

«Утверждаю»
Директор Агентства по
гидрометеорологии
при МЧС КР


А.Т. Бекилов

«06» 08 2020 г.

Проект МФСР
«Развитие животноводства и рынка-2»

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

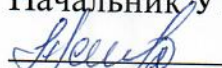
Подготовлен: краткосрочным консультантом Кретовой З.А.

Период: январь-июль 2020 года

Кол-во страниц: 90

«Согласовано»

Начальник УТИТ


Акунов А.М.

от « » _____ 2020 г.

«Согласовано»

Начальник УЕНПИ


Черникова Т.Г.

от « » _____ 2020 г.

Проект МФСР
«Развитие животноводства и рынка-2»

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Документ подготовлен: краткосрочным консультантом Кретовой З.А.

Период: январь-июль 2020 года

Кол-во страниц: 90

Сокращения и термины

CMIP (Coupled Model Intercomparison Project) - Проект взаимного сравнения связанных моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) международного проекта, начатый в 1995 году под эгидой Всемирной программы исследований климата, сейчас находится на шестом этапе (CMIP6). CMIP6 координирует несколько независимых действий по сравнению моделей и их экспериментов, которые приняли общую инфраструктуру для сбора, организации и распределения выходных данных из моделей, выполняющих общие наборы экспериментов;

RCP 4.5 (РТК4.5) – изменение климата по сценарию стабилизации выбросов парниковых газов (CMIP 5);

RCP8.5 (РТК8.5) – изменение климата по сценарию с весьма высоким уровнем выбросов парниковых газов (CMIP 5);

SSPs (Shared Socioeconomic Pathways – Общие социально-экономические пути) сценарии, учитывающие такие социально-экономические факторы как население, экономический рост, образование, урбанизация и темпы технического развития;

Изменение климата определяется как статистически значимое изменение либо среднего состояния климата, либо его изменчивости, которое сохраняется в течение длительного времени (обычно несколько десятилетий или дольше);

Изменчивость климата относится к колебаниям вокруг среднего состояния, включая случаи экстремальных погодных явлений;

Климат – это среднее состояние атмосферы и расположенной под нею суши или воды в определенном регионе в определенном временном масштабе;

КР – Кыргызская Республика;

МС – метеорологическая станция;

РТК – репрезентативная траектория концентраций – сценарий антропогенных выбросов;

САМ – сумма активных температур;

СИО (SPI) – стандартизированный индекс осадков;

СИО-Э (SPEI) - стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации

Эвапотранспирация - испарение с поверхности при повышении температуры и увеличении транспирации, то есть выделение влаги листьями растений (суммарное испарение).

Оглавление

Краткое резюме	4
Введение	5
1. Климатические особенности территории Кыргызстана	7
2. Наблюдаемое изменение климата в Кыргызстане.....	9
2.1 Изменение температуры воздуха	9
2.2 Изменение атмосферных осадков	14
2.3 Изменение температуры воздуха и атмосферных осадков в зоне пастбищ	19
3. Изменение климатических индексов в Кыргызстане и в зоне пастбищ	25
3.1 Продолжительность вегетационного периода.....	25
3.2 Сумма активных температур выше 0, 5, 10 ⁰ С	27
3.3 Продолжительность периода без осадков	30
3.4 Волны тепла и волны жары	31
3.5 Число дней в году с дневной температурой выше 10, 25 и 30 ⁰ С	35
4. Засуха.....	39
4.1 Оценка засухи в Кыргызстане	40
4.2 Оценка засухи в пастбищной зоне	43
5. Сценарии изменения климата в Кыргызстане.....	50
5.1 Локализованные сценарии изменения климата по пастбищным зонам	53
5.2 Оценка потенциального влияния ожидаемого изменения климата на животноводство и пастбищное хозяйство.....	56
Выводы	58
Литература.....	61
Приложения.....	62

Краткое резюме

В среднем по территории Кыргызстана за период 1976-2019 гг. повышение среднегодовой температуры воздуха составляет $0,23^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет, с наибольшими темпами роста в весенний период ($0,45^{\circ}\text{C}/10$ лет) (оба тренда статистически значимые). В месячном разрешении наибольшие темпы роста температуры воздуха отмечаются в марте ($0,85^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в феврале ($0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет). Наименьшие темпы роста – в июле ($0,09^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в августе ($0,08^{\circ}\text{C}/10$ лет). В декабре отмечается незначительная тенденция к похолоданию ($-0,05^{\circ}\text{C}/10$ лет). Наибольшие темпы роста температуры во все месяцы года отмечаются в долинной зоне Чуйской, Ошской и Жалал-Абадской областей, а также в районе расположения Кировского водохранилища. В летний период (особенно в августе) в Суусамырской котловине, урочище Чычкан, в районе МС Токтогул, отмечается тенденция к похолоданию.

За период 1976-2019 гг. в среднем по Кыргызстану наблюдается тенденция увеличения годовых осадков на $1,6\%/10$ лет, с наибольшими темпами увеличения $4,2\%/10$ лет в летний период. Все полученные тренды изменения годового и сезонного количества осадков статистически незначимы.

Анализ изменения климатических индексов за 1976–2019 гг. показал:

- увеличение продолжительности вегетационного периода, с наибольшими темпами роста в долинных зонах,
- увеличение суммы активных температур ($0, 5, 10^{\circ}\text{C}$) на большей части территории, с наибольшими темпами роста в долинных зонах,
- статистически незначимая тенденция сокращения безосадочного периода (за исключением МС Жалал-Абад и Узген),
- увеличение общей за год продолжительности тепловых волн (преимущественно в долинных зонах),
- увеличение продолжительности и числа случаев волн жары за период май-сентябрь (преимущественно в долинных зонах),
- увеличение числа дней с дневной температурой выше 25 и 30°C в долинных зонах,
- увеличение числа дней с дневной температурой выше 10°C , преимущественно в предгорных и высокогорных районах,
- статистически значимое увеличение засушливости (с учетом эвапотранспирации), за исключением районов расположения метеостанций Чаткал и Ит-Агар Жалал-Абадской области.

На основе ансамбля 25 моделей общей циркуляции атмосферы и океана международного проекта CMIP6 в ближайший климатический период 2021-2050 гг. ожидается повышение годовой температуры воздуха на $1,5...1,9^{\circ}\text{C}$, в период 2051-2080 гг. на $1,9...4,0^{\circ}\text{C}$ (относительно периода 1981-2010 гг.). Наибольший рост температуры ожидается в летний период. В ближайший климатический период 2021-2050 гг. ожидается сохранение межгодовой изменчивости осадков с незначительной тенденцией увеличения на $5...6\%$, к 2051-2080 гг. – на $6...10\%$. Наибольшие темпы увеличения осадков прогнозируются в зимний период, незначительное увеличение осадков – в летний период.

Введение

Климат – это природный ресурс, оказывающий влияние на социально-экономическую сферу деятельности любого региона Земли. Практически не существует отраслей экономики, не зависящих от погодно-климатических условий.

Кыргызстан является аграрной страной, где более половины населения занято в сельском хозяйстве и в силу сложившихся климатических условий территории, находится в зоне рискованного земледелия, поэтому сельскохозяйственное производство здесь в наибольшей степени зависит от наблюдаемых процессов изменения климата. Устойчивое развитие аграрного сектора, в том числе пастбищного животноводства, предполагает эффективное использование различных ресурсов, одним из которых является климатический ресурс. Однако, такой современный глобальный вызов, как изменение климата, требует проведения оценки происходящих и прогнозируемых климатических изменений в Кыргызстане, на основе которой могут быть определены потенциальные последствия и приняты соответствующие меры по адаптации и снижению рисков.

В данной работе проведен пространственный и временной анализ изменения основных метеорологических параметров, таких как температура воздуха и атмосферные осадки, а также оценка изменения климатических индексов, оказывающих влияние на сектор сельского хозяйства. Поведена оценка засухи и динамика ее изменения на основе Стандартизованного индекса осадков и Стандартизованного индекса осадков и эвапотранспирации. Для анализа изменения климата в будущем использовались расчеты моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) международного проекта СМIP6 (Проект взаимного сравнения объединённых моделей. Фаза 6).

Результаты исследований могут быть использованы широким кругом пользователей, в том числе для обоснования уязвимости региона к изменению климата, также как информационная основа для разработки проектных концепций и документов, направленных на реализацию мер по адаптации к изменению климата, особенно в секторе сельское хозяйство.

Исходные данные и методология

Принимая во внимание, что наибольшие темпы роста глобальной температуры наблюдаются с середины 70-х гг. прошлого столетия - начало современного потепления, оценка происходящих климатических изменений в Кыргызстане проведена за период с 1976-2019 гг. на основе метеорологических данных Агентства по гидрометеорологии при Министерстве чрезвычайных ситуаций Кыргызской Республики (Кыргызгидромет):

1. месячные однородные ряды по осадкам и температуре воздуха по 32-м метеорологическим станциям (рисунок 1),
2. суточные ряды по максимальной, минимальной температуре и осадкам.

Под «нормой» в данном документе понимается среднегодовое значение рассматриваемой климатической переменной (осадки или

температура) за период 1981-2010 гг. Аномалии температуры рассчитываются как отклонения наблюдаемого значения от нормы, аномалии количества осадков – отношение наблюдаемого значения к норме в процентах.

В качестве оценки изменений в характеристиках климата за определенный интервал времени используются коэффициенты линейных трендов, определяемые по методу наименьших квадратов. Мера существенности тренда – коэффициент детерминации (R^2), характеризует вклад трендовой составляющей в полную дисперсию климатической переменной за рассматриваемый период времени (в процентах). Средние для Кыргызстана величины аномалий метеорологических переменных рассчитаны путем осреднения данных метеорологических станций об аномалиях.



Рисунок 1 – расположение метеорологических станций Кыргызгидомета

На основе рекомендаций Всемирной метеорологической организации с использованием программного пакета ClimPact2, были рассчитаны специализированные климатические индексы, оказывающие прямое либо косвенное воздействие на сельское хозяйство и проанализирована интенсивность их изменений.

1. Климатические особенности территории Кыргызстана

Значительная сложность рельефа Кыргызстана - глубокая расчлененность, различная экспозиция горных склонов по отношению к солнцу и потокам воздуха, создает исключительное разнообразие особенностей климата и определяет четко выраженную вертикальную климатическую поясность. Здесь можно выделить четыре Климатических пояса, заметно различающихся между собой:

1. **Долинно-предгорный пояс** (от 500-600 до 900-1200 м) характеризуется жарким летом (среднемесячная температура июля 22...27°C) и умеренно-прохладной зимой (температура января -1...-6°C). Этот пояс, особенно в Приферганье, имеет черты субтропического климата.

Предельно высокие температуры летом в указанном поясе достигают значений от 38,6 до 43,6°C (абсолютный максимум 43,6°C зарегистрирован на МС Жаны-Жер в июле 1944 год). Наиболее значительные понижения зимней температуры воздуха отмечаются в долинной зоне северо-западной части Кыргызстана: от -34,0°C (МС Бишкек) до -42,7°C (МС Кызыл-Адыр, МС Жаны-Жер). В верхней части долинно-предгорного пояса, а также в Приферганье зимние температуры выше – абсолютные минимумы отмечаются в пределах 20...30°C мороза.

2. **Среднегорный пояс** (от 900-1200 до 2000-2200 м) имеет типичный умеренный климат с теплым летом и умеренно-холодной, довольно устойчивой снежной зимой. Температуры здесь отмечаются значительно ниже - лето теплое, в июле 18-19°C, зима довольно холодная - в январе 7-8°C мороза, в декабре и феврале 3-5°C мороза.

3. **Высокогорный пояс** (от 2000-2200 до 3000-3500 м) отличается прохладным летом и холодной, местами многоснежной зимой. Июльская температура здесь всего 11-16°C. Зима продолжительная (ноябрь-март), с январскими температурами 8-10°C мороза, в остальные холодные месяцы температура 3-7°C ниже нуля.

4. **Нивальный пояс** (от 3500 м и выше) характеризуется суровым, очень холодным климатом. Это пояс снежников, скал, ледников, пояс аккумуляции влаги. Даже в нижней части этого пояса средние июльские температуры не превышают 4-7°C, а январские опускаются до 19-22°C мороза.

Наиболее теплым районом является долинно-предгорный пояс Жалал-Абадской области, где средняя годовая температура воздуха составляет 11-13°C (Массы, Жалал-Абад). В высокогорных районах Кыргызстана средние годовые значения ее опускаются до -8°C (Ак-Сай, Чатыр-Куль, Тянь-Шань и др.). Самая низкая температура воздуха (-53,6°C) была зарегистрирована на гидрометеорологической станции Ак-Сай (3135 м).

Территориальное распределение осадков

По характеру распределения атмосферных осадков в течение года, территория Кыргызстана условно разделена на 4 района:

I. Северный и северо-западный Кыргызстан – осадки преобладают весной и в начале лета;

II. Юго-западный Кыргызстан – значительное количество осадков выпадает зимой, в противоположность остальной части Кыргызстана;

III. Иссык-Кульская котловина – максимальные осадки отмечаются в период с мая по август;

IV. Внутренний Тянь-Шань – наибольшие осадки приходится на май, июнь и июль.

Благодаря особенностям рельефа, на территории Кыргызстана наблюдается вертикальная поясность также и в распределении осадков, которая особенно хорошо проявляется в тёплый период и в целом за год.

Характерной особенностью территориального распределения осадков является ее крайняя неравномерность. Отдельные районы получают весьма большое количество влаги (более 1000 мм в год), а в ряде районов их выпадает 150-200 мм за год и здесь настоящая пустыня. Наибольшее количество осадков (около 1000 мм) отмечается в среднегорной зоне юго-западных склонов Ферганского хребта (МС Ак-Терек). Немного меньше осадков (700-900 мм в год) приходится на высокогорный и нивальный пояс северных склонов Киргизского хребта (МС Тео-Ашуу), склоны Чаткальского хребта и Восточное Прииссыкулье. Заметно меньше осадков наблюдается в Таласской и Чуйской долинах (от 250 до 500 мм), в долинно-предгорном поясе Ошской области количество их колеблется от 300 до 700 мм. Воздушные массы, переливая через горные хребты во Внутреннем Тянь-Шане, дополнительно теряют свою влагу, в связи с этим большинство районов Внутреннего и Центрального Тянь-Шаня в среднем за год получают 200-300 мм. Наименее обеспеченными влагой являются Западное Прииссыкулье (Балыкчи – 148 мм), отдельные районы Приферганья (Баткен – 156 мм) и некоторые высокогорные территории Ошской области (Алтын-Мазар – 184 мм). Если говорить об увлажнении Кыргызстана в целом, то годовое количество осадков во многих районах значительно, однако в летний вегетационный период их выпадает мало, что приводит к необходимости искусственного орошения значительной части сельскохозяйственных полей.

2. Наблюдаемое изменение климата в Кыргызстане

2.1 Изменение температуры воздуха

Температура воздуха относится к основным метеорологическим элементам, определяющим режим погоды и климата, и именно изменению температуры, точнее ее росту со временем в большинстве случаев, уделяется наибольшее внимание со стороны ученых, а также пользователей климатической информации.

На рисунке 2.1 представлены временные ряды осредненных по территории Кыргызстана средних годовых и сезонных аномалий температуры приземного воздуха за период 1976-2019 гг., а также линейные тренды, дающие представления с какой интенсивностью и скоростью происходит повышение температуры.

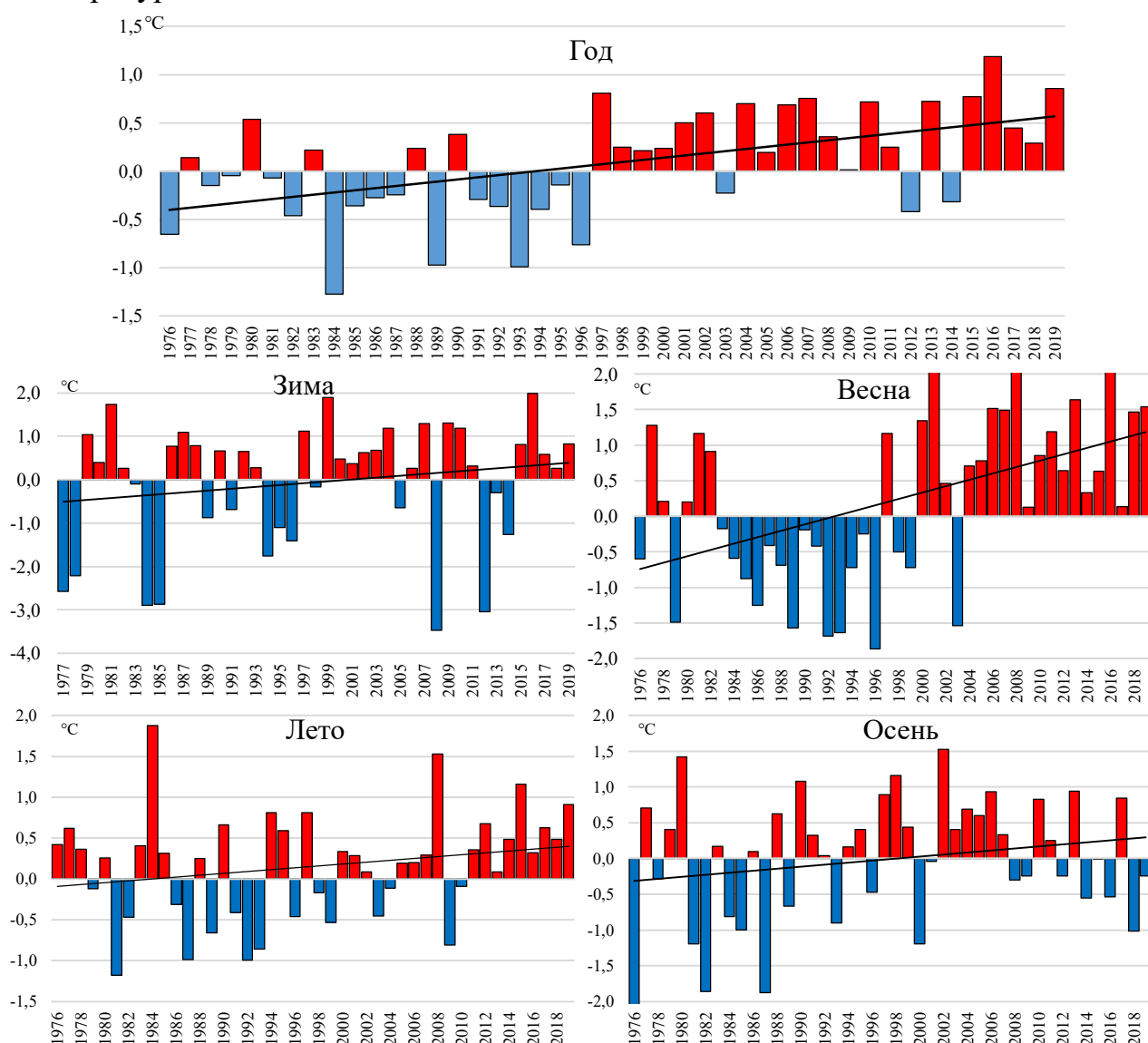


Рисунок 2.1 – Временные ряды аномалий годовых и сезонных температур воздуха (°C), осредненных по территории Кыргызстана за период 1976-2019 гг. Аномалии рассчитаны относительно периода 1981 - 2010 гг. Черная линия- линейный тренд.

В таблице 2.1 представлены оценки изменения температуры воздуха за период 1976-2019 гг.: коэффициент линейного тренда, характеризующий среднюю скорость изменения аномалии температуры воздуха каждые 10 лет, коэффициент детерминации, показывающий вклад тренда в общую дисперсию, а также p-value (p-значение), указывающее на значимость линейного тренда (при $p\text{-value} \geq 0,05$ – тренд статистически незначимый).

Таблица 2.1 – Характеристики линейного тренда и p-value аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по территории Кыргызстана за период 1976 - 2019 гг.

Параметр	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Коэффициент линейного тренда, °C/10 лет	0,23	0,22	0,45	0,12	0,14
Коэффициент детерминации (R^2), %	27	4	24	5	4
p-значение	0,00	0,22	0,00	0,14	0,17

В среднем по территории Кыргызстана за период 1976-2019 гг. повышение среднегодовой температуры воздуха составляет 0,23°C каждые 10 лет. Наибольший рост наблюдает в весенний период (0,45°C/10 лет), наименьший – в осенний (0,14 °C/10 лет) и летний периоды (0,12 °C/10 лет). Годовое и весеннее повышение температуры является статистически значимым. Вклад тренда в суммарную дисперсию среднегодовых температур составляет 27%, весенних – 24%, для остальных сезонов 4-5% (таблица 2.1).

Изменение температуры воздуха происходит не одинаковыми темпами в различные сезоны и месяцы года. Также отмечается географическое различие в темпах изменения температуры. Более детальная информация об изменении средней годовой, сезонной и месячной температуры воздуха (в °C/10 лет) по территории Кыргызстана представлена на рисунках 2.2-2.4 (пространственное распределение) и на рисунке 2.5 (графическое распределение).

