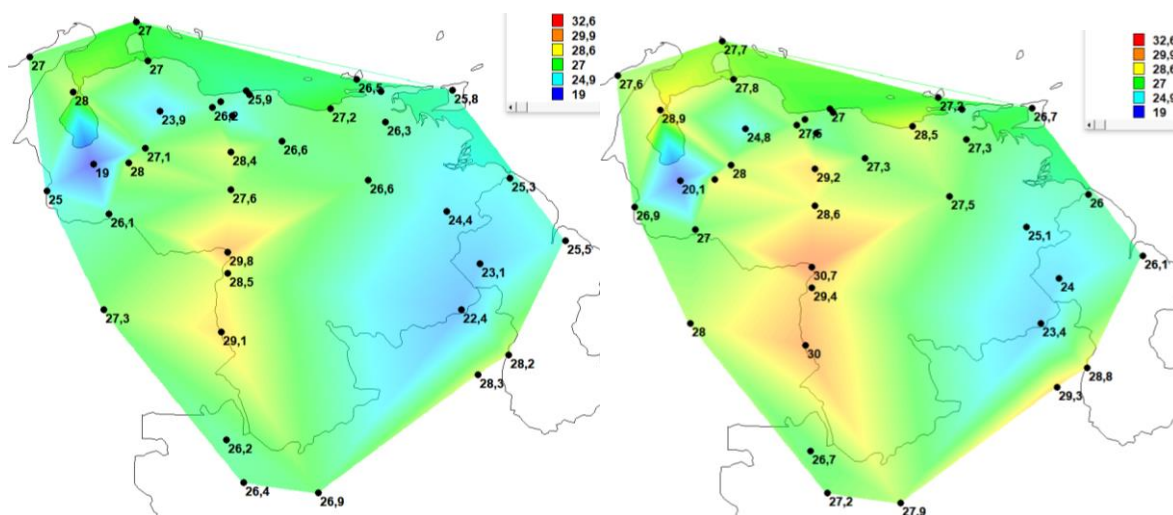
82025	28.2	28.8	29.6	30.7	28.3	28.9	29.8	30.5
82103	26.2	26.7	27.6	27.9	25.5	25.8	26.7	26.9
82106	26.4	27.2	28.0	28.4	26.4	27.3	28.2	28.5
82107	26.9	27.9	29.0	29.3	25.9	26.4	27.5	27.7

	Июль				Октябрь			
Код	Ср2	Срf1k	Срf2k	Срf3k	Ср2	Срf1k	Срf2k	Срf3k
78970	27.2	28.1	29.1	29.6	27.3	28.2	29.1	29.6
78982	29.1	30.0	30.8	31.5	29.3	30.1	31.1	31.7
80035	30.5	31.4	32.3	32.9	27.8	28.7	29.6	30.3
80138	24.6	25.2	26.2	26.9	26	26.6	27.5	28.5
80139	27	27.9	28.9	29.4	28.4	29.4	30.7	31.5
80403	29.6	30.6	31.6	32.2	29	29.8	30.9	31.7
80407	29.7	30.7	31.9	32.6	28.7	29.9	31.2	31.9
80410	24.4	25.4	26.5	27.2	25.1	26.1	27.3	28.4
80412	25.6	27.1	28.2	29.0	25.6	26.6	27.8	28.8
80413	25.6	26.7	27.8	28.6	25.7	26.8	28.0	29.0
80415	27.7	28.8	29.8	30.5	28	28.8	29.8	30.6
80416	23.6	24.7	25.8	26.6	23.7	24.9	26.0	26.9
80419	27.1	28.1	29.2	29.9	28.1	29.2	30.2	31.0
80421	28.1	28.9	29.9	30.5	28.5	29.1	30.0	30.7
80423	26.8	27.4	28.3	29.0	27.1	27.7	28.5	29.2
80428	25.8	26.8	28.1	28.8	26.7	27.7	29.1	30.3
80431	25	26.0	27.1	27.9	25.4	26.5	27.6	28.5
80432	27	28.0	29.3	30.0	27.7	28.5	29.7	30.7
80433	26.1	26.9	28.1	28.9	26.8	27.7	28.9	29.8
80435	27.2	28.4	29.5	30.2	27.9	28.9	29.9	30.5
80438	20.1	21.1	22.4	23.2	20.2	21.4	23.0	24.1
80440	26	26.8	28.1	28.8	26.6	27.3	28.7	29.9
80444	27.1	27.9	29.2	29.9	28.3	29.1	30.5	31.2
80447	27	29.2	30.6	31.4	26.6	28.7	30.2	31.1
80448	25.8	26.6	27.7	28.5	26.2	27.1	28.4	29.5
80450	26.8	27.9	29.0	29.7	27.9	28.8	30.1	31.1
80453	23.7	24.8	26.2	26.8	24.6	25.8	27.1	27.4
80457	26.2	27.1	28.1	28.6	26.8	27.6	28.9	29.7
80458	27.1	27.9	28.8	29.4	28.6	29.6	30.6	31.4
80462	21.5	22.5	23.9	24.8	22.7	23.9	25.3	26.3
81002	26.3	27.2	28.7	29.5	27	27.8	29.0	29.8
81005	23	23.7	25.3	25.9	24.5	25.4	26.8	27.4
81100	25.6	26.6	28.0	28.6	25.4	26.2	27.3	27.8
82024	26.8	27.8	28.9	29.9	29.4	30.8	32.2	33.7
82025	26.9	27.7	29.0	30.0	29.3	30.3	31.8	33.3
82103	24.7	25.2	26.2	26.6	26	26.3	27.1	27.4
82106	25.5	26.5	27.5	28.0	26.6	27.4	28.3	28.6
82107	25	25.5	26.8	27.2	26.6	27.1	28.2	28.6

Пространственные распределения средних за периоды температур в настоящем и будущем по данным табл.5.5 приведены на рис.5.5 – 5.8.

а) 1981-2010 г.

б) 2011 – 2040 гг.



в) 2041 – 2070 гг.

г) 2071 – 2100 гг.