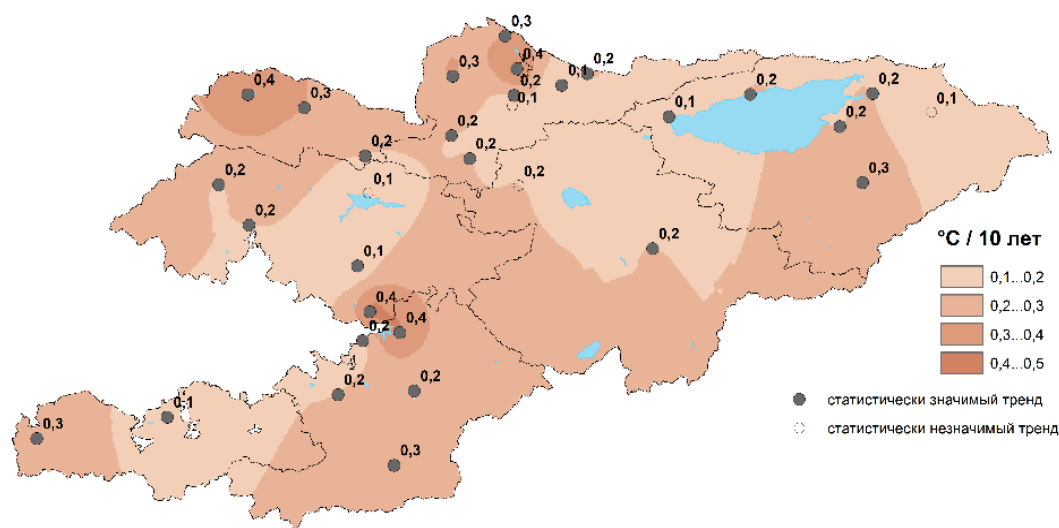


Рисунок 2.2 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней годовой температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг.

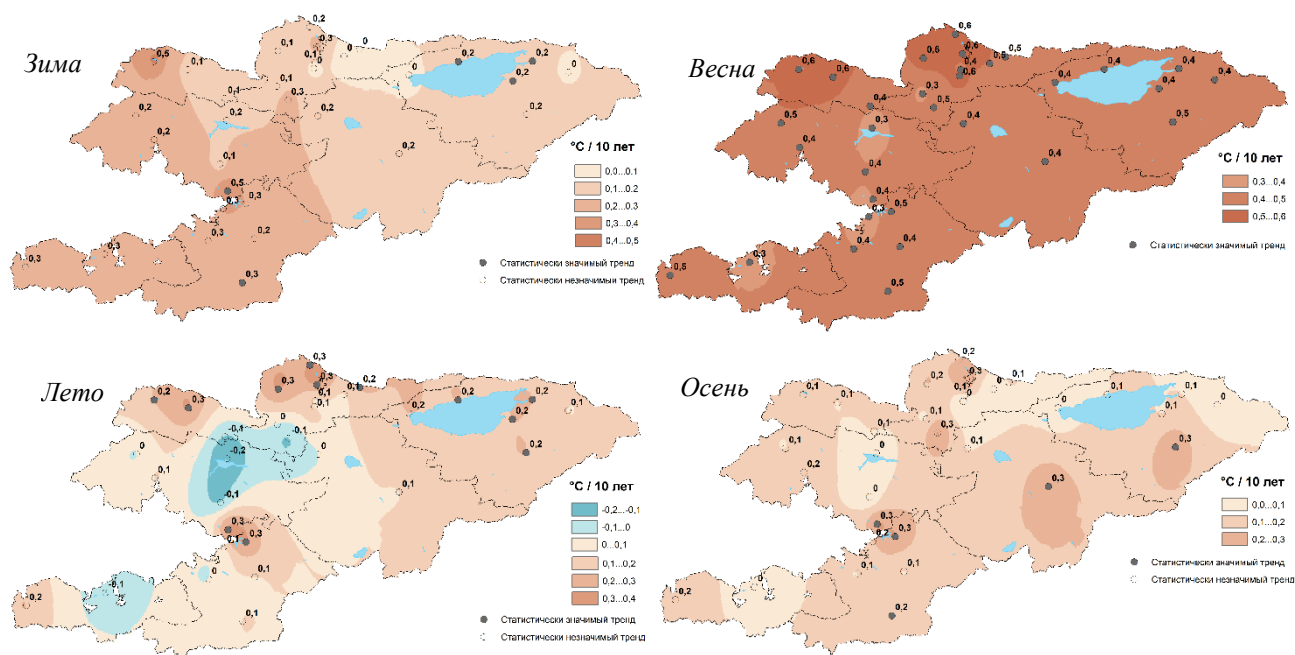


Рисунок 2.3 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней сезонной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг.

Для большинства метеорологических станций тренды средней годовой температуры положительные и статистически значимые (рисунок 2.2). Наибольшие темпы роста ($0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет) отмечаются в долинных зонах, а именно в районе расположения МС Бишкек, Узген, Жалал-Абад и Кызыл-Адыр.

Зимой наибольшая скорость роста температуры отмечается в западной и юго-западной частях Кыргызстана, с очагами роста ($0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет) в районе расположения МС Жалал-Абад и Кызыл-Адыр (незначимый тренд). В **январе** (рисунок 2.4 и 2.5), в среднем по Кыргызстану, температура растет на $0,22^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет, для большинства станций тренды статистически незначимые. Наибольшие темпы роста температуры отмечаются в западной и северной частях территории страны, с наибольшими значениями в районе Кировского водохранилища ($0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет), а также на МС Жалал-Абад ($0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет) и МС Узген ($0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет). В **феврале** темпы роста температуры в среднем по стране составляют $0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет, очаги повышенного тепла, как и в январе, отмечаются в районе МС Кызыл-Адыр $0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет (незначимый тренд), МС Жалал-Абад $0,7^{\circ}\text{C}/10$ лет (значимый тренд) и МС Узген $0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет (незначимый тренд). Рост температуры является значимым также на станциях Чолпон-Ата, Кызыл-Суу, Тянь-Шань, Гульча, Сары-Таш ($0,3$ - $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет). Единственным месяцем в году, когда отмечается тенденция похолодания (отрицательные незначимые тренды) на большинстве наблюдательных пунктах, является **декабрь**. При этом наиболее холодной становится территория Чуйской долины (до $-0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет), открытая с севера для проникновения холодных воздушных масс. В среднем по территории Кыргызстана температура декабря понижается не значительно – на $0,05^{\circ}\text{C}/10$ лет (рисунок 2.5).

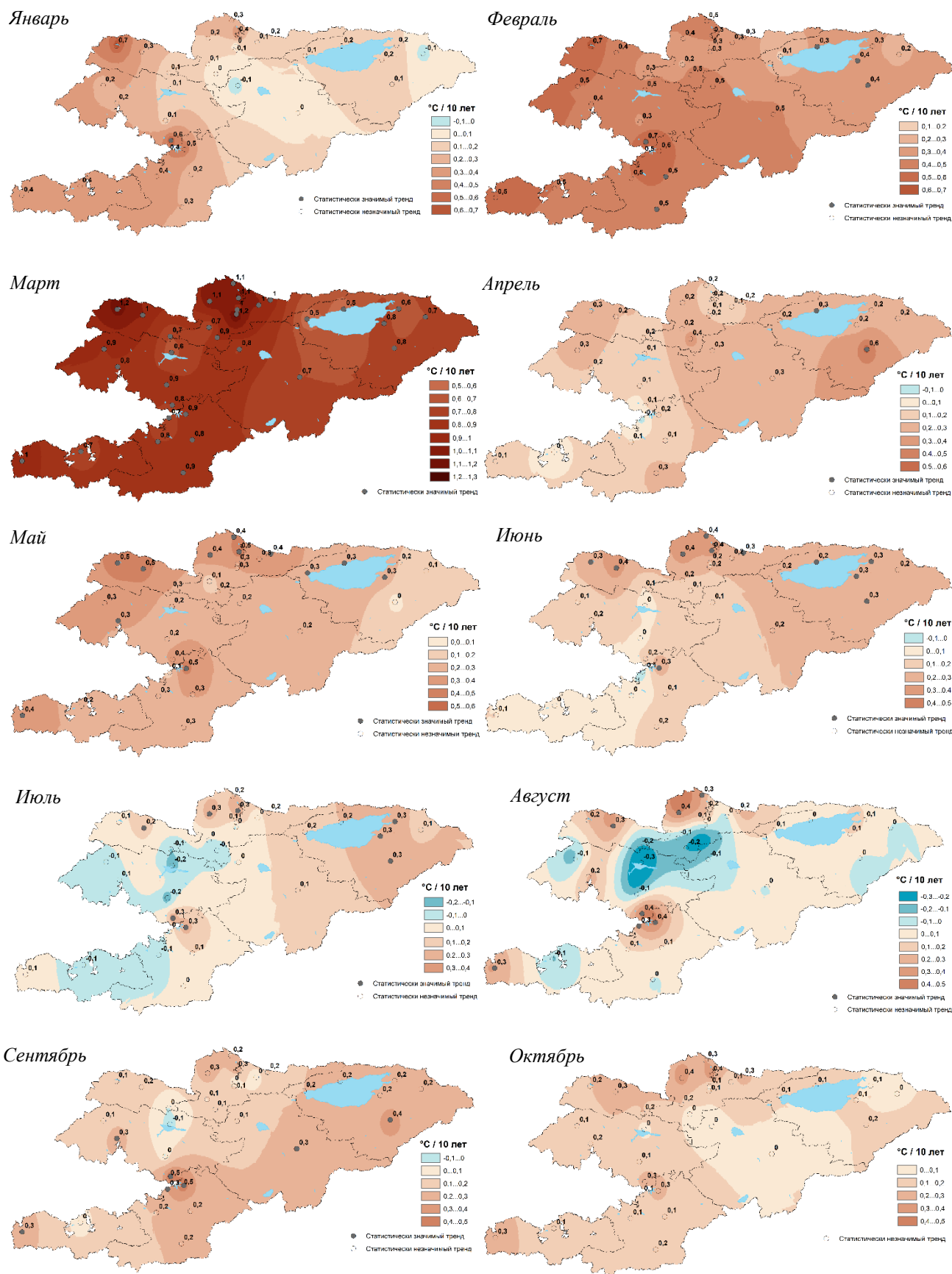


Рисунок 2.4 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг.

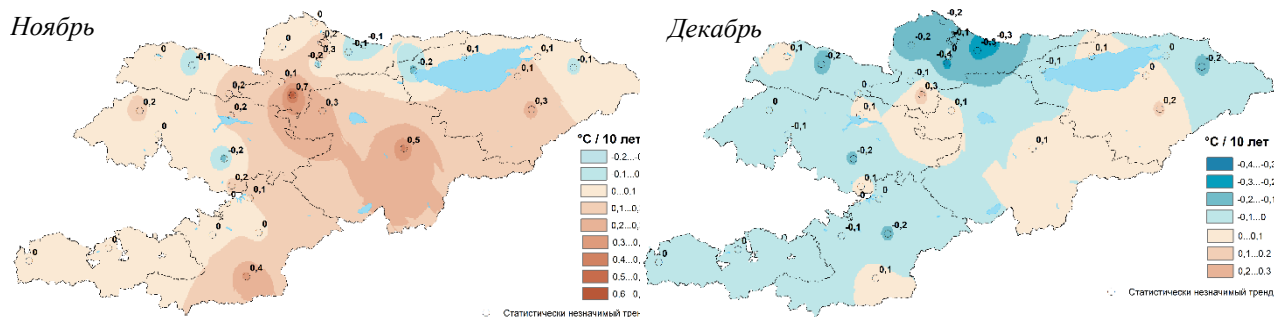


Рисунок 2.4 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг. (продолжение)

Весной по всей территории Кыргызстана наблюдается наиболее интенсивное потепление от $0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет до $0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет. Тренды изменения температуры весеннего периода по всем метеостанциям статистически достоверны. Наибольшая скорость увеличения температуры воздуха отмечена в **марте** (рисунок 2.4 и 2.5) – в среднем на $0,85^{\circ}\text{C}/10$ лет (от $0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет до $1,2^{\circ}\text{C}/10$ лет в Чуйской и Таласской областях). В **апреле** средняя скорость роста температуры составляет $0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет, по территории рост в основном незначимый и составляет от 0,1 до $0,6^{\circ}\text{C}/10$ лет (значимый тренд только в урочище Кумтор – МС Тянь-Шань). Рост температуры в **мае** составляет $0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет. По территории КР отмечается увеличение температуры в пределах от 0,04 до $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет, со статистически достоверными очагами тепла до $0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет, как и в зимние месяцы, в долинных районах Чуйской, Таласской, Ошской и Жалал-Абадской областей.

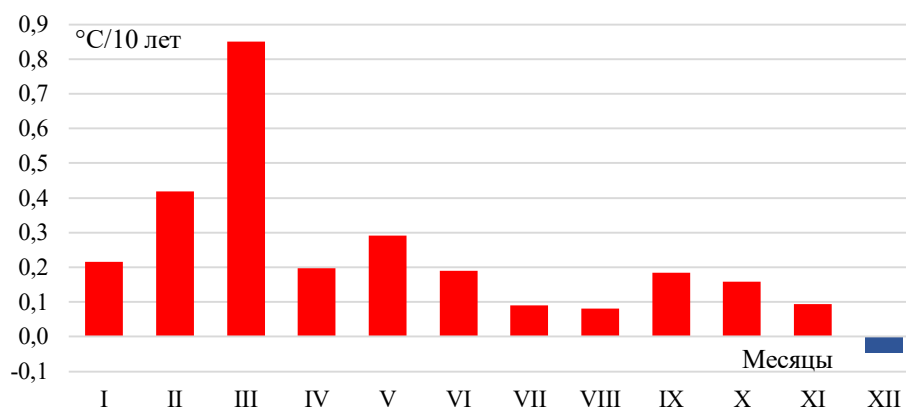


Рисунок 2.5 – Внутригодовое распределение значений коэффициента линейного тренда (скорости изменения) средней месячной температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг.

Летом в среднем отмечают наименьшие тенденции изменения температуры воздуха со временем – на $0,12^{\circ}\text{C}/10$ лет. При этом, в отдельных районах наблюдается статистически незначимая тенденция похолодания, с минимальным значением по данным МС Токтогул ($-0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет). В **июне**, в среднем по стране, отмечается наибольший рост температуры за летний период – на $0,19^{\circ}\text{C}/10$ лет, при этом статистически значимые и наибольшие очаги роста от 0,2 до $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет отмечаются на севере (Чуйская, Таласская области), в

Иссык-Кульской котловине, а также по данным МС Узген ($0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет). В *июле* средняя скорость роста в целом по КР не значительная ($0,08^{\circ}\text{C}/10$ лет), в силу того, что на территории наряду с зонами потепления, имеются очаги похолодания. Как и в июне, наибольший рост температуры (на $0,2-0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет) наблюдается в долинных зонах Таласской, Чуйской, Ошской и Жалал-Абадской областей, на востоке Иссык-Кульской области. В отдельных районах Жалал-Абадской области и в Суусамырской котловине отмечается статистически незначимое похолодание (до $-0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет по данным МС Токтогул). В *августе*, в целом по территории, отмечается наименьший рост температуры за год – на $0,08^{\circ}\text{C}/10$ лет, при этом по стране не отмечается единых тенденций изменения температуры. Так, статистически значимый рост $0,3...0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет отмечается в отдельных долинных районах Таласской, Чуйской, Ошской и Жалал-Абадской областей, в Лейлекском районе (МС Исфана), тогда, как в других областях отмечается похолодание (минимальное значение на МС Токтогул $-0,3^{\circ}\text{C}/10$) либо слабый статистически незначимый рост.

Осенью рост температуры незначительный (на $0,14^{\circ}\text{C}/10$ лет) и более равномерный по месяцам (сентябрь на $0,18$, октябрь на $0,16$ и ноябрь на $0,09^{\circ}\text{C}/10$ лет) и по территории КР. В *сентябре* наибольшие статистически достоверные темпы роста $0,3...0,5^{\circ}\text{C}/10$ лет отмечаются преимущественно в южной и юго-восточной частях КР (МС Тянь-Шань, Нарын, Исфана), в долинной и предгорной частях Приферганья (МС Пача-Ата, Узген, Кара-Суу, Жалал-Абад). В *октябре* по территории КР отмечается слабый статистически незначимый рост по всем станциям, с максимальной тенденцией до $0,4^{\circ}\text{C}/10$ лет в долинной зоне Чуйской области. В *ноябре* также не наблюдается статистически достоверных изменений. В центральной части КР отмечается наибольшая по стране тенденция роста температур.

2.2 Изменение атмосферных осадков

Количество осадков – это высота слоя воды в миллиметрах, образовавшегося на горизонтальной поверхности от выпавшего дождя, мороси, обильных рос, тумана, растаявшего снега, града, крупы и других гидрометеоров за указанный интервал времени при отсутствии стока, просачивания и испарения.

Режим выпадения осадков на территории Кыргызстана характеризуется значительной территориальной и сезонной изменчивостью, и в отличие от температуры воздуха, изменение режима атмосферных осадков за исследуемый период представляет собой более пеструю картину. Оценка изменения режима атмосферных осадков на территории Кыргызстана проведена, также, как и для температуры воздуха, начиная с 1976 по 2019 г. В качестве показателя изменения осадков использовалась не абсолютная величина осадков в мм, а отклонение их от нормы в % (норма – среднее значение за 1981-2010 гг.). Для анализа сезонных осадков, в отличие от температуры воздуха, использована не средняя величина за сезон, а сумма осадков за три месяца каждого сезона. Линейные тенденции в

рядах месячных, сезонных и годовых суммах атмосферных осадков были оценены по данным 32-х станций.

Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков за период 1976-2019 гг., рассчитанных относительно базового периода 1981-2010 гг. и пространственно осреднённых по территории КР дают общее представление о характере современных изменений режима атмосферных осадков. За последние десятилетия наблюдалось чередование коротких периодов с положительными и отрицательными аномалиями осадков (рисунок 2.6). В среднем по Кыргызстану за период 1976-2019 гг. наблюдалась слабая тенденция увеличения годового количества атмосферных осадков на 1,6% каждые 10 лет. Статистически значимое увеличение отмечается лишь в урочище Чычкан – на 6%/10 лет (рисунок 2.6, таблица 2.2).

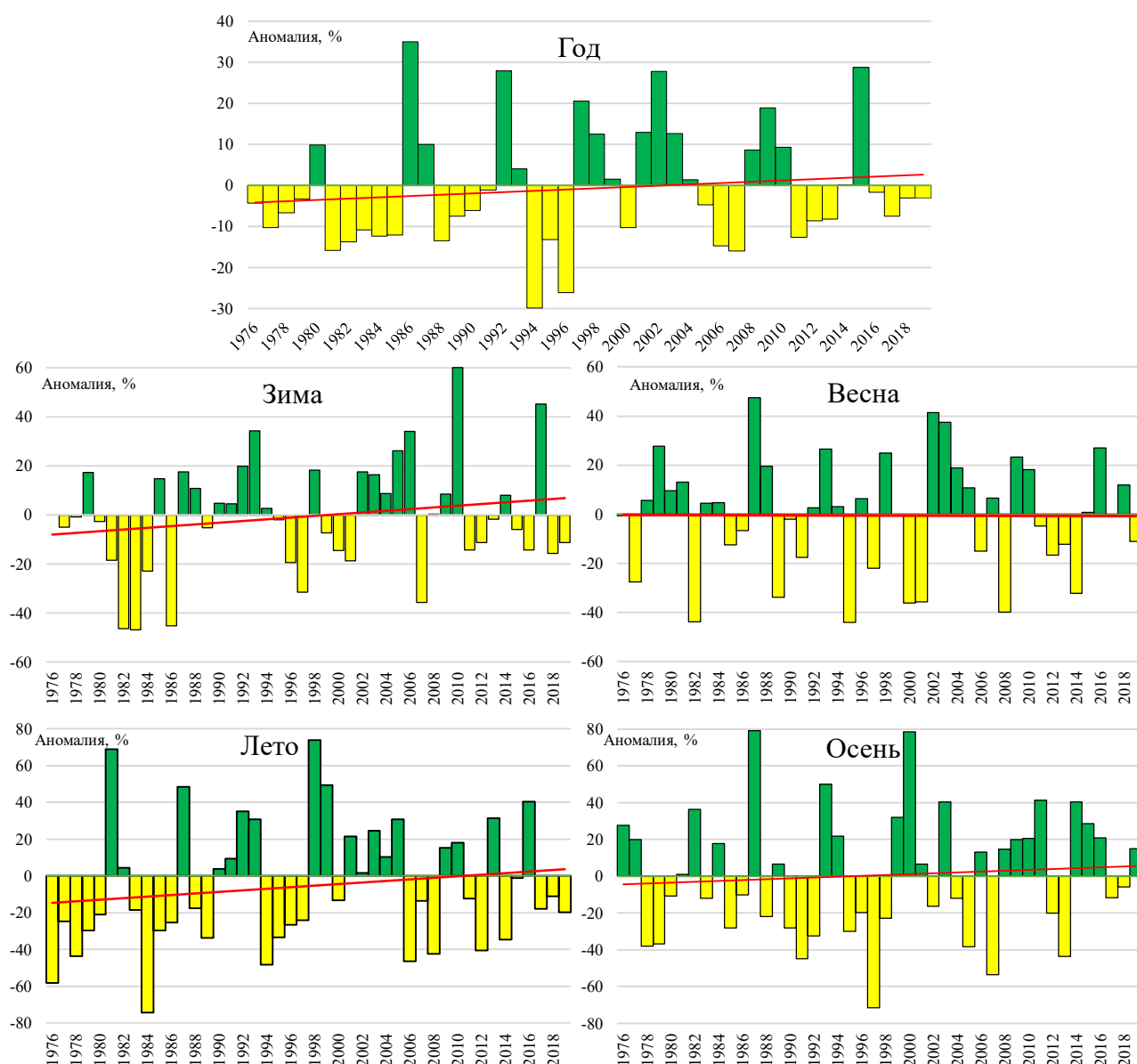


Рисунок 2.6 - Временные ряды аномалий годовых и сезонных сумм осадков (в %) за период 1976-2019 гг., пространственно осредненных по территории КР. Аномалии рассчитаны относительно базового периода 1981-2010 гг. Красная линия- линейный тренд

В среднем во все сезоны года наблюдается небольшая тенденция к увеличению осадков, за исключением весеннего сезона, когда на фоне цикличности выпадения осадков отсутствует какая-либо тенденция. Все полученные сезонные тренды статистически незначимы. Более детальную информацию о характере изменения режима осадков в КР дает пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда для годовых, сезонных и месячных сумм осадков (в %/10 лет), представленных на рисунках 2.7 и 2.8.