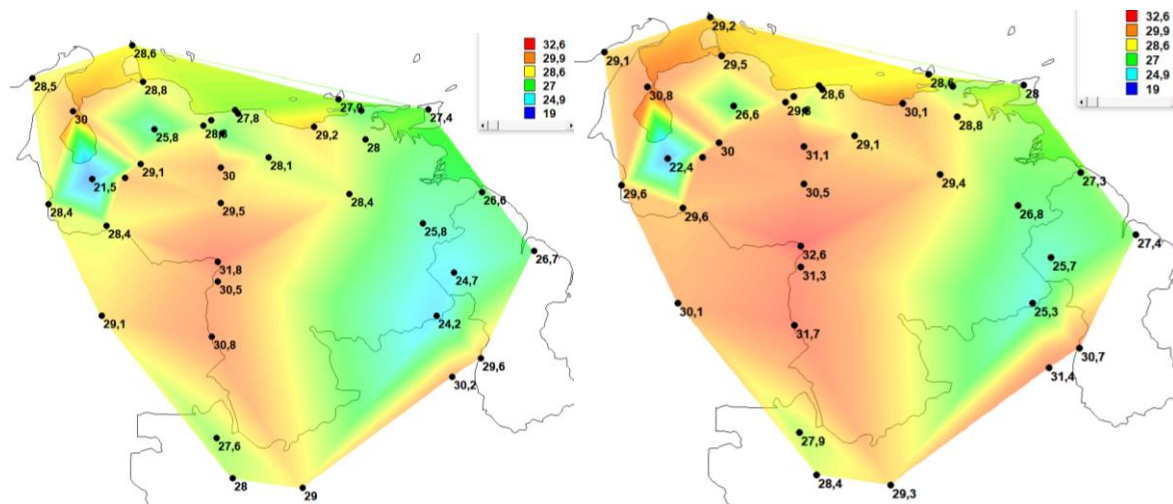
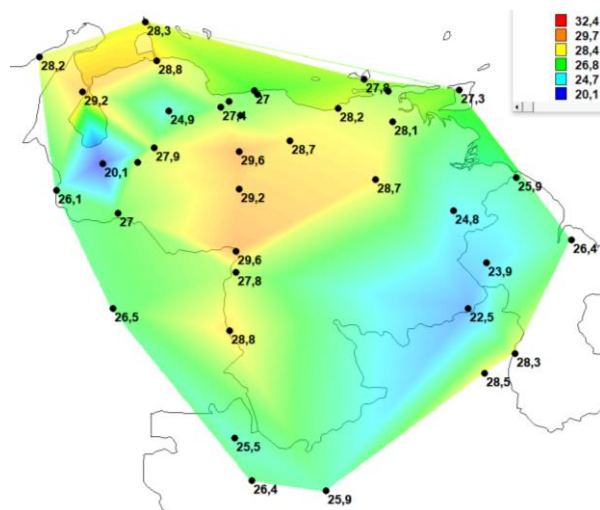
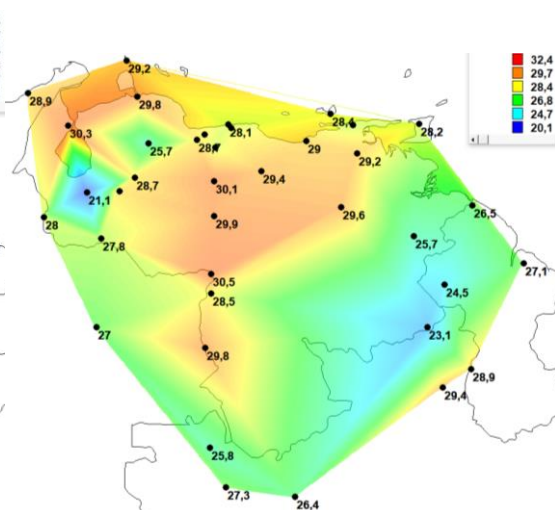


Рис.5.5. Пространственные распределения современных и сценарных температур воздуха января по модели Мiрос и по сценарию RCP 4,5Вт.

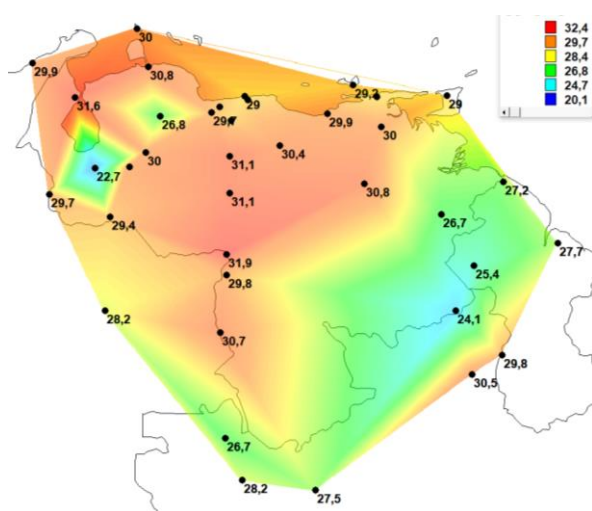
а) 1981- 2010 г.



б) 2011 – 2040 гг.



в) 2041 – 2070 гг.



г) 2071 – 2100 гг.