Таблица 2.2 – Характеристики линейного тренда и p-value аномалий атмосферных осадков, осреднённых по территории Кыргызстана за период 1976 - 2019 гг.

Параметр	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Коэффициент линейного тренда, %/10 лет	1,6	3,8	-0,08	4,2	2,3
Коэффициент детерминации (R^2), %	0,2	0,4	0	0,25	0,08
p-значение	0,4	0,2	0,98	0,3	0,6

Зимой на большей части КР преобладает тенденция увеличения осадков, с максимальным статистически значимым ростом на 12%/10 лет на востоке Прииссыкулья (МС Каракол и Чон-Ашуу), а также в Ошской области (МС Гульча) на 14%/10 лет. При месячном рассмотрении динамики изменения осадков (рисунок 2.8) видно, что в **январе** отмечается некоторая «пятнистость», то есть в одних районах преобладает тенденция к росту, в других – к сокращению, при этом статистически значимых изменений не отмечено. В **феврале** отмечается довольно интенсивное увеличение осадков на большей территории КР, с очагом максимального статистически значимого роста на востоке Иссык-Кульской области (МС Тянь-Шань 16 %/10 лет, МС Каракол 17%/10 лет, МС Чон-Ашуу 21%). В **декабре** также по данным большинства метеостанций отмечается небольшая положительная тенденция в режиме осадков, с наибольшим статистически достоверным ростом по данным МС Гульча - 21 %/10 лет.

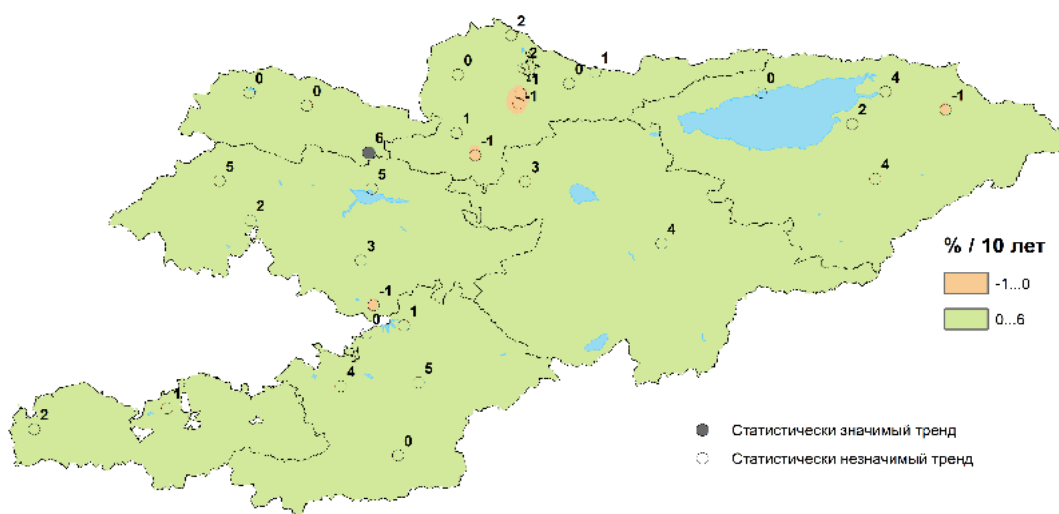


Рисунок 2.7 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда аномалий годовых сумм осадков (%/10 лет), рассчитанных за период 1976 - 2019 гг.

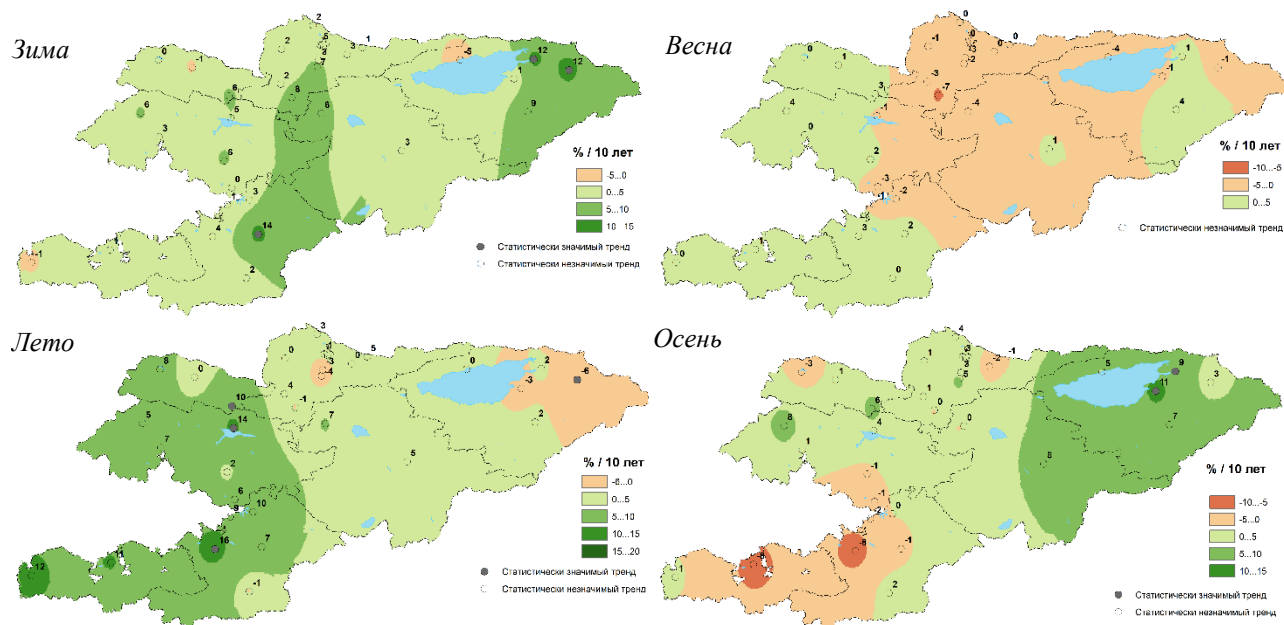


Рисунок 2.8 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда аномалий сезонных сумм осадков (%/10 лет), рассчитанных за период 1976 - 2019 гг.

В среднем по республике, осадки в **весенний период** практически не меняются со временем – слабые статистически незначимые как положительные, так и отрицательные тенденции. В **марте** наиболее значимый рост (12%/10 лет) наблюдается по данным МС Чаткал, в Прииссыкулье незначимая тенденция сокращения до 8 %/10 лет (рисунок 2.9). По остальной территории изменения незначительные. В **апреле** достоверное увеличение отмечается в урочище Кумтор на 19%/10 лет и в урочище Чычкан на 12%/10 лет. Некоторые тенденции сокращения осадков имеют место в центральной части КР, с максимальным статистически незначимым сокращением в районе МС Чаек Нарынской области - на 14%/10 лет. Тенденция роста осадков отмечается на большей части Иссык-Кульской области. В **мае** осадки на большей части территории страны, особенно на севере и в Прииссыкулье, имеют тенденцию к небольшому сокращению. По данным МС Байтык в предгорной зоне Чуйской области отмечается статистически значимое сокращение (на 9%/10 лет). В Ошской и Баткенской областях отмечена небольшая тенденция к увеличению осадков.

Летние осадки увеличиваются наибольшими темпами за год – в среднем на 4,2%/10 лет. По территории КР в целом преобладает рост, за исключением востока Иссык-Кульской области, где отмечается значимое сокращение осадков на МС Чон-Ашуу на 6%/10 лет. Наибольшие значимые темпы роста наблюдаются на западе и юго-западе КР, с значимыми ростами в Ноокатском районе на 16%/10 лет, на МС Токтогул на 14%/10 лет, в урочище Чычкан на 10%/10 лет. В **июне** рост осадков также максимальный в западной и юго-западной зонах КР от 8 до 29%/10 лет. Значимый рост осадков отмечается по данным МС Баткен, Токтогул, Ноокат, и урочище Чычкан (на 29, 19, 16, 12 %/10 лет соответственно).

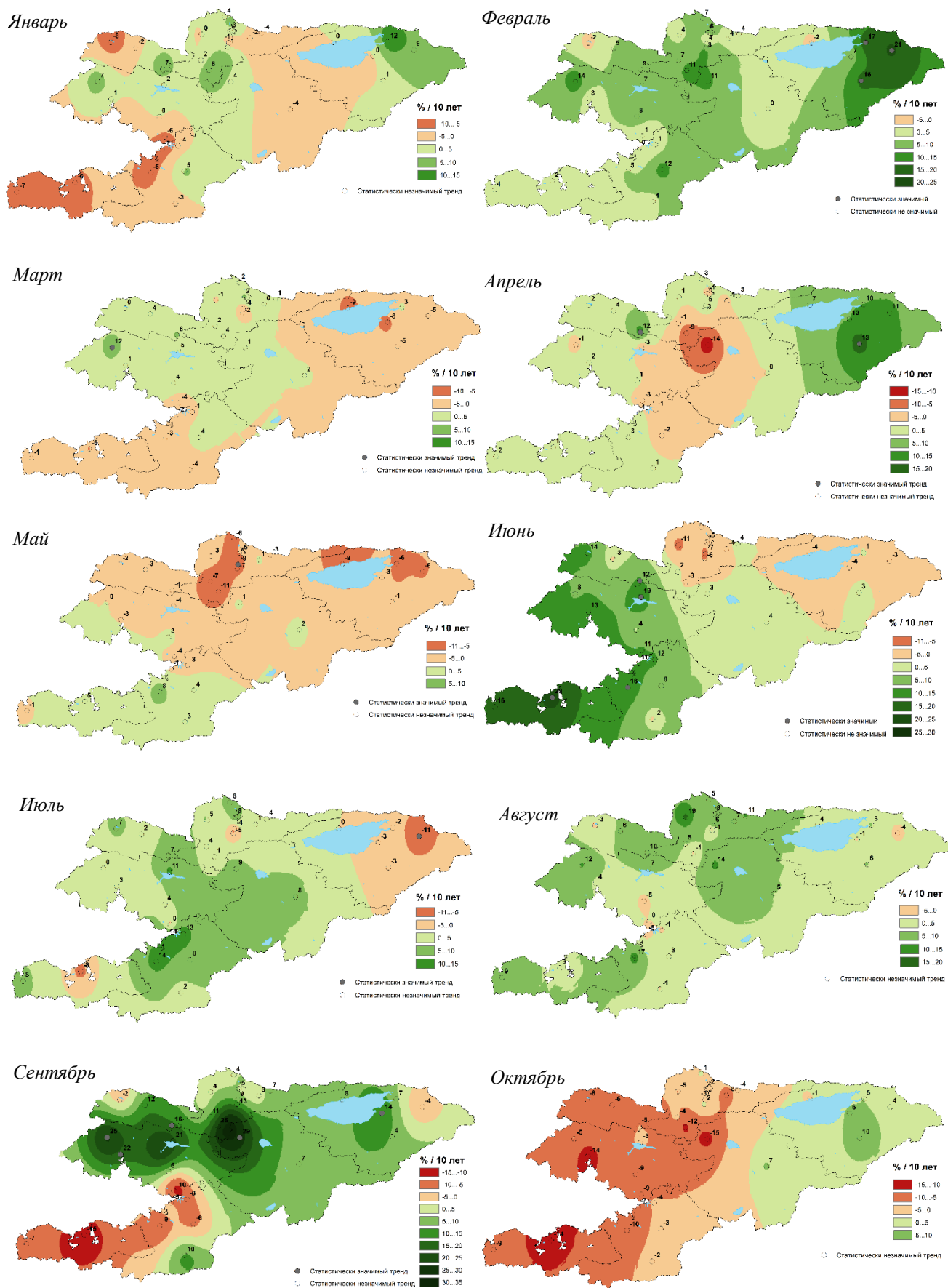


Рисунок 2.9 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда месячного количества осадков (% от нормы/10 лет), рассчитанного за период 1976 - 2019 гг.

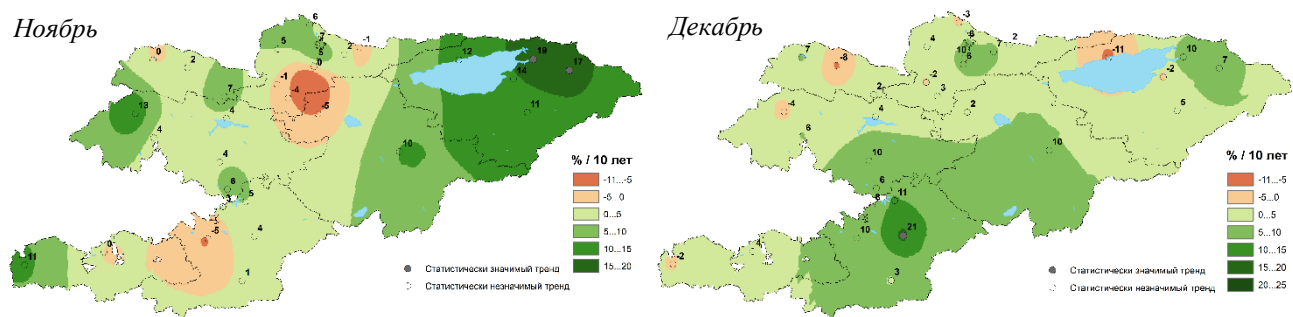


Рисунок 2.9 – Пространственное распределение значений коэффициента линейного тренда месячного количества осадков (% от нормы/10 лет), рассчитанного за период 1976 - 2019 гг. (продолжение)

В **июле** на большей части КР отмечается тенденция увеличения осадков, с максимальным увеличением в зоне Приферганья (до 14%/10 лет). На востоке Иссык-Кульской котловины отмечается статистически значимое уменьшение осадков до 11%/10 лет (МС Чон-Ашуу). В **августе** на большей части территории отмечается также тенденция роста осадков, с максимальным значением 19%/10 лет на западе Чуйской долины (МС Кара-Балта). В отдельных районах отмечена слабая тенденция сокращения осадков (МС Чон-Ашуу, Пача-Ата, Узген).

Осенью наибольший рост отмечается в восточной части территории КР, с наибольшим значимым увеличением в районе МС Кызыл-Суу (11%/10 лет) и Каракол (9%/10 лет). В **сентябре** на большей части КР отмечается тенденция роста осадков, с очагами значительного статистически достоверного увеличения в отдельных районах Жалал-Абадской области (Чаткал - 25%/10 лет, Пача-Ата - 22%/10 лет, Ит-Агар - 16 %/10 лет), в Нарынской области (МС Чаек - 29%/10 лет), на юго-востоке Прииссыкуля (МС Кызыл-Суу - 14%/10 лет). В долинной зоне Жалал-Абадской, Ошской и Баткенской областей отмечается тенденция сокращения осадков до 15 %/10 лет (МС Баткен). В **октябре** на большей части отмечается сокращение осадков от 3 до 15 %/10 лет, на востоке – тенденция роста осадков от 4 до 10 %/10 лет. В **ноябре** значимый рост осадков отмечается на востоке КР по данным МС Каракол на 19%/10 лет, МС Чон-Ашуу на 17%/10 лет.

2.3 Изменение температуры воздуха и атмосферных осадков в зоне пастбищ

Для оценки изменения климата в зоне пастбищ были использованы данные метеорологических наблюдений по 8-ми станциям:

1. Ала-Арча, высота 2132 м над у.м., Аламудунский район, высокогорная зона Чуйской области,
2. Байтык, высота 1581 м над у.м., Аламудунский район, предгорная зона Чуйской области,
3. Ит-Агар, 1969 м над у.м., урочище Чычкан, Токтогульский район, предгорная зона Жалал-Абадской области,
4. Сары-Таш, 3159 м над у.м., Чон-Алайский район, высокогорная зона Ошской области,

5. Суусамыр, 2088 м над у.м., Жайыльский район, днище Суусамырской котловины Чуйской области,
6. Тянь-Шань, 3675 м над у.м., урочище Кумтор, Жети-Огузский район, нивальная зона Иссык-Кульской,
7. Чаткал, 1937 м над у.м., Чаткальский район, предгорная зона Жалал-Абадской области,
8. Чон-Ашуу, 2794 м над у.м., Ак-Суйский район, высокогорная зона Иссык-Кульской области.

Температура воздуха

Для оценки происходящих изменений на метеостанциях, характеризующих зону пастбищ КР, использованы те же методы оценки, что и для всей территории КР. В таблице 2.3 представлены оценки изменения температуры воздуха за период 1976-2019 гг.: коэффициент линейного тренда, характеризующий среднюю скорость изменения аномалии температуры воздуха; коэффициент детерминации, показывающий вклад тренда в общую дисперсию и p-value (значение).

Таблица 2.3 - Характеристики линейного тренда и p-value аномалий температуры приземного воздуха, осреднённых по территории Кыргызстана за период 1976 - 2019 гг.
(жирным шрифтом выделены статистически значимые значения)

МС	Год			Зима			Весна			Лето			Осень		
	а	D	p	а	D	p	а	D	p	а	D	p	а	D	p
Ала-Арча	0,1	9	0,06	0,0	0	0,99	0,6	28	0,00	0,1	2	0,40	0,0	0	0,76
Байтык	0,2	22	0,00	0,1	1	0,59	0,4	21	0,00	0,1	4	0,20	0,1	3	0,30
Ит-Агар	0,2	11	0,03	0,1	2	0,43	0,4	20	0,00	-0,1	1	0,55	0,1	3	0,26
Сары-Таш	0,3	29	0,00	0,3	11	0,03	0,5	27	0,00	0,1	1	0,60	0,2	13	0,02
Суусамыр	0,2	15	0,01	0,3	2	0,31	0,5	15	0,01	-0,1	4	0,21	0,3	8	0,06
Тянь-Шань	0,3	31	0,00	0,2	8	0,06	0,5	27	0,00	0,2	16	0,01	0,3	11	0,03
Чаткал	0,2	14	0,01	0,2	4	0,22	0,5	18	0,00	0,0	1	0,62	0,1	2	0,32
Чон-Ашуу	0,1	8	0,06	0,0	0	0,85	0,4	17	0,01	0,1	7	0,09	0,0	1	0,62

a – коэффициент линейного тренда в пересчете за 10 лет/ скорость изменения (°C/10 лет)

D – коэффициент детерминации

p-value - при значении $\geq 0,05$ тренд статистически значимый

Наибольший статистически значимый рост годовой температуры (на 0,3°C/10 лет) отмечается по данным высокогорных станций Тянь-Шань и Сары-Таш (таблица 2.3). В зимний период для всех станций отмечается незначимый рост температуры (значимый тренд только на МС Сары-Таш). В весенний период, отмечается повсеместный статистически значимый рост температуры от 0,4 до 0,6°C/10 лет. Летом на среднегорных и высокогорных станциях практически не отмечается изменений температуры, за исключением станции Тянь-Шань, где температура растет на 0,2°C/10 лет.

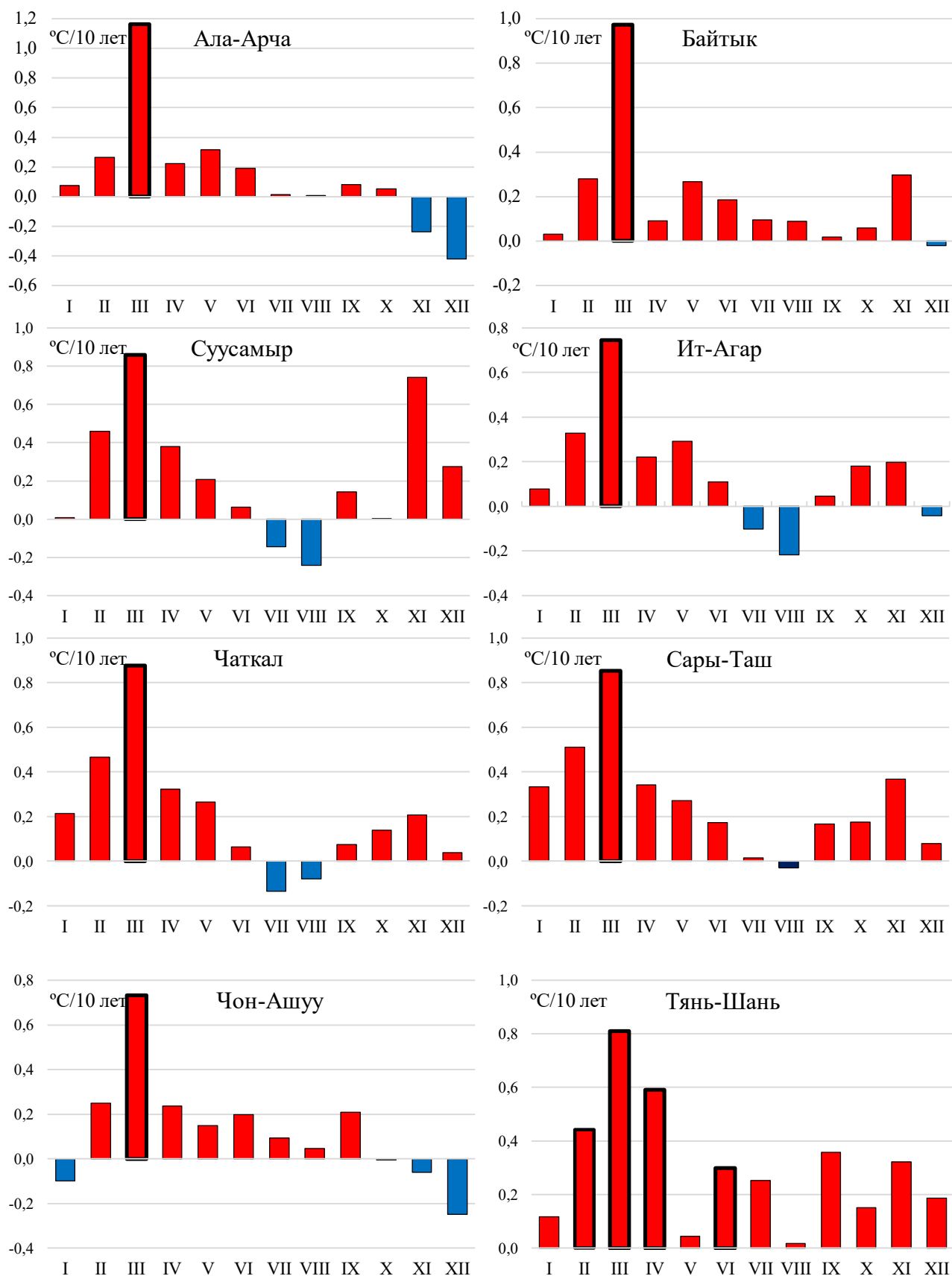


Рисунок 2.10 –Внутригодовое распределение значений коэффициента линейного тренда (скорости изменения) средней месячной температуры приземного воздуха (°C/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг. (жирной рамкой выделены месяцы со статистически значимым значением)

В осенний период отмечаются слабые тенденции повышения температуры, кроме станций Сары-Таш и Тянь-Шань, где отмечаются наибольшие значимые темпы роста на 0,2 и 0,3°C/10 лет соответственно.

При месячном рассмотрении тенденций изменения температур, выделяются, как и в масштабах всей страны, май с наибольшими статистически значимыми темпами роста за год – на 0,7...1,2°C/10 лет (рисунок 2.10). Тенденция похолодания (незначимая) отмечается в июле и августе на станциях Суусамыр, Ит-Агар, Чаткал – на станциях, расположенных на незначительном удалении друг от друга. Также тенденция похолодания в зимний период отмечается на станции Ала-Арча и Чон-Ашуу. На станции Тянь-Шань в течении 4-х месяцев (февраль-апрель, июль) наблюдается статистически достоверный рост температуры воздуха.

Атмосферные осадки

Для пастбищных растений очень важны осадки, выпавшие в период их активной вегетации. Но также важны осадки холодного периода года, которые определяют величину весенних запасов влаги в почве, т.е. в период возобновления вегетации.

Единственное статистически значимое увеличение годовой суммы осадков на 6%/10 лет отмечается в урочище Чычкан (МС Ит-Агар). В зимний период значимый рост наблюдается по данным МС Чон-Ашуу – на 12%/10 лет. Весной не наблюдается достоверных изменений в режиме выпадения осадков, в одних районах отмечается слабое увеличение, в других – слабое сокращение. Летом статистически значимый рост имеет место в урочище Чычкан – на 10%/10 лет, и достоверное сокращение осадков на 6%/10 лет по данным МС Чон-Ашуу. На остальных наблюдательных пунктах отмечены незначимые изменения осадков, происходящих со временем. Осенью наблюдается слабое статистически незначимое увеличение осадков.

Таблица 2.4 - Характеристики линейного тренда и *p*-value аномалий атмосферных осадков, осреднённых по территории Кыргызстана за период 1976 - 2019 гг.

МС	Год			Зима			Весна			Лето			Осень		
	а	D	p	а	D	p	а	D	p	а	D	p	а	D	p
Ала-Арча	-1	0	0,79	7	7	0,10	-2	1	0,48	-4	4	0,23	5	2	0,33
Байтык	-1	1	0,56	3	4	0,19	-3	3	0,29	-3	1	0,49	3	1	0,51
Ит-Агар	6	15	0,01	6	6	0,12	3	3	0,30	10	13	0,02	6	3	0,28
Сары-Таш	0	0	0,82	2	0	0,66	0	0	0,91	-1	0	0,89	2	0	0,68
Суусамыр	-1	0	0,74	8	5	0,15	-7	4	0,22	-1	0	0,79	0	0	1,00
Тянь-Шань	4	3	0,29	9	7	0,09	4	2	0,41	2	0	0,66	7	5	0,15
Чаткал	5	6	0,11	6	3	0,24	4	2	0,40	5	2	0,39	8	3	0,28
Чон-Ашуу	-1	1	0,54	12	23	0,00	-1	0	0,79	-6	13	0,02	3	2	0,40

a – коэффициент линейного тренда в пересчете за 10 лет/ скорость изменения (%/10 лет)

D – коэффициент детерминации

p-value - при значении $\geq 0,05$ тренд статистически значимый

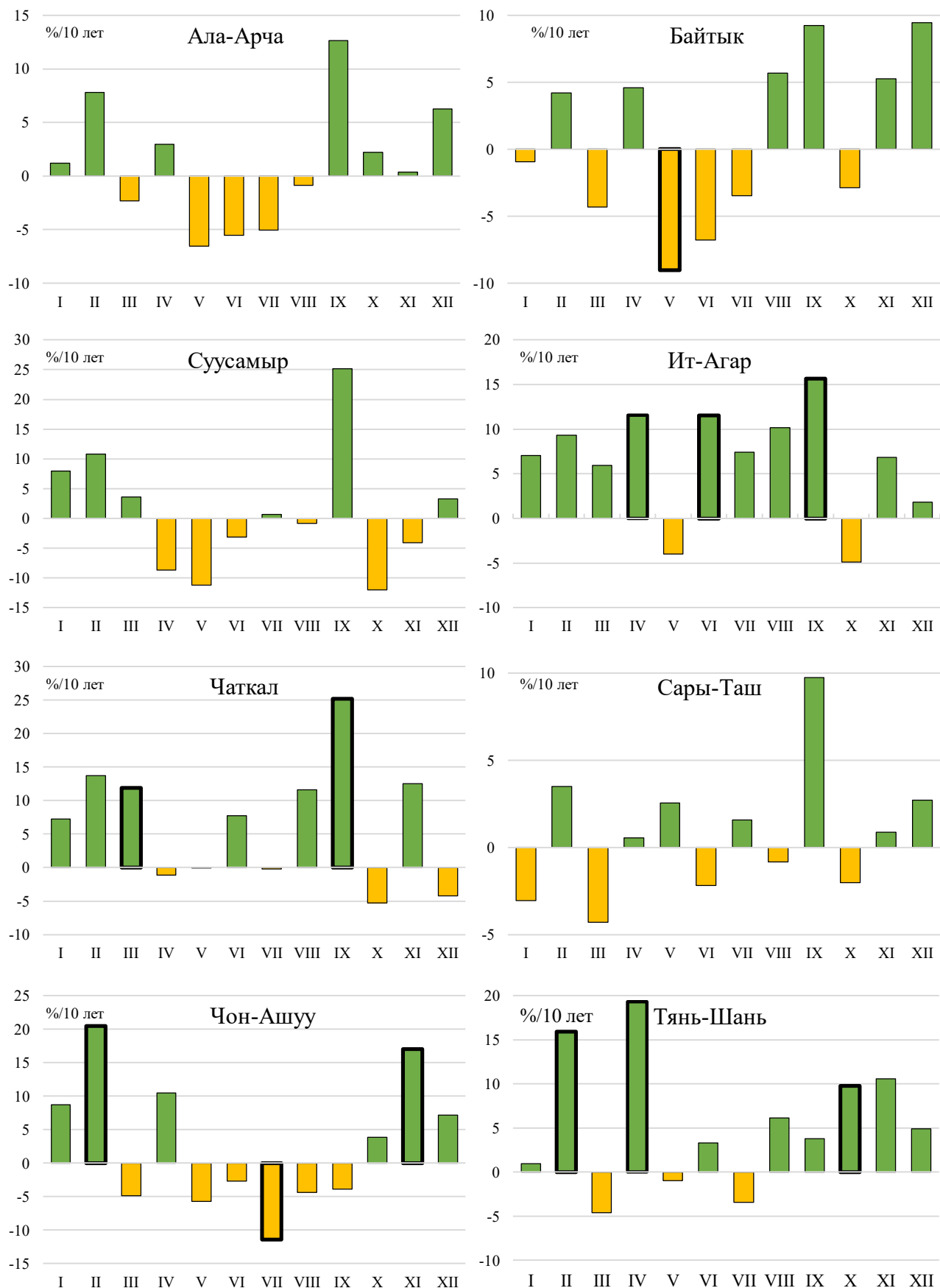


Рисунок 2.11 – Внутригодовое распределение значений коэффициента линейного тренда (скорости изменения) месячного количества атмосферных осадков (%/10 лет), рассчитанного по данным наблюдений за период 1976 - 2019 гг. (жирной рамкой выделены месяцы со статистически значимой величиной)

В месячном разрезе отмечаются следующие наиболее значимые изменения: на двух соседних станциях, Ала-Арча и Байтык, отмечается тенденция сокращения осадков в период с мая по июнь (в мае отмечается статистически значимое сокращение осадков на 9%/10 лет). В Суусамырской котловине также отмечается незначимое сокращение осадков в начале вегетационного периода – в период с апреля по июнь. Схожая картина отмечается в высокогорной зоне района расположения МС Чон-Ашу – с мая по сентябрь отмечается небольшое сокращение, в июле статистически значимое сокращение на 11%/10 лет.

3. Изменение климатических индексов в Кыргызстане и в зоне пастбищ

На основе суточных данных максимальной, минимальной температуры воздуха и атмосферных осадков по 29-ти станциям, не имеющих значительных пробелов в рядах наблюдений, за период 1976 - 2019 гг. были рассчитаны следующие климатические индексы:

1. CDD (Consecutive Dry Days) – продолжительность безосадочных периодов (в т.ч. с осадками менее 1 мм за сутки),
2. GDDgrown (Growing Degree Days) – сумма активных температур (0, 5, 10°C),
3. GSL (Growing Season Length) – продолжительность вегетационного периода,
4. HWN (Heatwave number) – число случаев с волнами жары за период май-сентябрь когда, как минимум, 3 последовательных дня суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля,
5. HWF (Heatwave frequency) – общая продолжительность волн жары за теплый период года (май-сентябрь), когда, как минимум, 3 последовательных дня суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля,
6. SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) – стандартизированный индекс осадков и эвапотранспирации,
7. SPI (Standardized Precipitation Index) – стандартизированный индекс осадков,
8. TXgeN – количество дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$, 25°C , 30°C ,
9. WSDI (Warm spell duration indicator) – продолжительность волн тепла за год, или количество дней, когда, как минимум, 3 последовательных дней суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля.

3.1 Продолжительность вегетационного периода

В связи с тем, что у большинства пастбищных растений умеренных широт биологическая минимальная температура развития равна 5°C , дата устойчивого перехода температуры через этот предел весной считается датой начала весенней вегетации. Вегетация растений также останавливается при обратном переходе температуры воздуха через 5°C осенью. Соответственно, продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше 5°C является продолжительностью вегетационного периода. В данной работе вегетационный период рассчитан как период между первой датой, когда средняя суточная температура пятидневки была $\geq 5^{\circ}\text{C}$, и последней даты, когда средняя суточная температура пятидневки была $\leq 5^{\circ}\text{C}$ (индекс GSL – growing season length).

На рисунке 3.1 представлено пространственное распределение коэффициентов линейного тренда в пересчете за 10 лет, характеризующих темпы изменения продолжительности вегетационного периода за период 1976-2019 гг.

В целом, на территории Кыргызстана отмечается увеличение продолжительности вегетационного периода, с максимальным статистически значимым ростом на 8 дней/10 лет по данным МС Байтык и МС Исфана. Стоит отметить, что в целом, статистически значимый рост продолжительности вегетационного периода отмечается в долинных зонах.

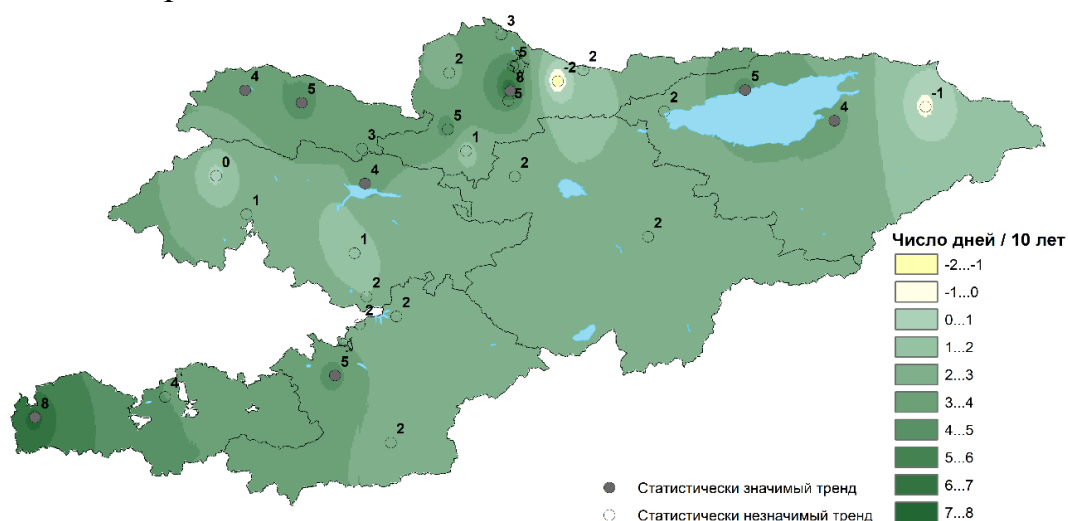


Рисунок 3.1. – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда, характеризующих темпы изменения вегетационного периода (индекс GSL)

В среднем по Кыргызстану период, когда стали отмечаться наибольшие темпы роста температуры приходится на середину 90-х гг. прошлого столетия (рисунок 2.1). Основываясь на этом, в таблице 3.1 приведены основные режимные (осредненные) параметры вегетационного периода за 2 периода: 1976-1996 и 1997-2019 гг., а также параметры, характеризующие темпы изменения вегетационного периода для метеостанций, характеризующих зоны пастбищ КР. Станция Тянь-Шань не рассматривается по причине неоднородности метеорологических рядов. Информация о продолжительности вегетационного периода для каждого года по 7-ми метеостанциям приведена в Приложении 1.

Таблица 3.1 – Средняя продолжительность вегетационного периода (ВП) за периоды 1976-1996 и 1997-2019 гг., а - коэффициент линейного тренда (дни/10 лет) и их статистическая значимость (p-value)

Метеостанция	ВП за 1997-2019 гг., дни	ВП за 1976-1996 гг., дни	a, дни/10 лет	p-value
Ала-Арча	202	222	0,5	0,08
Байтык	165	182	0,8	0,00
Ит-Агар	195	207	0,3	0,62
Сары-Таш	129	134	0,2	0,37
Суусамыр	166	173	0,1	0,68
Чаткал	182	186	-0,02	0,91
Чон-Ашуу	145	143	-0,1	0,77

Из рассмотренных метеостанций зоны пастбищ, статистически значимое увеличение вегетационного периода (на 0,8 дней каждые 10 лет) отмечается

только в Аламудунском районе Чуйской области. Так же увеличение продолжительности ВП отмечается по данным МС Ала-Арча и Ит-Агар, но рост не достоверен со статистической точки зрения. Однако, при разбивке на периоды 1976-1996, 1997-2019 гг. (до резкого скачка температуры в КР в середине 90-х гг.) видно, что на всех станциях, кроме Чон-Ашуу отмечается увеличение средней продолжительности вегетационного периода.

3.2 Сумма активных температур выше 0, 5, 10°C

Рост и развитие растений начинается в дату устойчивого перехода суточной температуры воздуха выше уровня ее биологической минимальной температуры. Для большинства растений умеренных широт этот предел равен 5°C. Также важным критерием является переход средней суточной температуры через 0 и 10°C.

Термический ресурс вегетационного периода оценивается суммой активных температур – сумма среднесуточных температур воздуха за период с температурой выше указанного предела (0°C, 5°C, 10°C). Для оценки данного ресурса использован индекс GDDgrown (Growing Degree Days) – мера накопления тепла для прогнозирования темпов развития растений и животных. Пространственное распределение коэффициентов линейных трендов, характеризующих темпы изменения сумм активных температур (САТ) выше 0°C, 5°C, 10°C приведены на рисунке 3.2 (а, б, в).

Для большинства станций, особенно тех, что расположены в долинной и предгорной зонах КР, отмечается статистически значимое увеличение теплообеспеченности – суммы активных температур выше 0°C, с максимальным увеличением на 139 градусо-суток за каждые 10 лет по данным МС Жалал-Абад и на 137 градусо-суток по данным МС Бишкек (рисунок 3.2 а).

Изменение суммы активных температур выше 5°C – как основного фактора, влияющего на начало и окончание развития растительности, отмечается по данным всех метеостанций, кроме МС Суусамыр (рисунок 3.2 б). Статистически значимый рост САТ выше 5°C в Чуйской области составляет от 60 до 122 градусо-суток за каждые 10 лет в долинной зоне, на 37...40 градусо-суток/10 лет в предгорной и высокогорной зонах. Стоит отметить, что по данным МС Тео-Ашуу увеличения теплообеспеченности практически не отмечается, а в Суусамырской котловине отмечается сокращение. В Таласской долине рост меньше, чем в Чуйской и составляет 69...88 градусо-суток/10 лет. В Иссык-Кульской области увеличение САТ выше 5°C является значимым как для станций прибрежной зоны (34...69 градусо-суток/10 лет), так и для высокогорной станции Чон-Ашуу – на 18 градусо-суток/10 лет. В зоне Приферганья Жалал-Абадской области рост САТ выше 5°C статистически значимый и составляет 41...119 градусо-суток/10 лет, с максимальным значением в районе расположения МС Жалал-Абад. В Нарынской области увеличение САТ выше 5°C отмечается по данным МС Нарын и составляет 34 градусо-суток/10 лет. В Ошской и Баткенской областях максимальный статистически значимый рост отмечается по данным МС Кара-Суу на 96 градусо-суток/10 лет, по данным МС Исфана на 67 градусо-суток/10 лет.

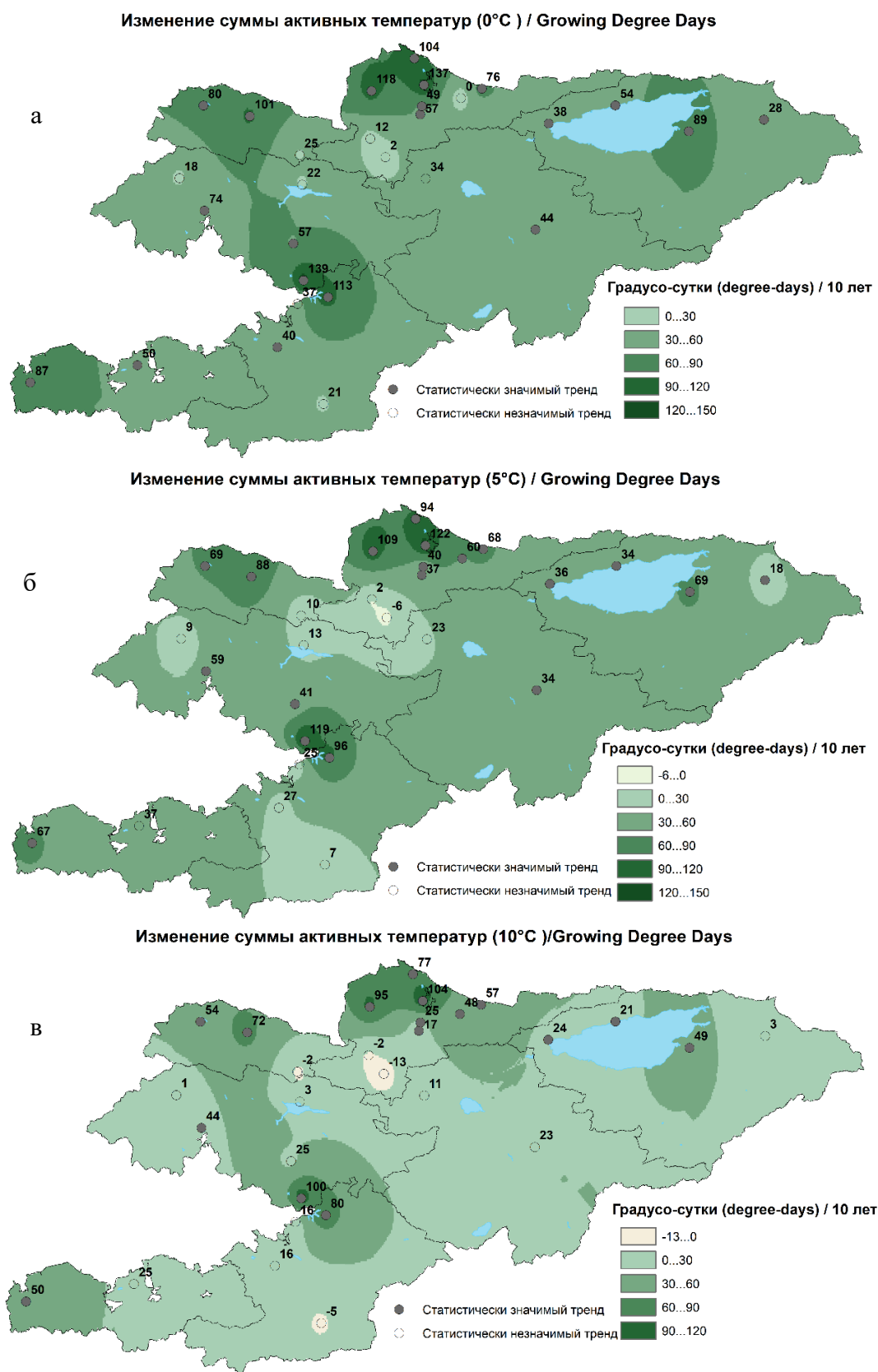


Рисунок 3.2. – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда, характеризующих темпы изменения суммы активных температур 0°C, 5°C, 10°C (индекс GDDgrow)

Сумма активных температур выше 10°C важна для оценки теплообеспеченности теплолюбивых растений. Максимальное увеличение отмечается по данным МС Бишкек на 104 градусо-суток/10 лет и Жалал-Абад на

100 градусо-суток/10 лет (рисунок 3.2 в). Небольшая статистически незначимая тенденция сокращения САТ выше 10°C, отмечается по данным МС Суусамыр, Сары-Таш, Тео-Ашуу и Ит-Агар (от -2 до -13 градусо-суток/10 лет).