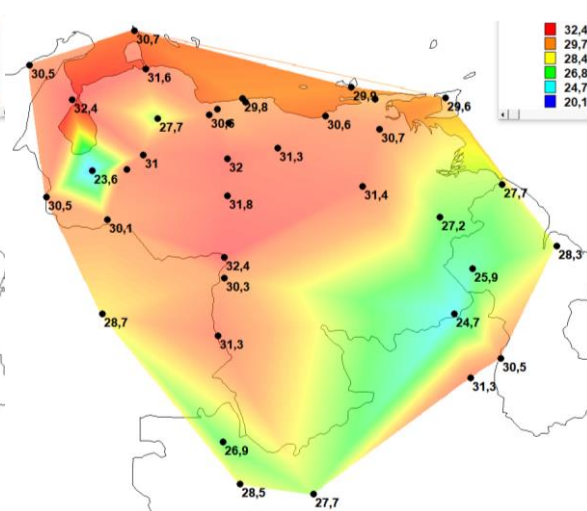
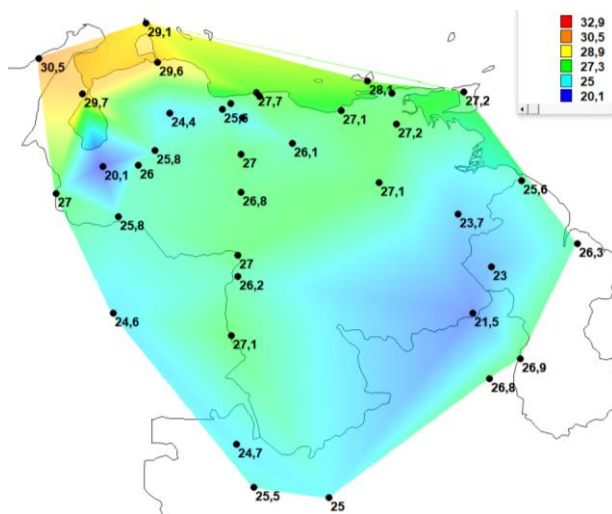
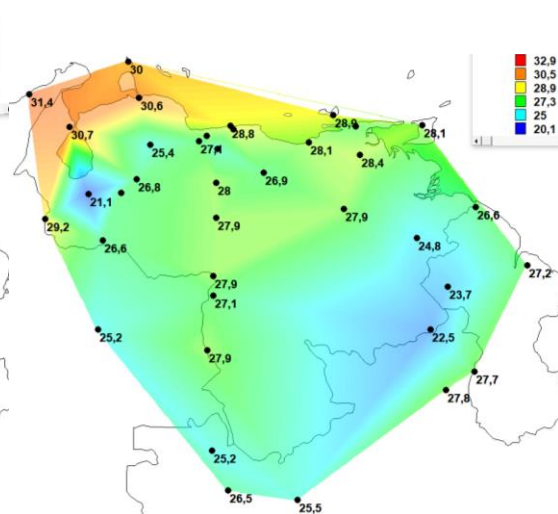


Рис.5.6. Пространственные распределения современных и сценарных температур воздуха апреля по модели Мiрос и по сценарию RCP 4,5Вт.

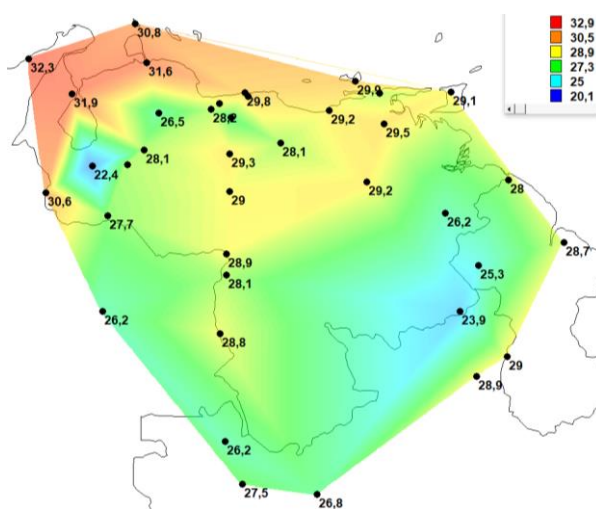
а) 1981- 2010 г.



б) 2011 – 2040 гг.



в) 2041 – 2070 гг.



г) 2071 – 2100 гг.

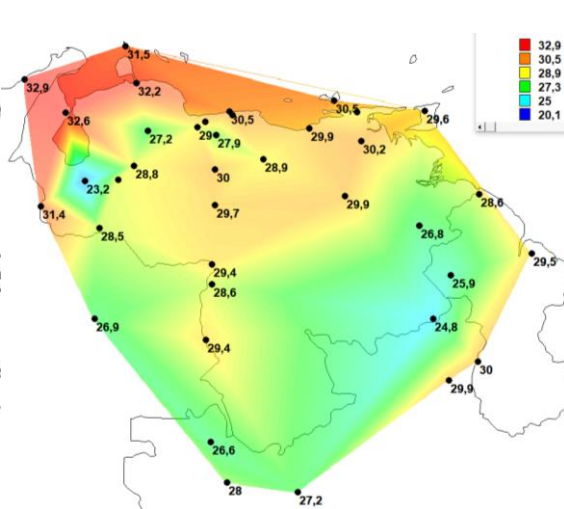
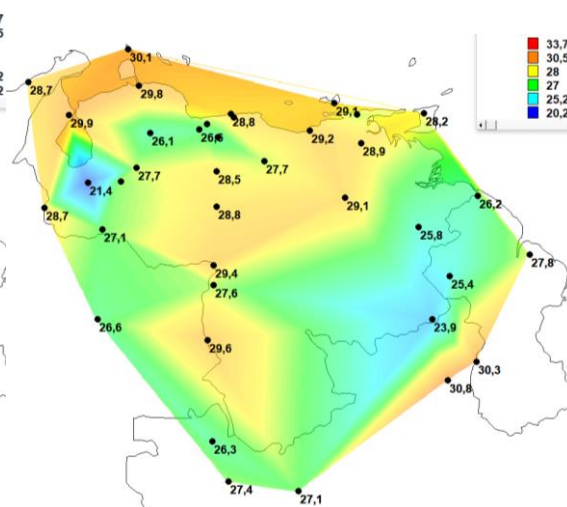
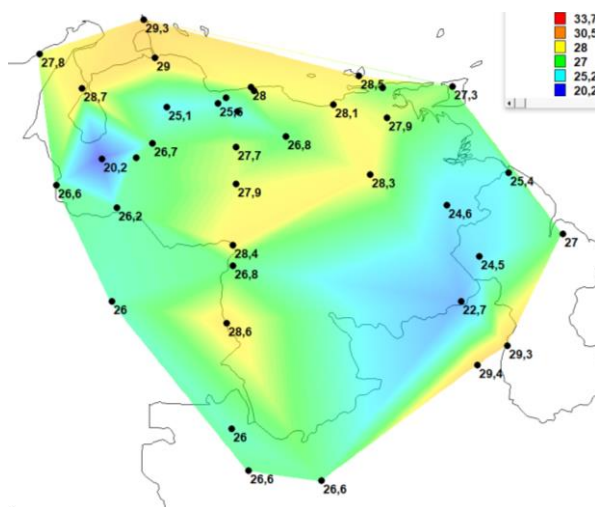


Рис.5.7. Пространственные распределения современных и сценарных температур воздуха июля по модели Мiгoc и по сценарию RCP 4,5Bт.