Зона пастбищ

Для оценки происходящих изменений теплообеспеченности в зоне пастбищ, данные по 7-ми станциям о сумме активных температур выше 0°C, 5°C, 10°C за 2 сравнительных периода, а также коэффициенты линейного тренда и его значимости, приведены в таблицах 3.2-3.4. Более подробные ежегодные данные приведены в Приложениях 2-4.

Таблица 3.2 – Сумма активных температур выше 0°C за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее значение $\sum t_{>0}$ за 1976- 1996 гг., градусо-сутки	Среднее значение $\sum t_{>0}$ за 1997-2019 гг., градусо-сутки	Коэффициент линейного тренда, градусо-сутки/10 лет	p-value
Ала-Арча	2051	2212	57	0,00
Байтык	3033	3180	49	0,01
Ит-Агар	2687	2801	25	0,16
Сары-Таш	1272	1325	21	0,13
Суусамыр	1958	1991	2	0,87
Чаткал	2470	2542	18	0,41
Чон-Ашуу	1347	1424	28	0,03

Таблица 3.3 – Сумма активных температур выше 5°C за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее значение $\sum t_{>5}$ за 1976- 1996 гг., градусо-сутки	Среднее значение $\sum t_{>5}$ за 1997-2019 гг., градусо-сутки	Коэффициент линейного тренда, градусо-сутки/10 лет	p-value
Ала-Арча	1043	1147	37	0,00
Байтык	1812	1929	40	0,01
Ит-Агар	1604	1666	10	0,50
Сары-Таш	510	519	7	0,50
Суусамыр	1045	1044	-6	0,55
Чаткал	1464	1505	9	0,60
Чон-Ашуу	528	574	18	0,04

Статистически значимое изменение термического режима – увеличение значений сумм активных температур для 0, 5 и 10°C в пастбищной зоне отмечается по данным станций Чуйской области (Байтык и Ала-Арча), а также для 0 и 5°C для станции Чон-Ашуу Иссык-Кульской области (табл.3.2-3.4). Стоит отметить, изменение сумм активных температур выше 10°C по данным МС Суусамыр, Сары-Таш и Ит-Агар, то есть термический режим для произрастания

теплолюбивых сортов растительности, имеет статистически незначимую тенденцию к понижению (на 13, 5 и 2 градусо-сутки/10 лет соответственно).

Таблица 3.4 – Сумма активных температур выше 10°C за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее значение $\sum t_{>10}$ за 1976- 1996 гг., градусо-сутки	Среднее значение $\sum t_{>10}$ за 1997-2019 гг., градусо-сутки	Коэффициент линейного тренда, градусо-сутки/10 лет	p-value
Ала-Арча	357	401	17	0,04
Байтык	897	967	25	0,04
Ит-Агар	746	762	-2	0,86
Сары-Таш	93	76	-5	0,33
Суусамыр	345	316	-13	0,06
Чаткал	668	673	1	0,94
Чон-Ашуу	76	82	3	0,47

3.3 Продолжительность периода без осадков

В данной работе для дополнительной оценки изменения режима атмосферных осадков используется индекс CDD (Consecutive Dry Days), который показывает динамику изменения максимальной продолжительности последовательных сухих дней, когда суточное количество осадков составляет менее 1 мм (рисунок 3.3).

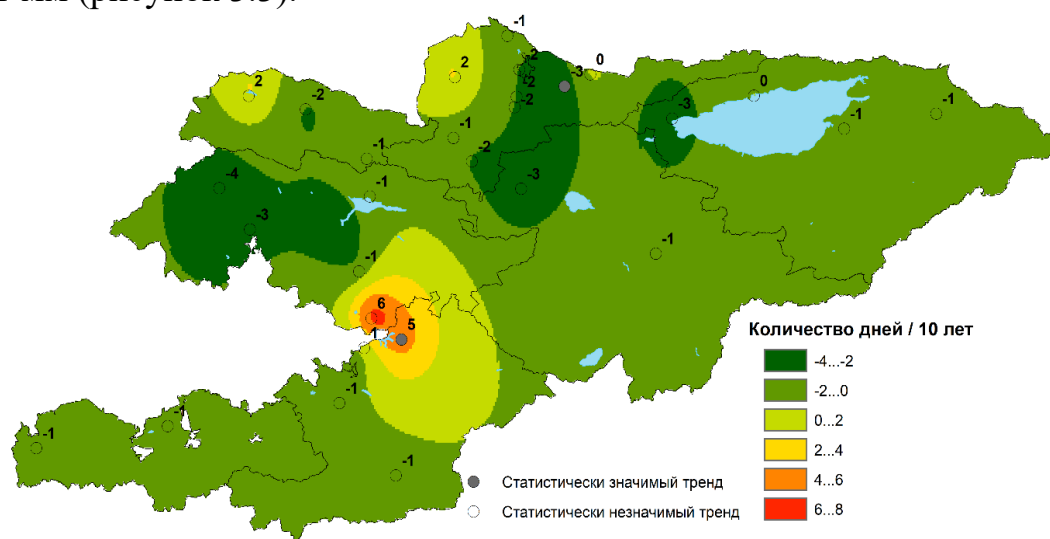


Рисунок 3.3 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда максимальной продолжительности периода без осадков (дни/10 лет), рассчитанного за период 1976 - 2019 гг.

В целом по территории КР отмечается статистически незначимая тенденция сокращения безосадочного периода (на МС Токмок статистически значимое сокращение). Очагом увеличения максимальной продолжительности последовательных засушливых дней на 5...6 дней каждые 10 лет является зона расположения метеостанций Жалал-Абад и Узген (на МС Узген статистически значимое увеличение продолжительности).

Зона пастбищ

По данным метеостанций, расположенных в пастбищных зонах КР, в среднем, максимальный период с отсутствием осадков сокращается как на основе сравнения данного параметра за 2 сравнительных периода (1976-1996 и 1997-2019 гг.), так и на основе оценки линейного тренда (тренд незначимый для всех станций). Более детальные данные о максимальной ежегодной продолжительности периода без осадков приведены в Приложении 5.

Таблица 3.5 – Средняя из максимальных периодов без осадков за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Средняя из максимальных продолжительность без осадков за 1976-1996 гг., дни	Средняя из максимальных продолжительность без осадков за 1997-2019 гг., дни	Коэффициент линейного тренда, дни/10 лет	p-value
Ала-Арча	27	25	-2	0,2
Байтык	31	28	-2	0,23
Ит-Агар	27	23	-1	0,33
Сары-Таш	31	29	-1	0,29
Суусамыр	37	36	-2	0,34
Чаткал	25	24	-4	0,15
Чон-Ашуу	48	38	-1	0,31

3.4 Волны тепла и волны жары

Волны тепла – природное явление, характеризующееся периодом аномально теплой/жаркой погоды. Для волн тепла нет единого универсального метода исследования, существуют лишь рекомендации Всемирной метеорологической организации по определению на основании региональных климатических условий. В данной работе в качестве одного их показателей, характеризующих экстремальность климата, связанного с волнами тепла, использовано несколько индексов:

1. Индекс **WSDI** (Warm spell duration indicator) – общая за год продолжительность волн тепла (когда, как минимум, 3 последовательных дня суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля (перцентили рассчитываются от периода 1981-2010 гг.);

2. Индекс **HWF** (Heatwave frequency) - общая продолжительность волн жары за теплый период года – май-сентябрь, когда, как минимум, 3 последовательных дня суточная максимальная температура воздуха была выше 90-го перцентиля

3. Индекс **HWN** (Heatwave number) - число отдельных волн жары, которые происходят в период май-сентябрь и определяется как 3 или более дней, когда суточный максимум температуры воздуха выше 90-го перцентиля.

Разница в определении между волнами жары и тепловыми волнами состоит в том, что волны жары характеризуют аномально высокий температурный цикл в тёплый период года, а волны тепла (или тепловые волны) – в течении всего года.

Общая за год продолжительность волн тепла на территории Кыргызстана за период 1976-2019 гг. увеличивается (рисунок 3.4) на 3...6 дней/10 лет преимущественно в долинной и предгорной зонах (статистически значимый рост). Очагом экстремального увеличения продолжительности волн тепла (на 11 дней/10 лет) является юго-восточное Приисыкулье – МС Кызыл-Суу.

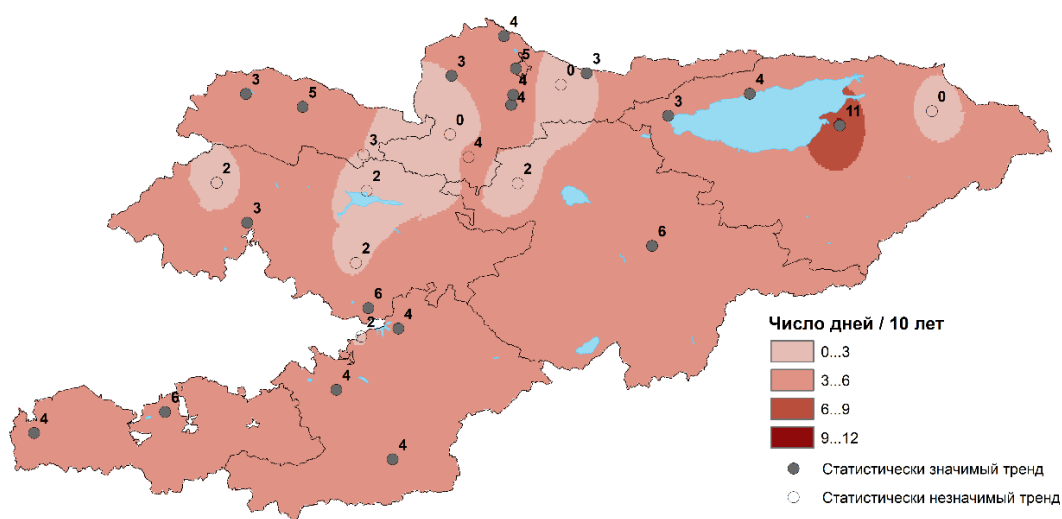


Рисунок 3.4. – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда общей за год продолжительности волн тепла (дни/10 лет) за период 1976-2019 гг.

Пастбищная зона

На станциях, расположенных в пастбищных зонах северной части территории страны, отмечается статистически достоверное увеличение общей годовой продолжительности волн тепла на 4 дня каждые 10 лет. Сравнение средней продолжительности за 2 усредненных временных интервала также указывает на значительный рост со временем циклов с аномально теплой погодой (таблица 3.6). На станции Чаткал и Чон-Ашуу изменения общей годовой продолжительности волн тепла не значительны.

Таблица 3.6 – Средняя продолжительность общих волн тепла за год за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Средняя годовая продолжительность волн тепла 1976-1996 гг., дни	Средняя годовая продолжительность волн тепла 1997-2019 гг., дни	Коэффициент линейного тренда, дни/10 лет	p-value
Ала-Арча	9	17	4	0,00
Байтык	10	21	4	0,00
Ит-Агар	17	22	3	0,77
Сары-Таш	17	27	4	0,02
Суусамыр	17	27	4	0,07
Чаткал	19	24	2	0,2
Чон-Ашуу	12	15	0	0,7

Ежегодная информация об общей годовой продолжительности волн тепла приведена в Приложении 6.

Другой важной характеристикой изучения изменения температурного режима и экстремальности климата являются волны жары, имеющие место только в теплый период года. Продолжительность волн жары увеличивается преимущественно в долинных зонах на 2...4 дня каждый 10 лет, с максимальным значением по данным МС Кызыл-Суу и Бишкек (рисунок 3.5).

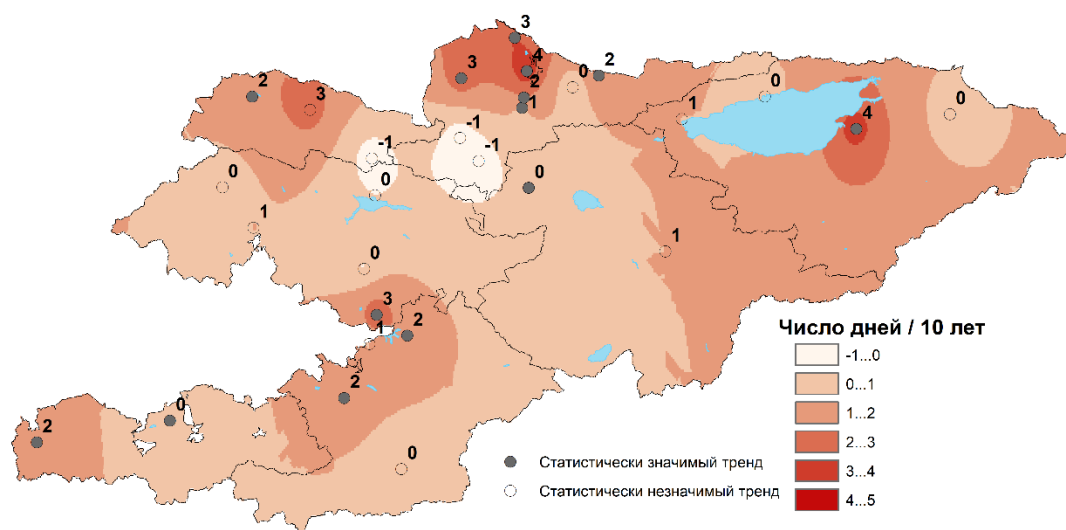


Рисунок 3.5 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда общей продолжительности волн жары за теплый период (дни/10 лет) за период 1976 - 2019 гг.

В пастбищной зоне статистически значимый рост общей продолжительности волн жары в теплый период отмечается только по данным МС Ала-Арча и Байтык – на 1...2 дня каждые 10 лет (таблица 3.7). По остальным пастбищным станциям продолжительность волн жары остается стабильной во времени, либо имеет тенденцию к сокращению (Ит-Агар, Суусамыр).

Таблица 3.7 – Средняя продолжительность волн жары за период май-сентябрь за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Средняя продолжительность волн жары 1976-1996 гг., дни	Средняя продолжительность волн жары 1997-2019 гг., дни	Коэффициент линейного тренда, дни/10 лет	p-value
Ала-Арча	5,0	7,2	1,3	0,03
Байтык	5,4	10,4	2,4	0,00
Ит-Агар	9,8	8,0	-1,0	0,3
Сары-Таш	8,5	9,1	0,2	0,88
Суусамыр	11,3	9,5	-1,2	0,11
Чаткал	8,2	8,1	-0,3	0,77
Чон-Ашуу	4,7	4,7	-0,3	0,62

Характер изменения числа случаев с волнами жары в теплое время года аналогичен изменению продолжительности волн жары (рисунок 3.6). Статистически значимое увеличение случаев также характерно для долинной и предгорной зоны Чуйской области, долинной зоны Таласской области,

некоторых долинных станций Приферганья (Жалал-Абад, Узген, Баткен). Максимальное увеличение числа случаев отмечается на юго-востоке Прииссыкуля (МС Кызыл-Суу) - на 0,9 случаев каждые 10 лет, и на севере Чуйской долины на 0,8 случаев (МС Жаны-Жер).

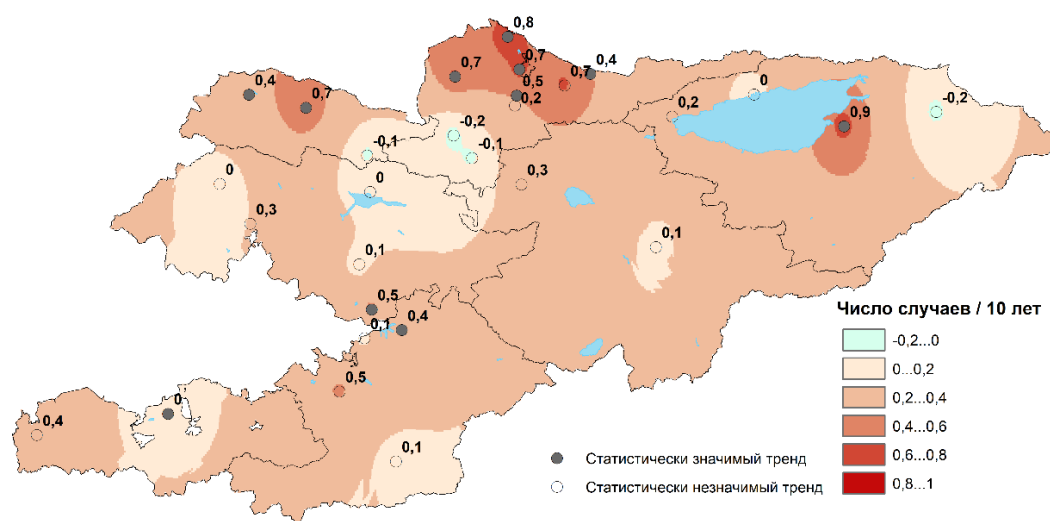


Рисунок 3.6 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда числа случаев с отдельными волнами жары за период май-сентябрь (случаи/10 лет) за период 1976 - 2019 гг.

Таблица 3.8 – Среднее число случаев с волнами жары за период май-сентябрь за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее число случаев с волнами жары 1976-1996 гг., число случаев	Среднее число случаев с волнами жары 1997-2019 гг., число случаев	Коэффициент линейного тренда, случаи/10 лет	p-value
Ала-Арча	1,4	1,7	0,2	0,22
Байтык	1,5	2,5	0,5	0,00
Ит-Агар	2,2	2,0	-0,1	0,47
Сары-Таш	2,0	2,3	0,1	0,72
Суусамыр	2,3	2,3	-0,1	0,78
Чаткал	2,0	2,0	0,0	0,89
Чон-Ашуу	1,3	1,2	-0,2	0,18

Пастбищная зона

В среднегорной и высокогорной зонах КР не отмечается увеличение теплового стресса, обусловленного увеличением числа случаев волн жары в теплое время года (таблица 3.8), за исключением станции Байтык (рост на 0,5 случаев каждые 10 лет).

Ежегодная информация об продолжительности и количестве случаев волн жары за теплый период года (май-сентябрь) приведена в Приложениях 7 и 8.

3.5 Число дней в году с дневной температурой выше 10, 25 и 30°C

Дневная температура выше 30 градусов является распространённым явлением в долинах, редким в предгорных зонах и практически не отмечается в высокогорной зоне. Сильная жара относится к неблагоприятным условиям погоды, оказывающая негативное влияние на многие социально-экономические и экологический сферы. Дневная температура выше 30°C оказывает тепловой стресс особенно на сектор сельского хозяйства, например, значительно повышает скорость испарения с почвы, растительности, водных поверхностей, а также оказывается особое негативное влияние на живые организмы.

Приведенные выше результаты по данным различных индексов указывают на увеличение теплового стресса в долинных зонах Кыргызстана. Дополнительным фактором увеличения теплового стресса является значительный рост числа дней с дневной температурой равной или более 30°C. В долинных зонах Чуйской, Таласской областей и Приферганья каждые 10 лет отмечается увеличение жарких дней на 1...5 дней (рисунок 3.7). Максимальный рост жарких дней отмечен на МС Бишкек, Кара-Балта, Жаны-Жер, Талас, Узген.

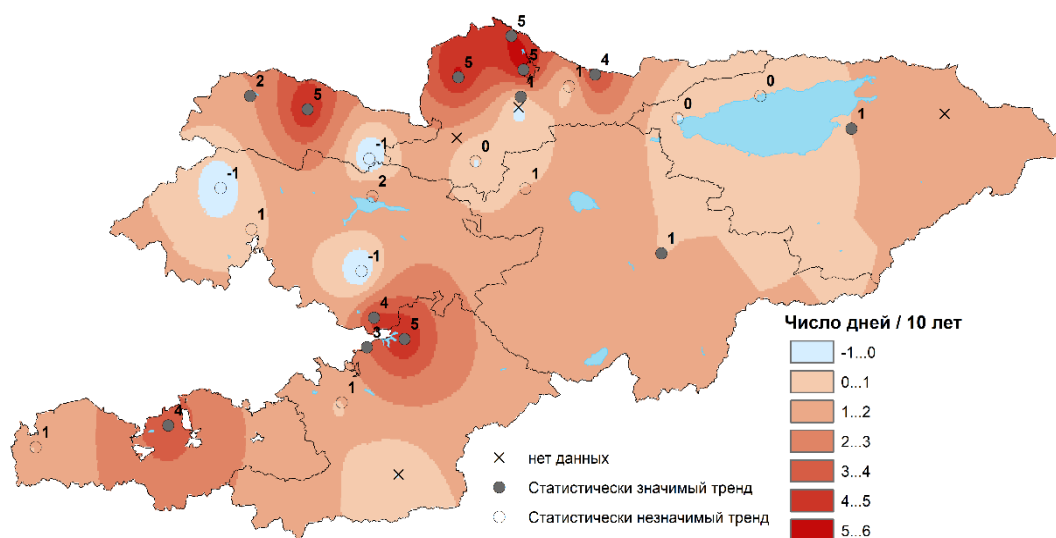


Рисунок 3.7 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда числа дней с дневной температурой $\geq 30^\circ\text{C}$ (дни/10 лет) за период 1976 - 2019 гг.