а) 1981- 2010 г.

б) 2011 – 2040 гг.



в) 2041 – 2070 гг.

г) 2071 – 2100 гг.

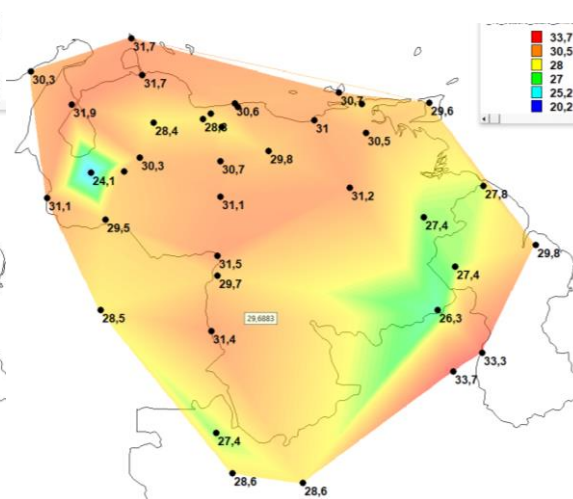
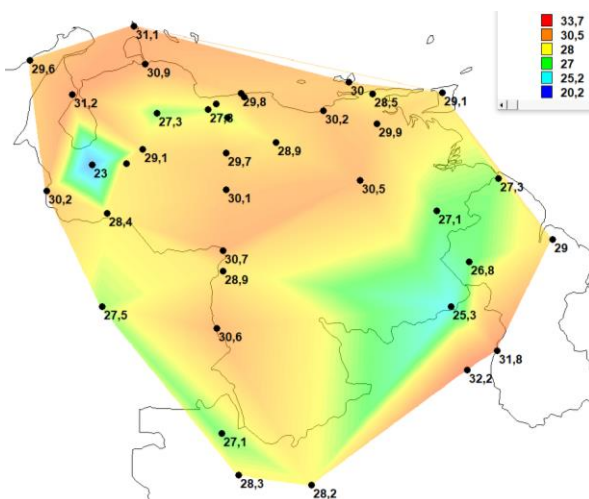


Рис.5.8. Пространственные распределения современных и сценарных температур воздуха октября по модели Мiрос и по сценарию RCP 4,5Вт.

На основе модели МIРОС и сценария RCP 4.5 можно сделать вывод о том, что средняя по территории температура повысится примерно на 1,7 С по сравнению с современной в последнюю треть 21 века.

Для сравнения расчетов по двум моделям в табл.5.6 приведены сценарные оценки средних температур января и июля в последний 30-летний период 21 века (2071-2100 гг.) для всех трех сценариев.

Таблица 5.6.

*Результаты сценарных оценок температур января и июля по моделям MIROC
и BCC в последнюю треть 21 века*

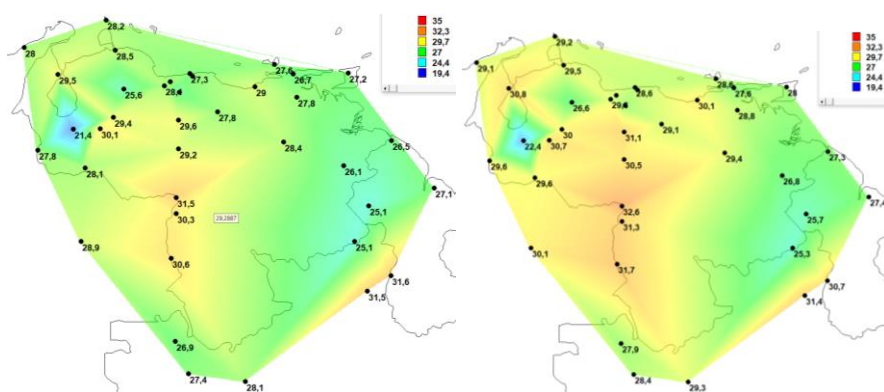
Код	Январь						Июль					
	RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5		RCP 2.6		RCP 4.5		RCP 8.5	
	Мирос	BCC	Мирос	BCC	Мирос	BCC	Мирос	BCC	Мирос	BCC	Мирос	BCC
78970	27.2	26.4	28.0	27.0	30.3	28.3	28.5	27.8	29.6	28.5	32.1	30.0
78982	28.2	27.3	29.2	27.9	31.3	29.1	30.4	29.7	31.5	30.4	33.8	31.8
80035	28.0	27.4	29.1	28.0	31.3	29.3	31.8	31.1	32.9	31.8	35.1	33.0
80138	28.9	27.6	30.1	28.6	31.9	31.8	25.8	24.9	26.9	26.5	29.1	28.8
80139	31.5	30.3	32.6	31.3	35.0	33.4	28.6	27.5	29.4	29.0	32.0	31.6
80403	28.5	27.3	29.5	28.2	31.9	29.4	31.2	30.0	32.2	30.9	34.8	32.5
80407	29.5	28.5	30.8	29.2	33.0	30.6	31.1	30.2	32.6	31.0	35.0	32.7
80410	25.6	24.2	26.6	25.1	28.9	26.4	26.2	25.0	27.2	25.7	30.0	27.8
80412	28.1	27.1	29.3	27.8	31.1	28.9	27.8	26.5	29.0	27.3	31.5	29.3
80413	26.5	25.5	27.8	26.3	29.5	27.4	27.4	26.1	28.6	26.9	31.1	28.9
80415	27.3	26.6	28.6	27.2	30.4	28.4	29.2	28.4	30.5	29.0	32.7	30.7
80416	23.4	22.5	24.8	23.3	26.5	24.5	25.2	24.1	26.6	24.8	29.0	26.8
80419	29.0	28.1	30.1	28.9	32.5	30.0	28.7	27.5	29.9	28.2	32.5	30.1
80421	27.6	26.8	28.6	27.6	30.9	28.7	29.3	28.5	30.5	29.2	33.0	30.7
80423	26.7	26.0	27.6	26.5	29.9	27.7	27.8	27.0	29.0	27.7	31.6	29.1
80428	29.4	27.4	30.0	28.4	32.6	29.6	27.8	26.0	28.8	24.8	31.8	29.6
80431	26.6	25.7	28.0	26.5	29.9	27.7	26.6	25.4	27.9	26.2	30.3	28.2
80432	29.6	28.6	31.1	29.5	32.7	30.7	28.8	27.3	30.0	28.3	32.5	30.4
80433	27.8	26.8	29.1	27.6	31.2	28.8	27.7	26.2	28.9	27.2	31.4	29.3
80435	27.8	27.1	28.8	27.7	31.3	29.0	29.0	27.8	30.2	28.7	33.0	30.3
80438	21.4	19.4	22.4	20.3	24.9	21.8	22.0	20.5	23.2	21.6	26.2	24.0
80440	30.1	28.1	30.7	29.1	33.3	30.3	27.8	26.1	28.8	27.3	31.8	29.7
80444	28.4	27.1	29.4	27.8	31.7	29.2	28.9	27.2	29.9	28.2	32.6	30.4
80447	27.8	26.2	29.6	27.1	31.5	29.1	29.8	28.7	31.4	29.9	34.0	32.3
80448	28.1	26.4	29.6	27.4	31.4	29.5	27.2	26.2	28.5	27.7	31.0	30.2
80450	29.2	28.1	30.5	28.9	32.5	30.5	28.8	27.2	29.7	28.4	32.2	30.8
80453	26.1	24.7	26.8	25.5	30.3	27.1	25.8	24.2	26.8	25.3	30.7	27.6
80457	30.3	29.1	31.3	30.0	33.7	32.1	27.9	26.5	28.6	28.3	31.3	30.9
80458	30.6	29.7	31.7	30.9	34.2	33.7	28.6	27.5	29.4	29.4	32.0	31.6
80462	25.1	23.0	25.3	23.8	27.6	25.7	23.2	21.8	24.8	23.5	28.1	26.0
81002	27.1	25.8	27.4	26.6	29.6	27.9	27.0	26.6	29.5	27.6	32.1	29.7
81005	25.1	23.6	25.7	24.3	28.7	25.9	24.0	23.0	25.9	24.4	29.5	26.7
81100	26.5	25.7	27.3	26.9	30.0	27.7	26.7	26.1	28.6	27.1	31.5	28.7
82024	31.5	28.9	31.4	29.8	32.4	32.3	28.9	27.0	29.9	29.4	32.8	31.9
82025	31.6	28.5	30.7	29.4	31.5	31.7	28.7	26.9	30.0	29.1	33.1	31.7
82103	26.9	26.7	27.9	28.0	30.7	31.0	25.9	25.1	26.6	26.9	29.2	28.6
82106	27.4	27.2	28.4	28.5	31.0	31.4	27.1	26.1	28.0	28.1	30.5	30.1
82107	28.1	27.8	29.3	28.1	31.8	32.3	26.3	24.9	27.2	27.4	29.7	29.4

Полученные пространственные распределения температур января и июля по данным табл.5.6 приведены на рис.5.9 – 5.10 по разным сценариям по модели Мирос и BCC (RCP 2.6, 4.5 и 8.5) на период 2071-2100.

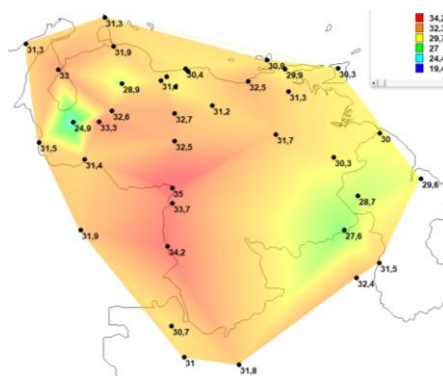
модель Miroc

а) RCP 2.6.

б) RCP 4.5.



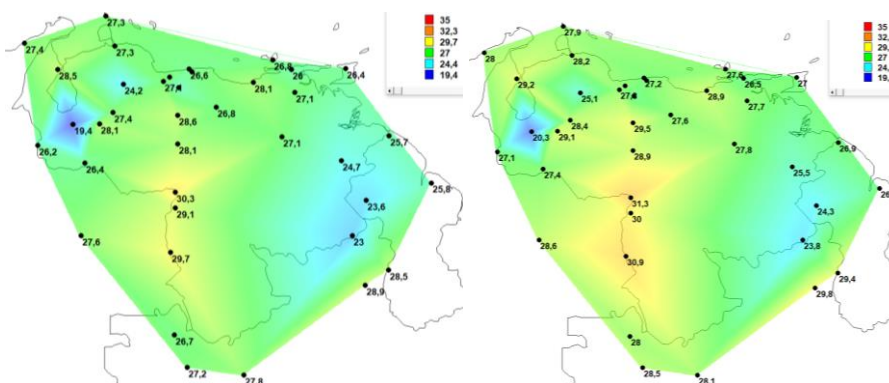
в) RCP 8.5.



модель BCC

а) RCP 2.6.

б) RCP 4.5.



в) RCP 8.5.

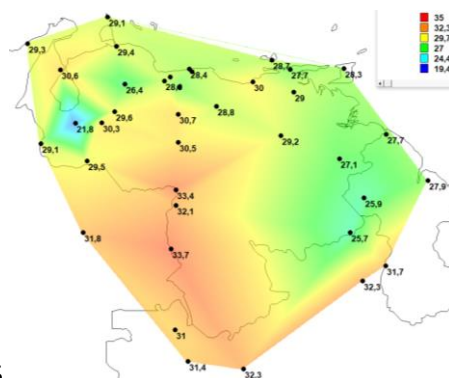
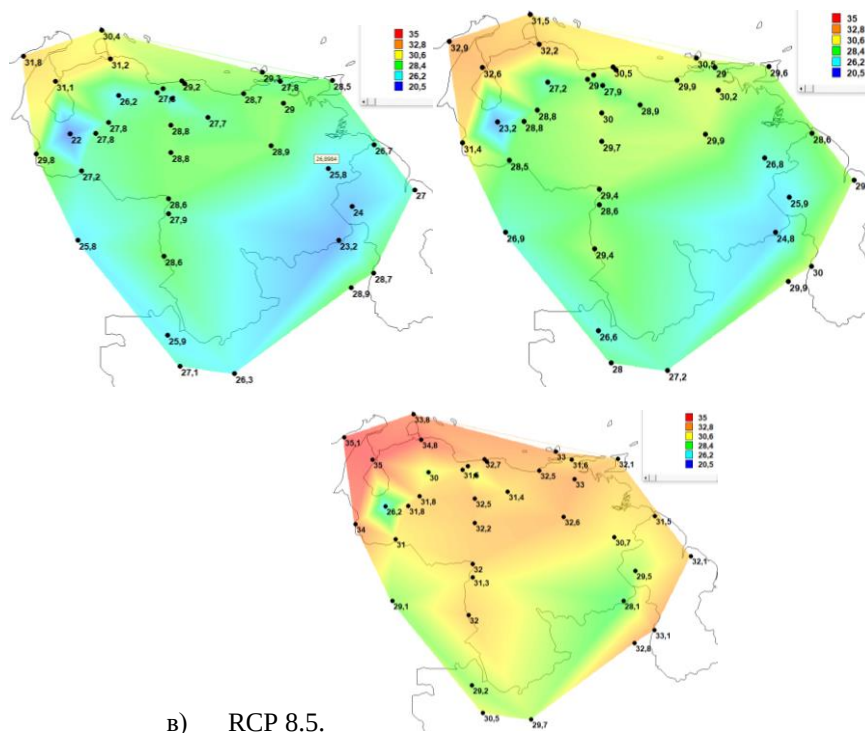