Пастбищная зона

На высокогорных метеостанциях Ала-Арча, Сары-Таш, Чон-Ашуу практически не отмечается дневных температур выше или равных 30°C. На предгорной станции Байтык отмечается статистически значимое увеличение дней с температурой 30°C на 1 день каждые 10 лет. На станциях Ит-Агар, Чаткал отмечена статистически незначимая тенденция сокращения жарких дней, на станции Суусамыр практически без изменений (таблица 3.9). В приложении 9 приведено ежегодное число дней с дневной температурой $\geq 30^\circ\text{C}$

Таблица 3.9 – Среднее число дней с дневной температурой $\geq 30^{\circ}\text{C}$ за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее число дней с дневной температурой $\geq 30^{\circ}\text{C}$ за 1976-1996 гг., число случаев	Среднее число дней с дневной температурой $\geq 30^{\circ}\text{C}$ за 1997-2019 гг., число случаев	Коэффициент линейного тренда, случаи/10 лет	p-value
Ала-Арча	0	0		
Байтык	1	4	1	0,00
Ит-Агар	6	4	-0,8	0,31
Сары-Таш	0	0		
Суусамыр	2	2	-0,2	0,89
Чаткал	12	9	-1,1	0,28
Чон-Ашуу	0	0		

Число дней в году с дневной температурой выше 25°C

Дневная температура $\geq 25^{\circ}\text{C}$ в долинной зоне характерна в большей степени для позднего весеннего и раннего осеннего периодов, а для предгорной и горной зон – только для летнего периода. Однако, как и в случае с дневными температурами выше $\geq 30^{\circ}\text{C}$, основное статистически значимое увеличение дневных температур $\geq 25^{\circ}\text{C}$ на 3...6 дней каждые 10 лет отмечается преимущественно в долинных зонах, а также на МС Нарын (рисунок 3.8).

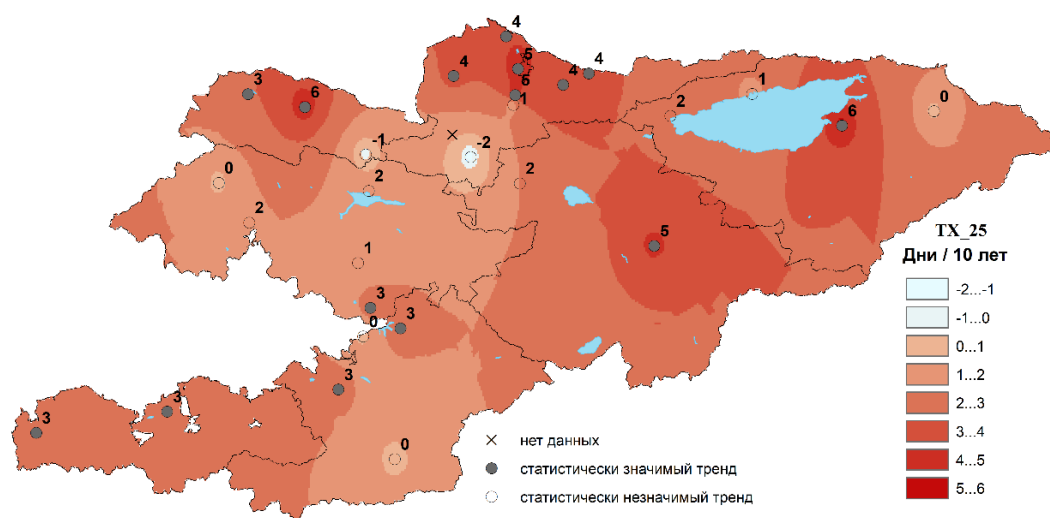


Рисунок 3.8 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда числа дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$ (дни/10 лет) за период 1976 - 2019 гг.

Пастбищная зона

Из рассмотренных станций наибольшее число случаев с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$ отмечается на МС Чаткал, которое остается неизменным во времени. В предгорной зоне Чуйской области (МС Байтык) отмечается рост дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$ на 5 дней каждые 10 лет, в Суусамырской котловине и урочище Чычкан – незначимое сокращение. В приложении 10 приведено ежегодное количество дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$

Таблица 3.10 – Среднее число дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$ за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее число дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$ за 1976-1996 гг., число случаев	Среднее число дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$ за 1997-2019 гг., число случаев	Коэффициент линейного тренда, случаи/10 лет	p-value
Ала-Арча	4	6	1	0,08
Байтык	27	38	5	0,00
Ит-Агар	44	41	-1	0,47
Сары-Таш	1	0	0	0,15
Суусамыр	28	25	-2	0,22
Чаткал	60	60	0	0,77
Чон-Ашуу	0	0		

Число дней в году с дневной температурой выше 10°C

На территории Кыргызстана трудно выделить высотную или территориальную зависимость тенденции роста дней с дневной температурой выше 10°C (рисунок 3.9). Статистически значимое увеличение по Кыргызстану составляет 2...5 дней каждые 10 лет, с максимальным значением на юго-востоке Приисыкуля (МС Кызыл-Суу).

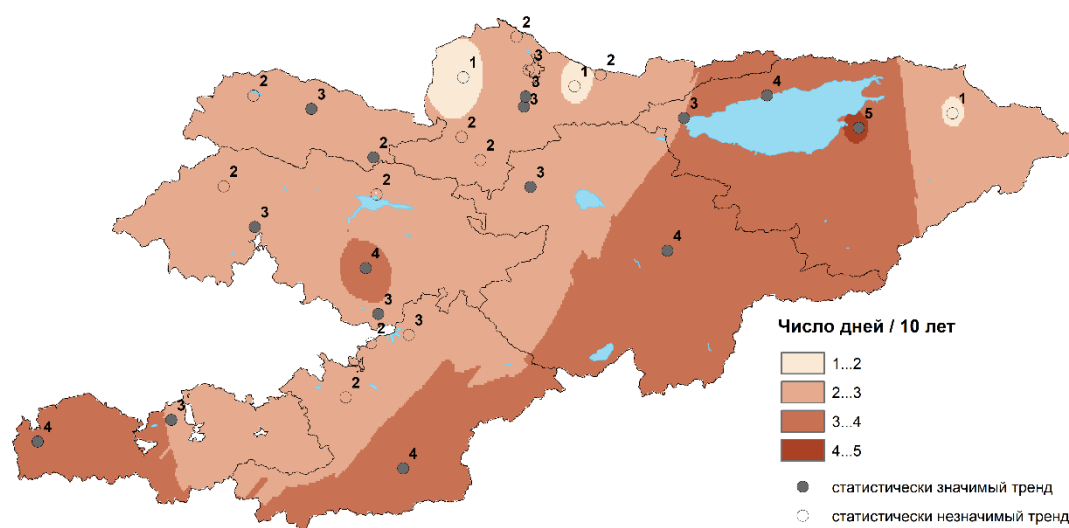


Рисунок 3.9 – Пространственное распределение коэффициента линейного тренда числа дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$ (дни/10 лет) за период 1976 - 2019 гг.

Пастбищная зона

На всех рассмотренных станциях пастбищной зоны отмечается увеличение дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$, с максимальным ростом на юге Кыргызстана (МС Сары-Таш), для станций Суусамыр, Чаткал и Чон-Ашуу рост статистически незначимый. В приложении 11 приведены ежегодные данные по годовому числу дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$.

Таблица 3.11 – Среднее число дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$ за 1976-1996 и 1997-2019 гг., коэффициент линейного тренда, р-значение

Метеостанция	Среднее число дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$ за 1976-1996 гг., число случаев	Среднее число дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$ за 1997-2019 гг., число случаев	Коэффициент линейного тренда, случаи/10 лет	p-value
Ала-Арча	173	184	3	0,01
Байтык	214	223	3	0,03
Ит-Агар	198	206	2	0,04
Сары-Таш	135	147	4	0
Суусамыр	175	185	2	0,1
Чаткал	194	200	2	0,14
Чон-Ашуу	136	140	1	0,35

4. Засуха

Засуха – природное явление, характеризующееся длительным отсутствием осадков, повышенными температурами воздуха и почвы. В комплексе это приводит к истощению влаги в почве, нарушению водного баланса растений и недобору урожая или к гибели всего посева.

Засуха является весьма сложным опасным явлением с точки зрения его определения и обнаружения, охватывающим множество секторов и временных масштабов. До настоящего времени в мире не существует единого определения засухи (Wilhite and Glantz, 1985). В общем можно сгруппировать засухи следующим образом: метеорологические, сельскохозяйственные, гидрологические засухи и засухи, имеющие социально-экономические последствия.

В 2009 г. Всемирная метеорологическая организация рекомендовала странам-участникам для мониторинга и отслеживания условий засушливости использование стандартизированного индекса осадков - СИО (Standardized Precipitation index, SPI), в качестве основного метеорологического индекса засушливости (WMO, 2009).

Поскольку засуху как комплексное явление, формирует не только режим осадков, но и температурный режим, индекс СИО был доработан путем учета испаряемости с помощью показателя эвапотранспирации с включением температурного компонента. Предложенный стандартизированный индекс осадков - эвапотранспирации СИО-Э (Standardized Precipitation Evapotranspiration index, SPEI) имеет одну и ту же шкалу интенсивности с СИО, по которой рассчитываются и положительные, и отрицательные значения, позволяя выявлять явления засушливости и увлажнения (таблица 4.1).

Таблица 4.1. - Характеристика индексов СИО и СИО-Э

Значение	Характеристика
≥ 2	Экстремально влажно
1.5 – 1.99	Очень влажно
1.0 – 1.49	Умеренно влажно
-0.99 – 0.99	Близко к норме
-1.0 – 1.49	Умеренно сухо
-1.5 – -1.99	Сильно сухо
≤ -2	Экстремально сухо

Для выявления агрометеорологической (сельскохозяйственной) засухи рекомендовано оценивать краткосрочные и среднесрочные условия увлажненности с использованием 3-х месячного СИО/СИО-Э, то есть использовать данные по осадкам и температуре за три месяца – текущий и два предыдущих (СИО3/СИО-Э3).

В связи с тем, что сельское хозяйство в Кыргызстане в значительной степени зависит от ирригации, в настоящей работе также уделено внимание анализу изменения гидрологической засухи на основе 12-ти месячного СИО и

СИО-Э. СИО12/СИО-Э12 определяет общие условия увлажненности на протяжении года и используется для выделения длительных сухих и влажных периодов, которые характерны для описания гидрологических засух (Lloyd-Hughes B., Saunders M.A., 2002).

В настоящей работе СИО и СИО-Э были рассчитаны с 1976 по 2019 год с использованием специализированного программного приложения ClimPact2 для 29 метеорологических станций, не имеющих значительных пробелов в исторических рядах. Также проанализированы тренды и тенденции изменения данных индексов с использованием показателя угла наклона линейного тренда, указывающего на скорость изменения индекса за каждые 10 лет. Для оценки статистической значимости изменений проведена оценка р-значения.

В приложении 26 приведены результаты расчетов коэффициентов линейных трендов для СИО и СИО-Э для 3-х и 12-ти месячных интервалов.

4.1 Оценка засухи в Кыргызстане

По данным 3-х месячного СИО, в целом на территории Кыргызстана, отмечается увеличение увлажненности с очагом максимального увлечения в районе урочища Ит-Агар. Очагом увеличения засушливости на основе индекса осадков является зона расположения метеостанции Узген (рисунок 4.1). Однако, при учете температурного фактора, а точнее эвапотранспирации, на большей части территории страны отмечается статистически значимое увеличение засушливости, за исключением районов расположения метеостанций Чаткал и Ит-Агар Жалал-Абадской области (рисунок 4.2). Анализ изменения с учетом эвапотранспирации (СИО-Э) также указывает на наибольшую тенденцию увеличения засушливости в районе МС Узген.

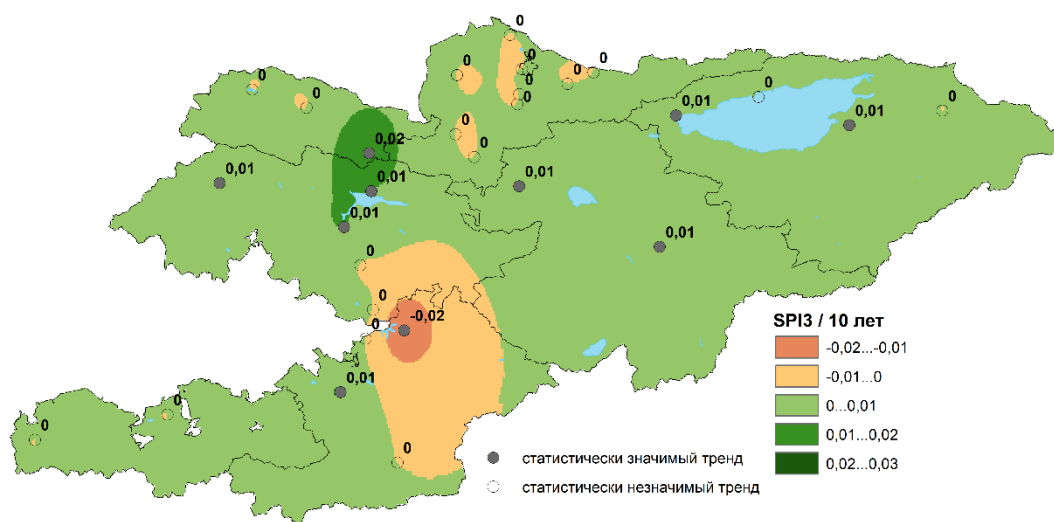


Рисунок 4.1. – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда характеризующих темпы изменения 3-х месячного стандартизованного индекса осадков СИО3 за период 1976-2019 гг.

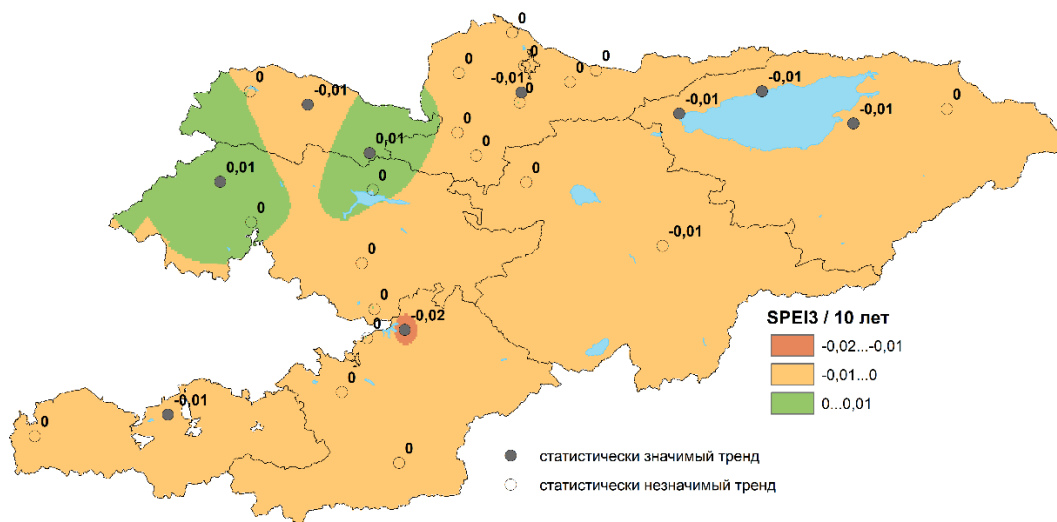


Рисунок 4.2. – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда характеризующих темпы изменения 3-х месячного стандартизованного индекса осадков и эвапотранспирации СИО-ЭЗ за период 1976-2019 гг.

Анализ накопленных осадков за предшествующие 11 месяцев на основе индекса СИО12 также указывает на увеличение увлажненности большей части территории Кыргызстана, то есть на отсутствие динамики увеличения гидрологической засухи (рисунок 4.3). Исключением являются восток Иссык-Кульской котловины, долинная зона Приферганья, Суусамырская котловина, и предгорная и высокогорная зона Чуйской области (Аламудунский район). Наибольшая тенденция увеличения увлажненности отмечается в урочище Чычкан.

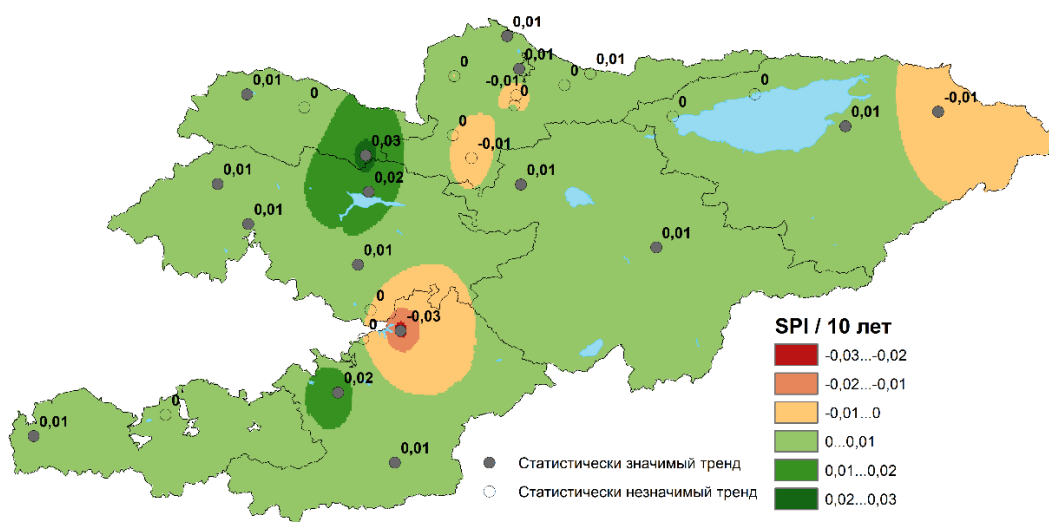


Рисунок 4.3. – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда характеризующих темпы изменения 12-ти месячного стандартизованного индекса осадков СИО12 за период 1976-2019 гг.

При учете температурного фактора, влияющего на скорость испарения, на основе СИО-Э12, картина изменения режима увлажнения на территории Кыргызстана становится противоположной - на большей территории страны отмечается статистически значимое увеличение засухи (рисунок 4.4). То есть, на фоне повышающейся из года в год температуры воздуха, несмотря на увеличение осадков, отмечается увеличение темпов эваотранспирации.

Наибольшие темпы увеличения гидрологической засухи (статистически значимые) отмечаются в Узгенском, Баткенском районах, а также в целом на северо-востоке Кыргызстана. Увеличение режима увлажнённости с точки зрения гидрологического режима отмечается в Жалал-Абадской области (МС Ит-Агар, Чаткал, Пача-Ата).

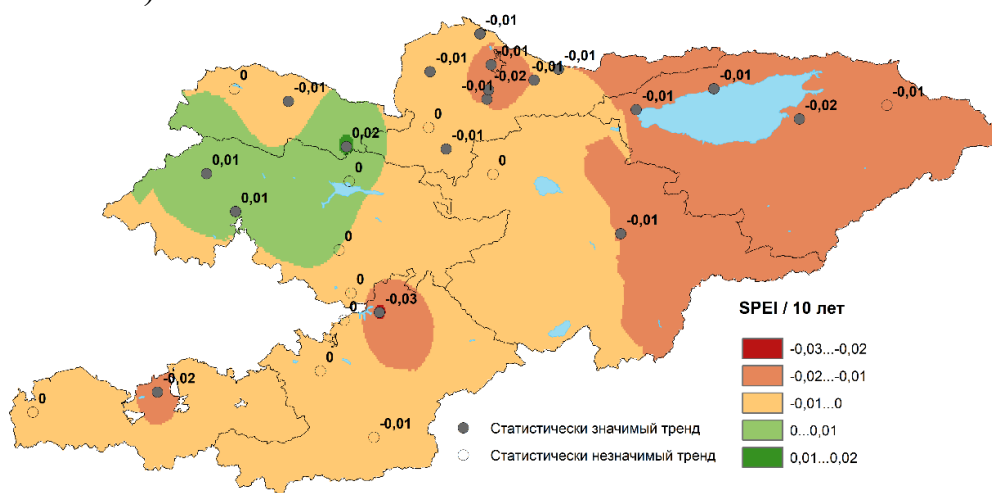


Рисунок 4.4. – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда характеризующих темпы изменения 12-ти месячного стандартизованного индекса осадков и эвапотранспирации СИО-ЭЗ за период 1976-2019 гг.

Вышеуказанный анализ дает общее представление об изменении режима осадков и эвапотранспирации. Для более детального анализа изменения явлений засухливости или переувлажнения с использованием 3-месячных индексов СИО и СИО-Э, приведены карты распределения коэффициентов корреляции за май, как за месяц с максимальным количеством осадков для большей части территории Кыргызстана (рисунок 4.5 – 4.6).

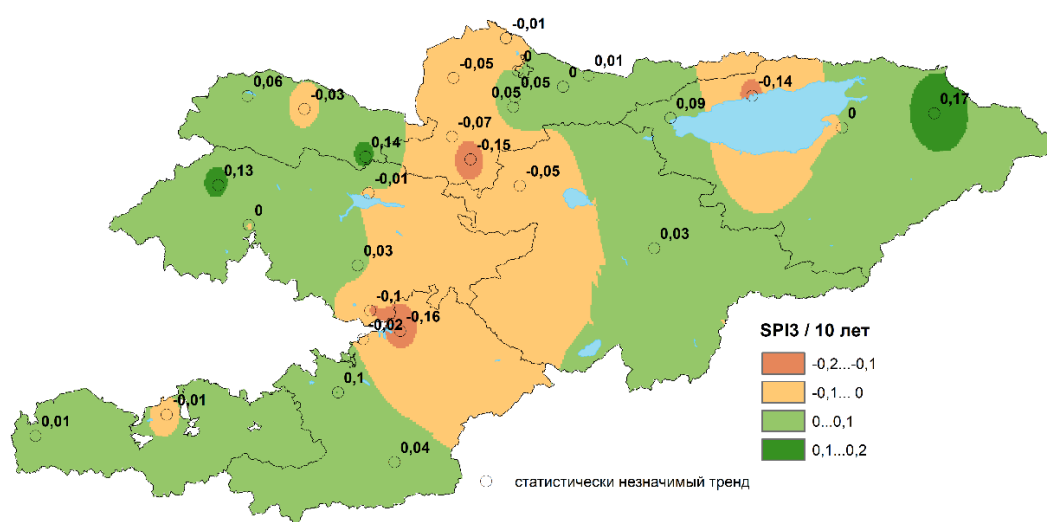


Рисунок 4.5 – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда характеризующих темпы изменения 3-х месячного стандартизованного индекса осадков СИО3 за период 1976-2019 гг. в мае.