Рисунок 5.9. Пространственные распределения температур января за период 2071-2100 гг. для разных сценариев и моделей

модель Miroc

а) RCP 2.6.

б) RCP 4.5.



модель BCC

а) RCP 2.6.

б) RCP 4.5

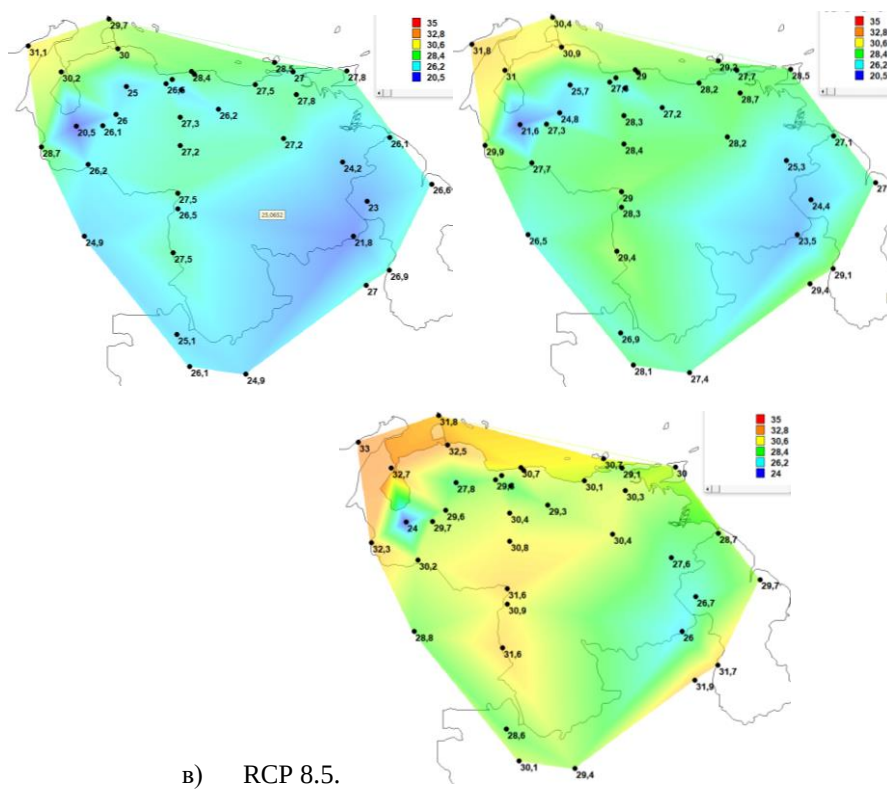


Рисунок 5.10. Пространственные распределения температур июля за период 2071-2100 гг. для разных сценариев и моделей

Как следует из рис.5.9, в зависимости от сценария и модели пространственные распределения температур января в последней трети 21 века будут существенно различаться, причем эти различия в большей степени зависят от сценария, чем от модели. Во всех случаях, как и в январе, наибольшие по территории температуры имеют место на северо-западе, а наименьшие – на юго-востоке. Наибольшие температуры будут достигать 31-32°C для RCP 2.6 и 32-33°C для RCP 4.5 и 34-35°C для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать 30-31°C для RCP 2.6 и 31-32°C для RCP 4.5 и 32-33°C для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наибольших температурах в зависимости от сценария составляет 4°C, а между моделями 1-2°C. Наименьшие температуры по территории будут достигать 23-24°C для RCP 2.6 и 25-26°C для RCP 4.5 и 28-29°C для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать 22-23°C для RCP 2.6 и 23-24°C для RCP 4.5 и 26-27°C для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наименьших по территории температурах в зависимости от сценария составляет 5°C, а между моделями 1-2°C. Можно отметить, что модель Miroc дает систематически меньшую температуру (примерно на 1°C), чем модель BCC.

Как следует из рис.5.10, пространственные распределения температур июля в последней трети 21 века также будут различаться. Во всех случаях наибольшие по территории температуры имеют место на северо-западе, а наименьшие – на юго-востоке. Наибольшие температуры будут достигать 30-31°C для RCP 2.6 и 32-33°C для RCP 4.5 и 34-35°C для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать 30-31°C для RCP 2.6 и 31-32°C для RCP 4.5 и 32-33°C для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наибольших температурах в зависимости от сценария составляет 4°C, а между моделями 1-2°C. Наименьшие температуры по территории будут достигать 23-24°C для RCP 2.6 и 25-26°C для RCP 4.5 и 28-29°C для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать 22-23°C для RCP 2.6 и 24-25°C для RCP 4.5 и 26-27°C для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наименьших по территории температурах в зависимости от сценария составляет 5°C, а между моделями 1-2°C. Можно отметить, что модель Miroc дает систематически меньшую температуру (примерно на 1°C), чем модель BCC. Практически

предельные по территории температуры как в январе, так и в июле будут примерно одинаковы и по среднему сценарию будут составлять 31-33°C и 24-26°C.

Если сравнивать в современными температурами января, которые изменяются по территории от 22-23°C до 28-29°C, то увеличение минимальных по территории температур по среднему сценарию составит 2-3°C, а максимальных 3-4°C. Современные температуры июля изменяются по территории от 22-23°C до 29-30°C. Поэтому увеличение как минимальных, так и максимальных по территории температур июля составит 2-3°C. По наиболее благоприятному сценарию это увеличение будет на 1°C меньше, а по RCP 8.5 – на 2-3°C больше, чем по среднему.

Заключение

В работе получены следующие основные результаты и выводы.

1. Сформированы базы данных, включающие многолетние ряды наблюдений среднемесячных температур воздуха и сумм месячных осадков за средние месяцы всех 4х сезонов года (январь, апрель, июль, октябрь) по 38 метеостанциям Венесуэлы и прилегающих к ней территорий соседних стран, Выполнена оценка качества каждого из 304 многолетних рядов наблюдений, включая оценку однородности экстремумов и стационарности средних значений и дисперсий, а также восстановлены пропуски наблюдений и непродолжительные ряды приведены к многолетнему периоду по связи с более продолжительными рядами в пунктах-аналогах, что позволило сформировать надежную информационную основу для проведения всех дальнейших исследований.

2. Получено, что неоднородные экстремумы в многолетних рядах практически отсутствуют за исключением 2-3 случаев. Наибольшее число нестационарных дисперсий 16 (или 44% от всех рядов) установлено в рядах температур июля и октября, а намного меньше (5 и 6 случаев) в рядах температур апреля и января. Самыми нестационарными по средним значениям

оказались ряды температур июля (21 ряд или 58% от всех рядов), затем января (18 рядов или 50% от общего числа случаев), октября (16 рядов) и менее всего – температур апреля (12 случаев или 33% от всех случаев).

3. В многолетних рядах осадков больше всего нестационарных дисперсий от 10 и 11 случаев в июле и октябре до 17 и 18 случаев в апреле и январе. Установленное достаточно большое число рядов с нестационарными дисперсиями видимо связано как с большой естественной изменчивостью осадков, особенно летом и осенью, так и с непродолжительными рядами и наличием пропусков наблюдений. Вместе с тем средние значения многолетних рядов осадков практически стационарны и число нестационарных рядов составляет всего 1 в каждый месяц за исключением июля, где имеет место 4 случая нестационарности.

4. Из общего числа 38 рядов для каждого месяца, осуществить приведение к многолетнему периоду удалось для 22 рядов температур января, 23 рядов температур апреля, 19 рядов температур июля и 16 рядов температур октября. Увеличение продолжительности рядов варьирует в широком диапазоне и в среднем составляет 28 лет для температур января, 16 лет для температур апреля, 18 лет для температур июля и 20 лет для температур октября. Количество восстановленных рядов осадков больше и составляет 35 рядов осадков января, 31 ряд осадков апреля, 32 ряда осадков июля и 16 рядов осадков октября. В среднем увеличение продолжительности рядов осадков составляет 31 год для осадков января и апреля, 22 года для осадков июля и октября.

5. На основе рядов наблюдений, приведенных к многолетнему периоду получены надежные оценки средних многолетних (климатических) значений, а также расчетных климатических характеристик редкой повторяемости 1 раз в 100 и 200 лет и построены их пространственные распределения. Установлено, что температуры воздуха повторяемостью 1 раз в 100 и 200 лет выше средних значений всего на 2-3°C, а по пространству наибольшие температуры как средние многолетние, так и редкой повторяемости имеют

место в северо-западной части территории, а наименьшие в юго-восточной в бассейне Амазонки. Наибольшие по территории осадки, наоборот, наблюдаются в бассейне Амазонки, а наименьшие по территории – в западной части в подветренных горных областях.

6. Аппроксимация многолетних временных рядов температур воздуха моделями нестационарного среднего двух видов (линейный тренд и ступенчатые переходы от одного стационарного среднего к другому) позволила установить, что из всех месяцев, самая нестационарная температура наблюдается в январе и июле (76-84%) и меньший процент нестационарных рядов в апреле (50-60%) и октябре (63-74%). Причем с учетом рядов, приведенных к многолетнему периоду, процент нестационарности выше, чем для рядов только с наблюдаемыми данными. В целом по территории Венесуэлы установлен рост температур в среднем от $0,9^{\circ}\text{C}$ в апреле до $1,2^{\circ}\text{C}$ в октябре ($1,0^{\circ}\text{C}$ в июле и $1,1^{\circ}\text{C}$ в декабре). Причем по восстановленным данным рост температуры в среднем получен на $0,1^{\circ}\text{C}$ больше, чем по данным наблюдений. Максимумы роста достигает до $2,5 - 3,0^{\circ}\text{C}$ на станциях в северной и южной частях территории. Превышение СКО имеет место для 65% рядов в январе, 55% - в апреле, 71% в июле и 68% в октябре.

7. Аппроксимация многолетних временных рядов осадков показала, что они практически во всех случаях являются стационарными. Общая тенденция уменьшения осадков имеет место только для января и апреля. Из построенных пространственных распределений показателей нестационарности осадков января (R , $\Delta\%$, Δ/Sigma) следует, что отдельные области роста осадков (до 50-70%) имеют место только на юге, а уменьшение осадков для остальной территории в среднем составляет 40%, достигая 70% в центре территории. Однако во всех случаях $\Delta/\text{Sigma} < 1$ и максимум достигает 0,7-0,8. Из пространственных распределений R , $\Delta\%$, Δ/Sigma осадков июля следует, что отдельные области роста осадков (до 40-50%) имеют место только на севере и юго-востоке, а уменьшение осадков для остальной территории в среднем составляет 33%, достигая 60-80% в центре территории. В 4х случаях

$\Delta/\text{Sigma} > 1$ и еще в 6х случаях приближается к 1 (больше 0,7). Поэтому из всех месяцев осадки июля являются самыми нестационарными и в основном имеют тенденцию к уменьшению, хотя есть отдельные области, где они растут.