Как видно из рисунка 4.5, в мае на территории Кыргызстана трудно выделить единую статистически значимую тенденцию изменения режима

засушливости или увлажнения. Однако при учете температурного фактора, ситуация с оценкой изменения засушливости меняется кардинально – на всей территории страны отмечается тенденция увеличения СИО-Э, то есть увеличение засушливости, с наибольшими статистически значимыми темпами в районе расположения метеостанций Суусамыр и Байтык Чуйской области.

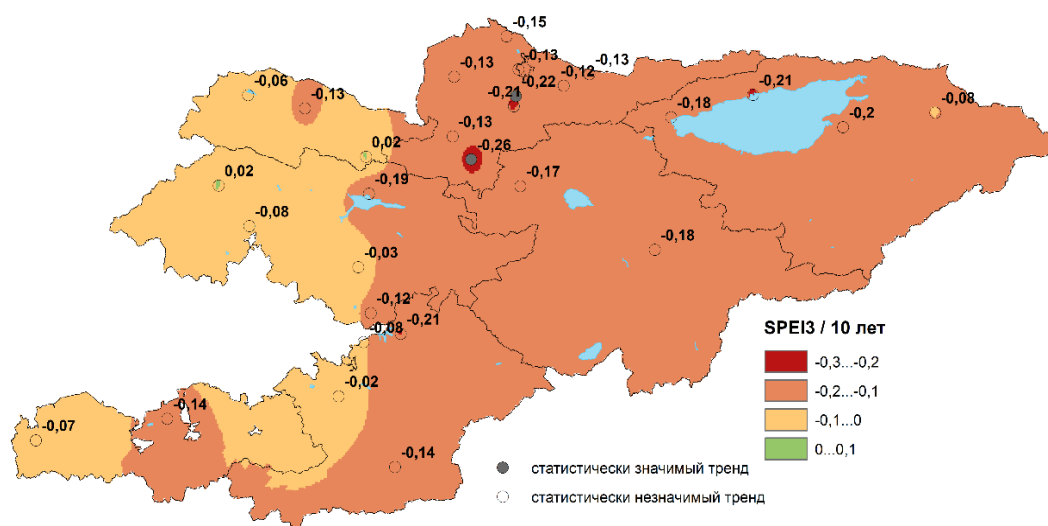


Рисунок 4.6 – пространственное распределение коэффициентов линейного тренда характеризующих темпы изменения 3-х месячного стандартизованного индекса осадков и эвапотранспирации СИО-ЭЗ за период 1976-2019 гг. в мае.

4.2 Оценка засухи в пастбищной зоне

Для более подробного анализа засух в пастбищной зоне Кыргызстана, был выбран 3-месячный индекс СИО и СИО-Э. В приложениях 12-25 приведены результаты расчетов индексов для 7-ми станций, характеризующих зоны пастбищ. На рисунках 4.7 – 4.8 приведены гистограммы с накоплением индексов СИОЗ и СИО-ЭЗ за вегетационный период (с апреля по сентябрь) для метеостанций Ала-Арча, Байтык, Ит-Агар, Сары-Таш, Суусамыр, Чаткал, Чон-Ашуу.

Динамика индексов СИОЗ и СИО-ЭЗ имеет достаточно сложное и неравномерное временное изменение.

Анализ графиков показывает, что в среднем, количество засух, которые выявляются с помощью индекса СИО-Э больше, чем при определении их индексом СИО. Стоит отметить, что до 2000 года оценивать количество лет с засухой и переувлажнением стоит с осторожностью, так как в рядах данных отмечаются пробелы, что приводит к невозможности сравнивать полученные результаты.

Так, по данным метеостанций Чуйской области начиная с 2000 года отмечались засухи различной интенсивности и продолжительности (в том числе с засухой в течении 1 месяца). По данным МС Ала-Арча засухи в вегетационный период наблюдались в 8 годах по индексу СИОЗ (рисунок 4.7) и в 9 годах по индексу СИО-ЭЗ (рисунок 4.8).

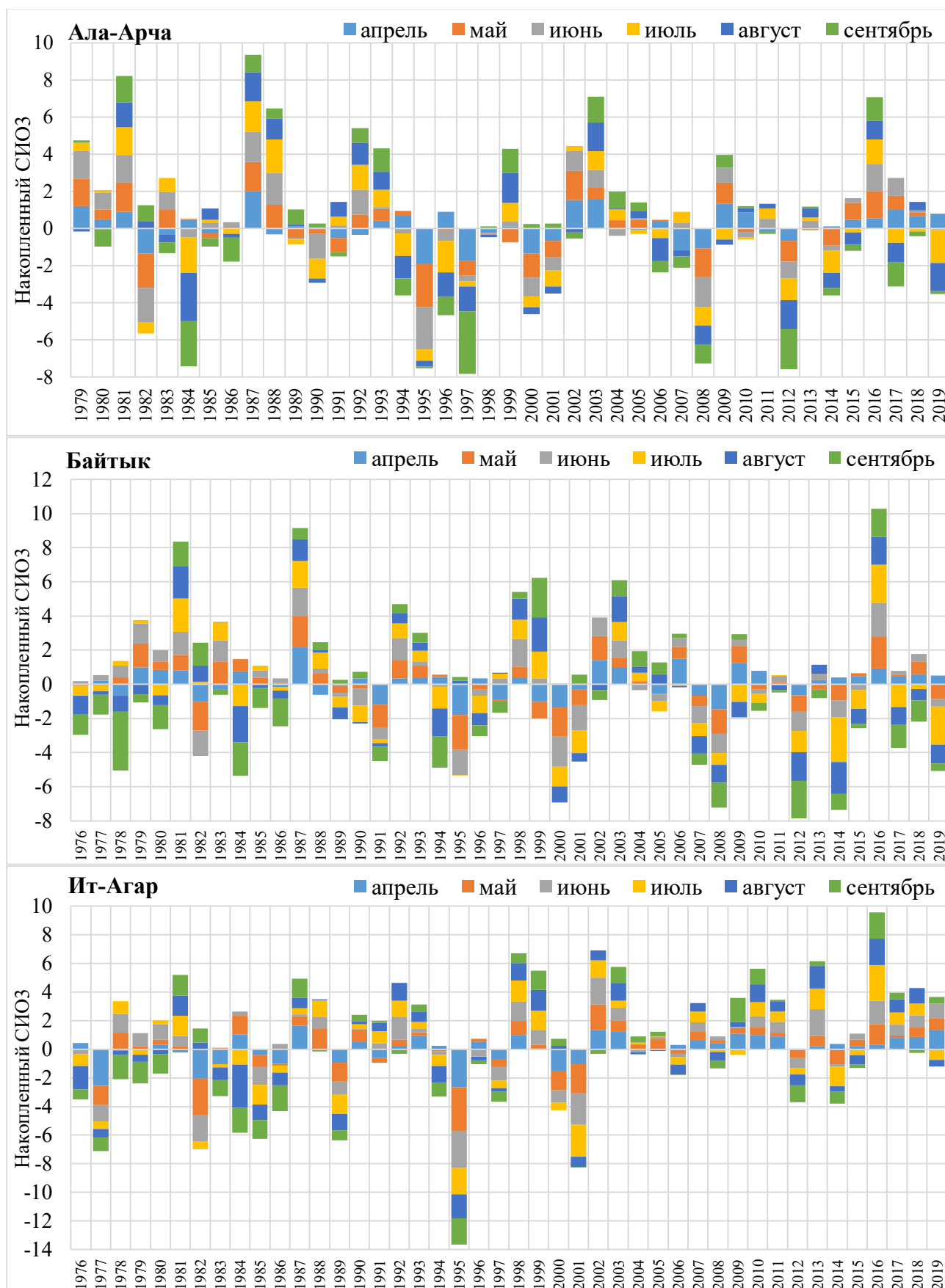


Рисунок 4.7. – временное распределение накопленного за вегетационный период СИО3

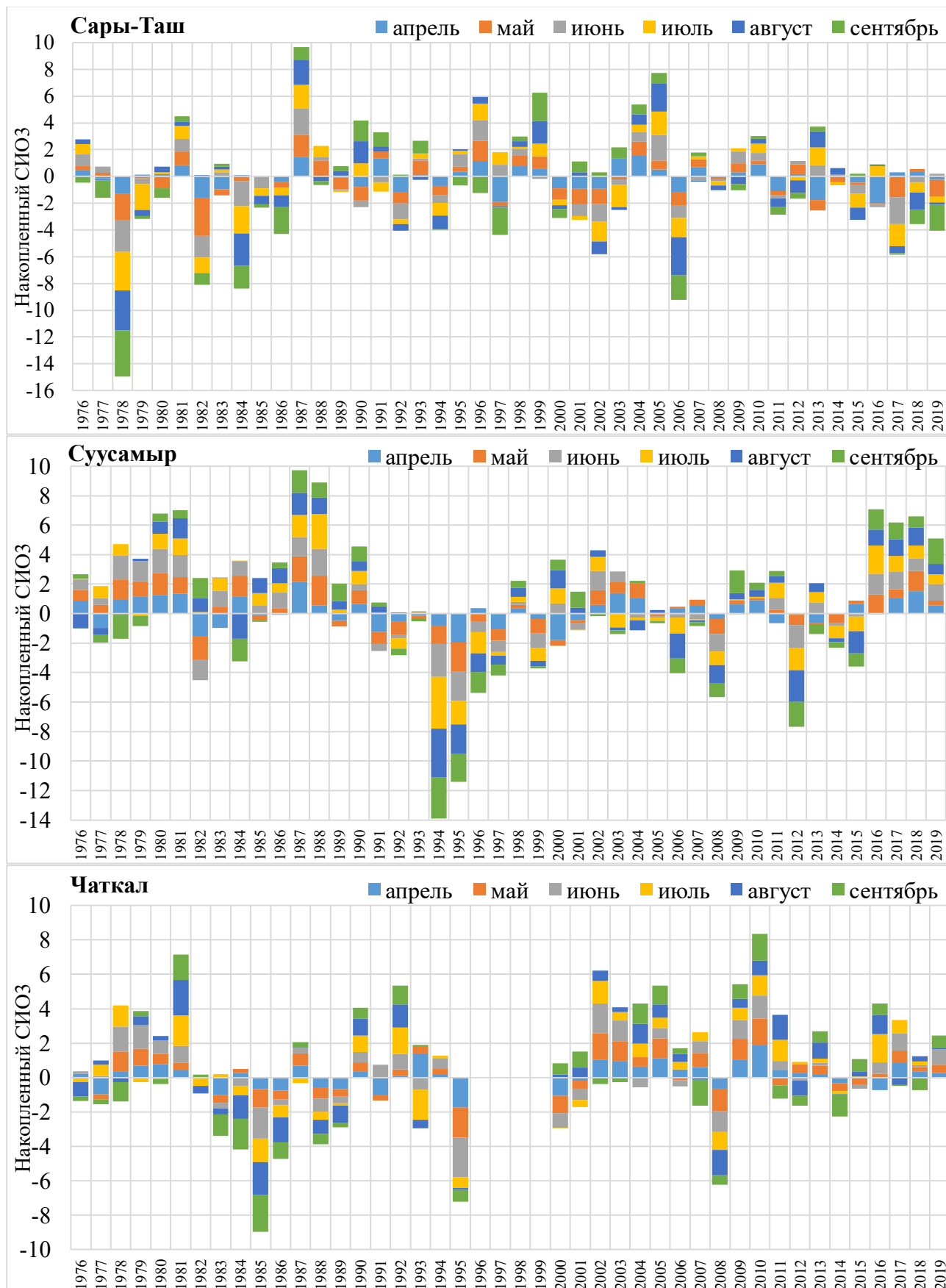


Рисунок 4.7. – временное распределение накопленного за вегетационный период СИО3 (продолжение)

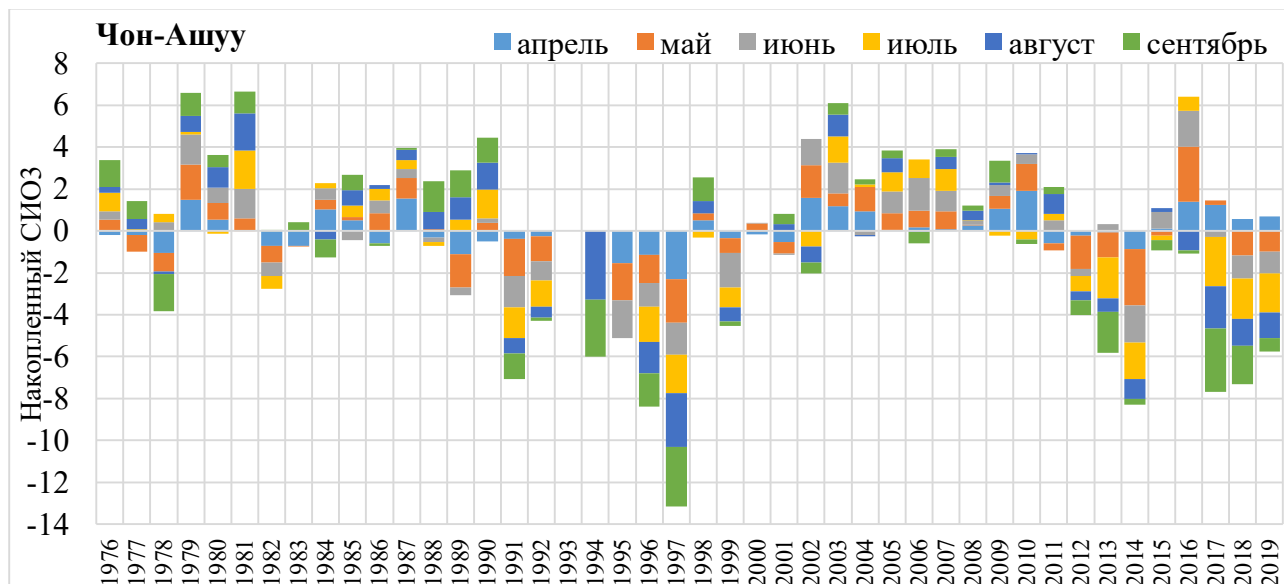


Рисунок 4.7. – временное распределение накопленного за вегетационный период СИОЗ (продолжение)

Наиболее продолжительными были засухи в 2008 и 2012 гг., наиболее засушливыми месяцами были сентябрь 2012 года (СИОЗ = -2.16) и июль 2019 (СИО-ЭЗ = -1.95). По данным МС Байтык отмечались 8 засушливых вегетационных периодов по СИОЗ, и 10 периодов по СИО-ЭЗ. Наиболее продолжительными засушливыми вегетационными периодами были в 2008, 2012, 2014 и 2019 гг. Экстремально засушливыми месяцами оказались июль 2014 г. (СИОЗ = -2.61, СИО-ЭЗ = -2.45), и июль 2019 г. (СИОЗ = -2.25, СИО-ЭЗ = -2.58).

По данным МС Суусамыр с 2000 года отмечалось 4 года с засушливым вегетационным периодом по СИОЗ, и 10 лет по СИО-ЭЗ. Наиболее продолжительная засуха была в 2012 году (СИОЗ), с учетом температуры (СИО-Э) в 2008 году. Экстремально сухим месяцем был июль 2015 (СИО-ЭЗ = -2.11) и август 2012 года (СИОЗ = -2.13).

В Жалал-Абадской области по данным метеостанции Ит-Агар с 2000 года отмечалось 4 засушливых ВП на основе 2-х индексов. Наиболее продолжительная засуха была в 2001 году, тогда же отмечена самая интенсивная месячная засуха в июне и июле (на основе СИОЗ = -2.23). По данным МС Чаткал засуха также является достаточно редким явлением. За последние 20 лет засуха в вегетационный период отмечалась трижды по индексу СИОЗ и 4 раза по данным СИО-ЭЗ, с наиболее продолжительной засухой в 2008 году.

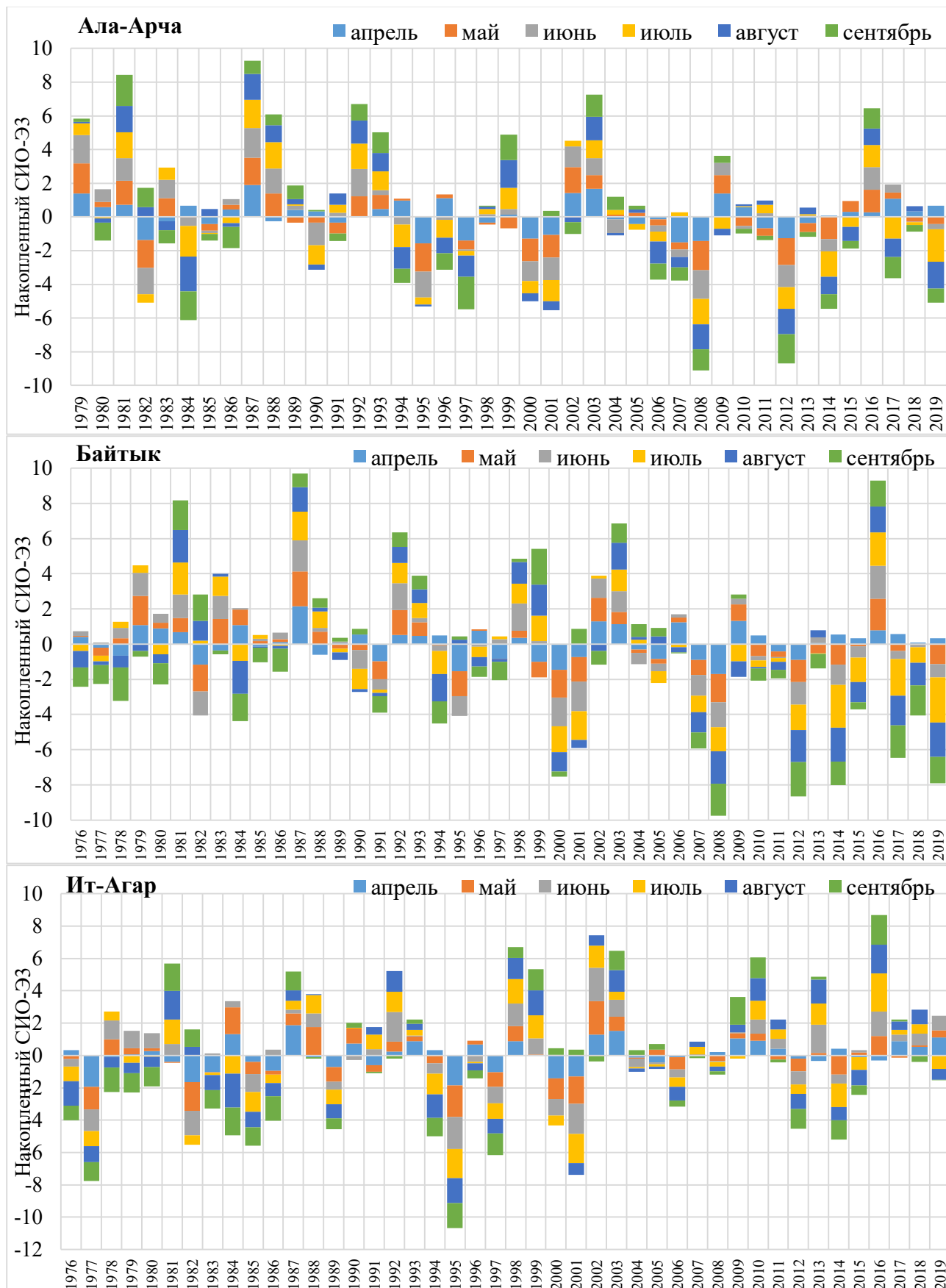


Рисунок 4.8. – временное распределение накопленного за вегетационный период СИО-ЭЗ

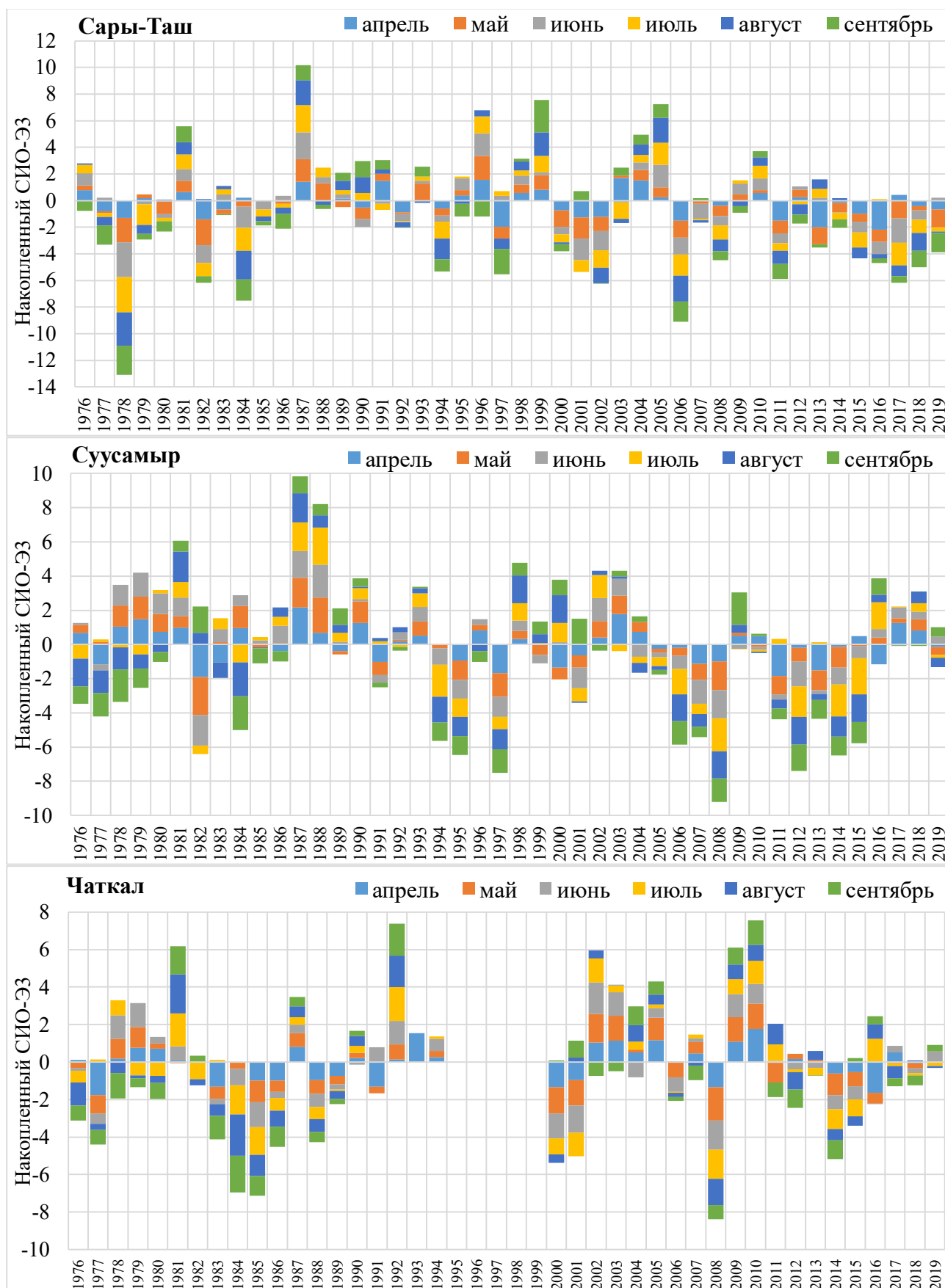


Рисунок 4.8. – временное распределение накопленного за вегетационный период СИО-ЭЗ
(продолжение)