8. Наиболее подходящей моделью климата для температур января является модель Miroc со средней по абсолютной величине погрешностью $\Delta_{\text{ср}} = 1,6^{\circ}\text{C}$, для температур апреля - модель BCC с $\Delta_{\text{ср}} = 2,1^{\circ}\text{C}$, для температур июля - модель BNU с $\Delta_{\text{ср}} = 1,6^{\circ}\text{C}$ и для температур октября - модель BCC с $\Delta_{\text{ср}} = 1,9^{\circ}\text{C}$. Вместе с тем, модель Miroc для июля дает погрешность $\Delta_{\text{ср}} = 1,7^{\circ}\text{C}$ примерно такую же, как и модель BNU. Поэтому можно сделать вывод, что наиболее подходящими для территории Венесуэлы являются модели Miroc и BCC. Однако и по этим моделям погрешности для отдельных станций могут достигать $6-7^{\circ}\text{C}$ как в плюс, так и в минус. Все эти систематические погрешности были учтены при корректировке сценарных температур.

9. В зависимости от сценария и модели пространственные распределения температур января в последней трети 21 века будут существенно различаться, причем эти различия в большей степени зависят от сценария, чем от модели. Во всех случаях наибольшие по территории температуры будут иметь место на северо-западе, а наименьшие – на юго-востоке. Наибольшие температуры будут достигать $31-32^{\circ}\text{C}$ для RCP 2.6 и $32-33^{\circ}\text{C}$ для RCP 4.5 и $34-35^{\circ}\text{C}$ для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать $30-31^{\circ}\text{C}$ для RCP 2.6 и $31-32^{\circ}\text{C}$ для RCP 4.5 и $32-33^{\circ}\text{C}$ для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наибольших температурах в зависимости от сценария составляет 4°C , а между моделями $1-2^{\circ}\text{C}$. Наименьшие температуры по территории будут достигать $23-24^{\circ}\text{C}$ для RCP 2.6 и $25-26^{\circ}\text{C}$ для RCP 4.5 и $28-29^{\circ}\text{C}$ для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать $22-23^{\circ}\text{C}$ для RCP 2.6 и $23-24^{\circ}\text{C}$ для RCP 4.5 и $26-27^{\circ}\text{C}$ для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наименьших по территории температурах в зависимости от сценария составляет 5°C , а между моделями $1-2^{\circ}\text{C}$. Можно отметить, что модель Miroc дает систематически меньшую температуру (примерно на 1°C), чем модель BCC.

10. Пространственные распределения температур июля в последней трети 21 века также будут различаться. Во всех случаях наибольшие по территории температуры будут иметь место на северо-западе, а наименьшие – на юго-востоке. Наибольшие температуры будут достигать 30-31°C для RCP 2.6 и 32-33°C для RCP 4.5 и 34-35°C для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать 30-31°C для RCP 2.6 и 31-32°C для RCP 4.5 и 32-33°C для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наибольших температурах в зависимости от сценария составляет 4°C, а между моделями 1-2°C. Наименьшие температуры по территории будут достигать 23-24°C для RCP 2.6 и 25-26°C для RCP 4.5 и 28-29°C для RCP 8.5 (модель BCC) и достигать 22-23°C для RCP 2.6 и 24-25°C для RCP 4.5 и 26-27°C для RCP 8.5 (модель Miroc). Разница в наименьших по территории температурах в зависимости от сценария составляет 5°C, а между моделями 1-2°C. Можно отметить, что модель Miroc дает систематически меньшую температуру (примерно на 1°C), чем модель BCC. Практически предельные по территории температуры как в январе, так и в июле будут примерно одинаковы и по среднему сценарию будут составлять 31-33°C и 24-26°C.

11. Если сравнивать в современными температурами января, которые изменяются по территории от 22-23°C до 28-29°C, то увеличение минимальных по территории температур по среднему сценарию составит 2-3°C, а максимальных 3-4°C. Современные температуры июля изменяются по территории от 22-23°C до 29-30°C. Поэтому увеличение как минимальных, так и максимальных по территории температур июля составит 2-3°C. По наиболее благоприятному сценарию это увеличение будет на 1°C меньше, а по RCP 8.5 – на 2-3°C больше, чем по среднему.

Список литературы

1. IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. Stocker T.F., Qin D., Plattner G.-K., Tignor M., Allen S.K., Boschung J., Nauels A., Xia Y., Bex V., Midgley P.M. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, // USA: Cambridge University Press, 2013. 1535p.
2. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S. L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M. I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T. K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu and B. Zhou (eds.)]. // Cambridge University Press. 3949 p.
3. Официальный сайт. Погода и климат. [Электронный ресурс]. URL: www.pogodaiklimat.ru Дата обращения 18.04.2022.
4. Лобанов В.А., Смирнов И.А., Шадурский А.Е. Практикум по климатологии. Часть 1. (учебное пособие). СПб. – 2011. – 144 с.
5. Лобанов В.А. Лекции по климатологии. Часть 1. Общая климатология. Кн.1. В 2 кн.: учебник. – СПб.: РГГМУ. – 2019. – 378 с.
6. Рекомендации по статистическим методам анализа однородности пространственно-временных колебаний речного стока. Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 78 с.
7. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Статистика, 1973. – 392 с.
8. Рекомендации по приведению рядов речного стока и их параметров к многолетнему периоду. Л.: Гидрометеиздат. – 1979. – 64 с.
9. Свод правил по проектированию и строительству. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – М.: Госстрой России, 2004. – 73 с.
10. СНиП 23-01-99 Строительная климатология. – М: Госстрой России, 2000. – 74 с.

11. Закс Л. Статистическое оценивание. – М.: Статистика, 1976 –598 с.
12. Лобанов В. А. Лекции по климатологии. Ч. 2. Динамика климата. Кн.1 СПб.: изд-во РГГМУ, 2016. – 332 с.
13. Лобанов В.А., Тощакова Г.Г. Проявление современных изменений климата на территории Костромской области. Монография. ФГБУ «Костромской центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», Кострома. 2013. 171с.
14. Лобанов В.А., Кириллина К.С. Современные и будущие изменения климата Республики Саха (Якутия). Монография - Санкт-Петербург, Изд-во РГГМУ. 2019. 157 с.
15. Лобанов В.А., Наурызбаева Ж.К. Климатические изменения толщины льда на Северном Каспии. Ученые записки РГГМУ. № 53. 2018. с.172—187.
16. https://es.wikipedia.org/wiki/Cambio_clim%C3%A1tico_en_Venezuela.