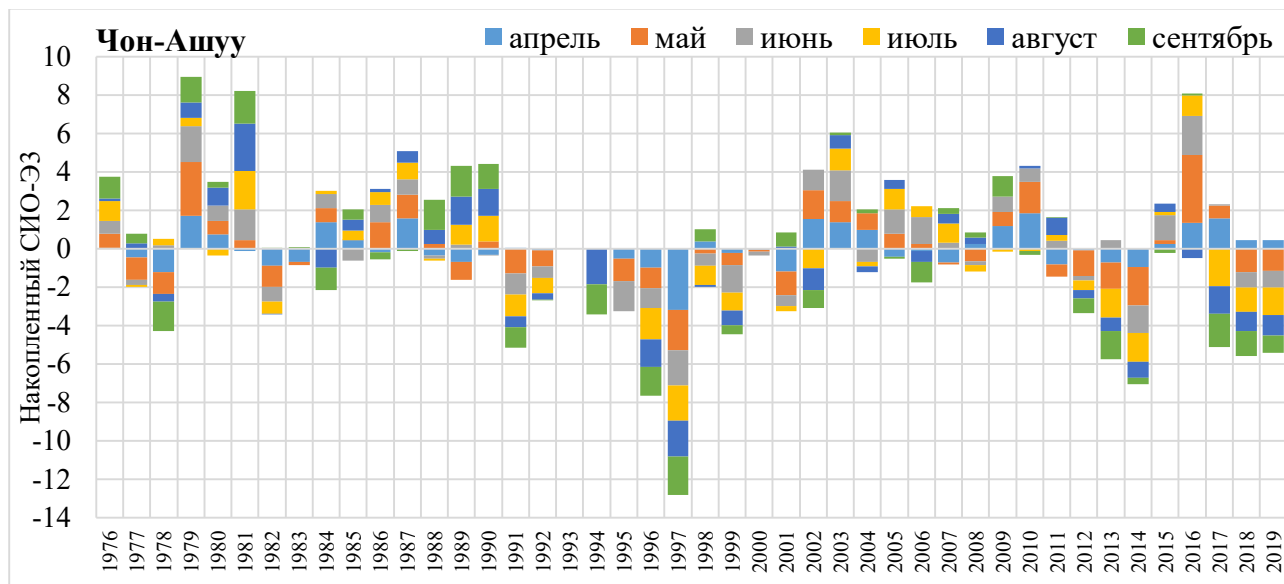


Рисунок 4.8. – временное распределение накопленного за вегетационный период СИО-ЭЗ (продолжение)

В пастбищной зоне Ошской области (МС Сары-Таш) засуха в вегетационный период является распространенным явлением – из 20 лет на протяжении 11-ти лет (на основе СИОЗ) и 13-ти лет (на основе СИО-ЭЗ) отмечалась засуха либо в отдельный месяц, либо в течении нескольких месяцев. Наиболее продолжительная засуха была в 2006 году, тогда же отмечался месяц с экстремальной засухой (СИОЗ = -2.84). Наиболее продолжительная засуха была в 2006 году, тогда же отмечался месяц с экстремальной засухой (СИОЗ = -2.84).

В пастбищной зоне Иссык-Кульской области (МС Чон-Ашуу) за последние 20 лет с засушливым вегетационным периодом оказались 6 лет по СИОЗ и 9 лет по СИО-ЭЗ. Наиболее продолжительные и интенсивные периоды засухи были в 2014, 2017 и 2018 гг. Экстремально засушливыми месяцами были: сентябрь 2017 года (СИОЗ = -3.0), май 2014 года (СИОЗ = -2.69, СИО-ЭЗ = -2.0), июль 2013 (СИО-ЭЗ = -2.35)

Таким образом, из рассмотренных зон, наиболее подверженным районом к появлению засух средней интенсивности в теплый период года является район расположения метеостанции Сары-Таш Ошской области, а также метеостанции Байтык Чуйской области. Пастбищные зоны Жалал-Абадской области являются наименее подверженными засушливым явлениям.

5. Сценарии изменения климата в Кыргызстане

Методика

Для анализа изменения климата в будущем на территории Кыргызстана использовались расчеты моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) международного проекта CMIP6 (Проект взаимного сравнения объединённых моделей. Фаза 6). Горизонтальный шаг сетки МОЦАО у всех моделей разный, в диапазоне от $\sim 0,7^\circ$ до $\sim 2,8^\circ$ (Приложение XX). Используются ежемесячные данные средней приземной температуры воздуха (2 м), а также осадков по общим 25 глобальным климатическим моделям (Приложение 27). Данные моделей доступны на портале платформы Earth System Grid Federation (<https://esgf.llnl.gov/>).

Единого подхода по выбору глобальных климатических моделей на сегодняшний день не существует. В литературе рекомендовано не использовать какую-то одну модель, а использовать мульти-модельный подход – использование прогнозов нескольких моделей (ансамбля), так как ансамбль моделей усредняет данные и сокращает постоянную ошибку модели (Flato et al., 2013; Gleckler et al., 2008; Knutti et al., 2010).

Поскольку расчетные сетки у всех моделей разные, их данные были билинейно интерполированы на одинаковую сетку ($0,7^\circ$). Для дальнейшего анализа исследуемых параметров на территории Кыргызстана, 25 глобальных климатических моделей были объединены в ансамбль. Так, были рассмотрены аномалии температуры и осадков относительно исторического периода 1981-2010 и двух периодов на будущее: 2021-2050 и 2051-2080 для трех сценариев SSP126, SSP245, SSP585.

Сценарии SSPs (Shared Socioeconomic Pathways – Общие социально-экономические пути) учитывают такие социально-экономические факторы как население, экономический рост, образование, урбанизация и темпы технического развития. Сценарий SSP126 (обновление RCP2.6 на основе SSP1) сопрягается с устойчивостью и оптимистичностью, предназначенный для ограничения потепления до уровня ниже 2°C к 2100 году выше доиндустриального уровня, SSP245 (обновление RCP4.5 на основе SSP2) связан со стабилизацией населения к концу столетия, и снижением интенсивного использования ресурсов и энергии, а SSP585 (обновление RCP8.5 на основе SSP5) характеризуется быстрым технологическим прогрессом, эксплуатацией ресурсов ископаемого топлива, в то же время значительными инвестициями в здравоохранение, образование, и решением экологических проблем (Riahi et al., 2017).

Сценарии изменения температуры воздуха

Согласно расчетам по ансамблю моделей CMIP6 на территории Кыргызстана в 21 веке следует ожидать дальнейшего значительного потепления климата при всех трех рассматриваемых сценариях.

В ближайший климатический период 2021-2050 гг. (таблица 5.1) ожидается повышение годовой температуры воздуха на $1,5...1,9^\circ\text{C}$ (по оптимистичному и пессимистичному сценариям) по сравнению с базовым

климатом 1981-2010 гг. Наибольший рост температуры ожидается в летний период - на 1,7...2,2°C. В остальные сезоны года ожидается рост температуры сопоставимый с прогнозом годового увеличения температуры. Для большего понимания и сравнения прогнозируемых температурных аномалий с наблюдаемыми экстремальными температурными аномалиями, можно отметить, что в среднем, температура за период 2011-2019 гг. была выше базовой (за период 1981-2010 гг.) на 0,4°C, а в 2016 году на 1,2°C выше нормы. За последние 9 лет в среднем температура летнего периода была выше на 0,6°C, в 2015 году на 1,2°C. В отдельные годы в Кыргызстане отмечаются летние месяцы со значительной температурной аномалией, например, в 2019 году температура июля была выше нормы на 2,5°C, а в 2015 году на 2,8°C.

Таблица 5.1. - Изменение средней температуры воздуха (°C) для Кыргызстана на будущий период 2021-2050 и 2051-2080 гг. относительно исторического периода 1981-2010 гг. по трем сценариям по данным из ансамбля 25 моделей CMIP6.

Период	2021-2050			2051-2080		
Сценарий	SSP126	SSP245	SSP585	SSP126	SSP245	SSP585
Год	1.5	1.7	1.9	1.9	2.7	4.0
Зима	1.5	1.6	1.8	1.9	2.6	3.9
Весна	1.4	1.5	1.7	1.7	2.5	3.6
Лето	1.7	1.9	2.2	2.2	3.0	4.4
Осень	1.5	1.6	1.9	1.8	2.7	4.0

В середине текущего столетия ожидается ускорение темпов роста температуры (рисунок 5.1 и 5.2), особенно по сценарию SSP585. Так, ожидается рост годовой температуры на 1,9...4,0°C. Наибольший сезонный рост также ожидается в летний период – на 2,2...4,0°C. Наименьшие темпы роста температуры ожидается в весенний период и составят 1,7...3,6°C.

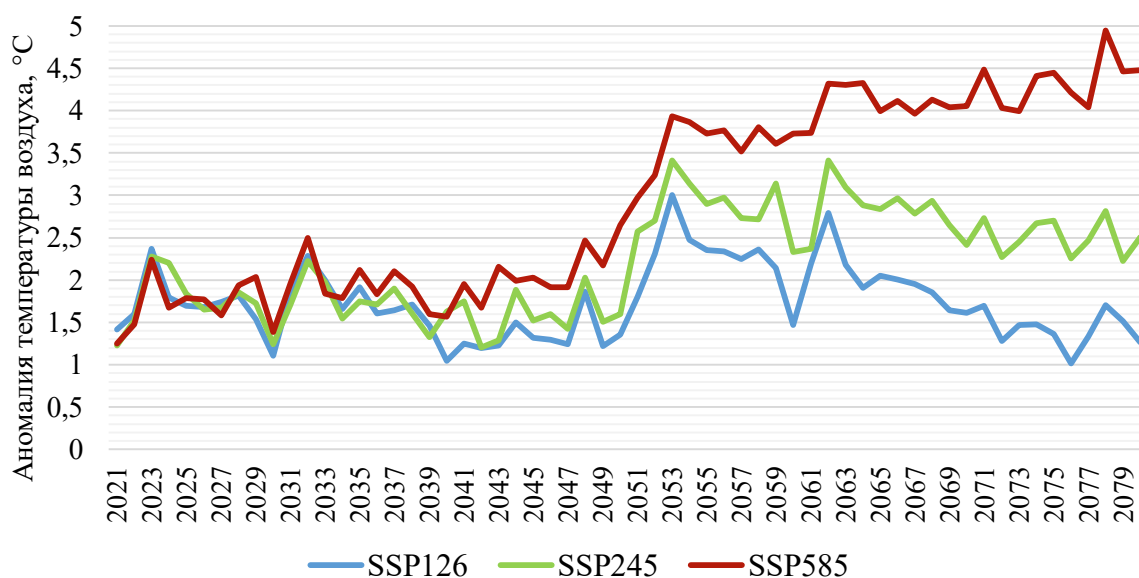


Рисунок 5.1. - Аномалия среднегодовой средней температуры (°C) для Кыргызстана по данным средней температуры CMIP6.

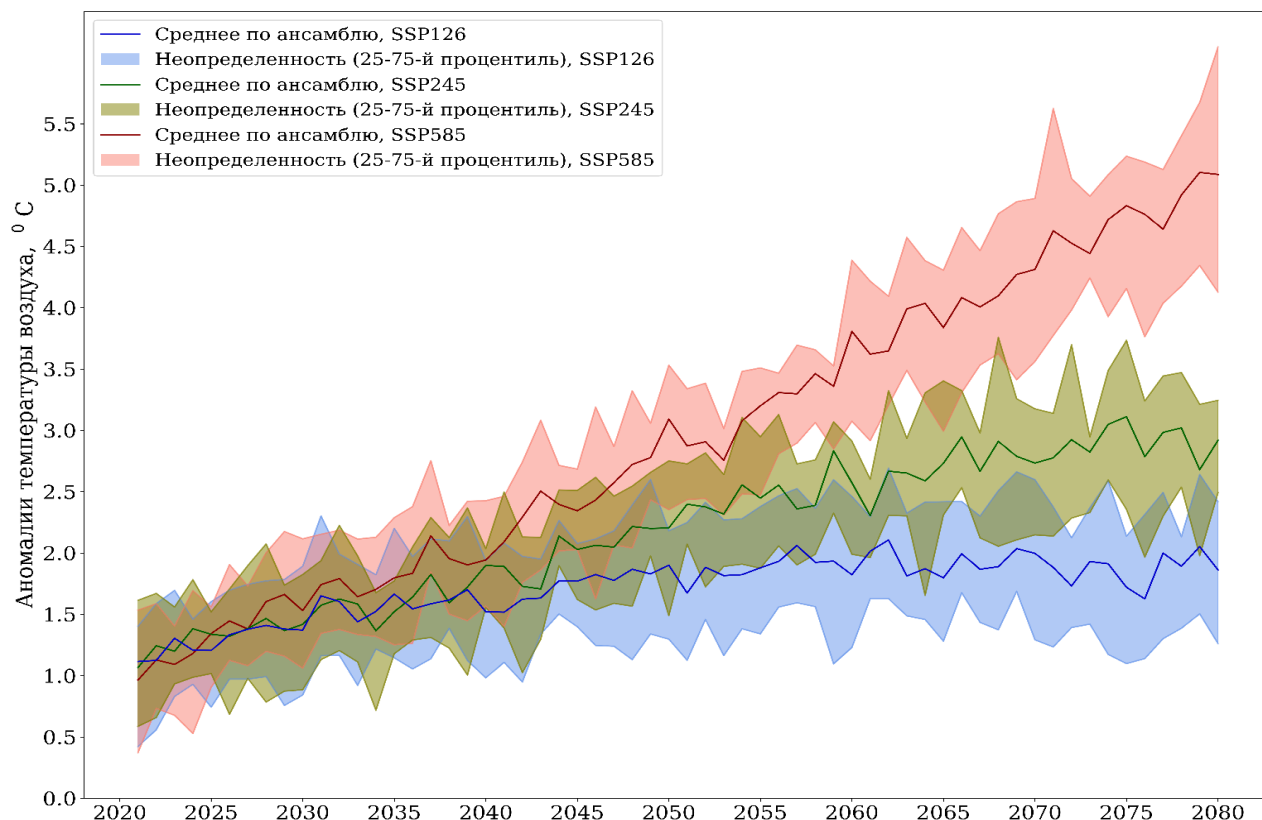


Рисунок 5.2 - Аномалии среднегодовой средней температуры воздуха (°C) для Кыргызстана по данным средней температуры CMIP6 включая неопределенность моделей 25-75й процентиль (25 моделей).

Сценарии изменения атмосферных осадков

Режим прогнозируемых атмосферных осадков на ближайшее и далекое будущее, также как наблюдаемый режим, будет характеризоваться значительной межгодовой изменчивостью (рисунок 5.3), но с преобладанием положительных аномалий и, следовательно, с тенденцией к увеличению осадков со временем.

В ближайшее 30-тилетие ожидается незначительная тенденция увеличения годовой суммы осадков для всех рассматриваемых сценариев - на 5...5,7% относительно базового периода 1981-2010 гг. Наибольшие темпы увеличения осадков прогнозируются в зимний период – на 9,4...12,9%. Наименьший рост осадков ожидается в летний период и составит 1,9...3,4%.

Таблица 5.2. Изменение суммы осадков (%) для Кыргызстана на будущий период 2021-2050 и 2051-2080 гг. относительно исторического периода 1981-2010 гг. по трем сценариям по данным из ансамбля 25 моделей CMIP6.

Период	2021-2050			2051-2080		
Сценарий	SSP126	SSP245	SSP585	SSP126	SSP245	SSP585
Год	5.0	5.1	5.7	5.8	7.5	9.5
Зима	9.4	11.0	12.9	11.3	16.9	22.5
Весна	5.0	3.6	4.1	6.6	7.3	9.1
Лето	1.9	2.3	3.4	1.9	0.4	-1.0
Осень	3.3	5.4	4.2	2.1	5.4	7.4

Для следующего климатического периода 2051-2080 гг. ожидается сохранение тенденции увеличения осадков: годовых на 5,8...9,5%, с максимальным ожидаемым ростом в зимний период на 11,3...22,5%. В летний период ожидается замедление темпов роста осадков по сравнению с периодом 2021-2050 гг. и изменение составит 1,9...-1,0% (небольшое сокращение ожидается на основе пессимистичного сценария SSP585).

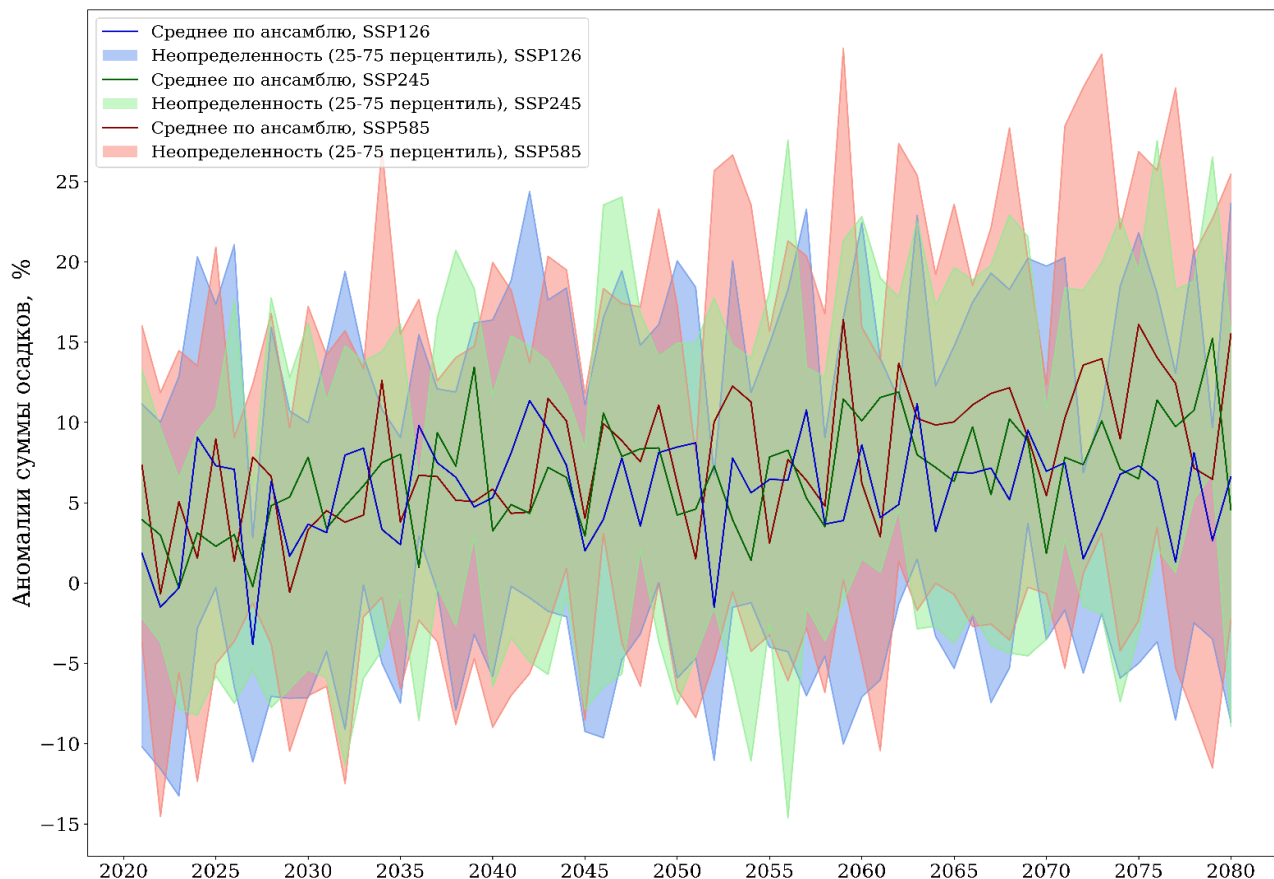


Рисунок 5.3 - Аномалии годовой суммы осадков (%) для Кыргызстана по данным средней температуры CMIP6 (25 моделей).

5.1 Локализованные сценарии изменения климата по пастбищным зонам

Методика

Для анализа изменения температуры воздуха и осадков в зоне пастбищ, где расположены 8 метеорологических станций (Ала-Арча, Байтык, Ит-Агар, Сары-Таш, Суусамыр, Тянь-Шань, Чаткал, Чон-Ашу) были использованы ансамбли (50-й процентиль) оптимальных 10 ± 1 выбранных глобальных климатических моделей CMIP6. Для извлечения данных климатических моделей на определенной долготе и широте была использована программа CDO (Climate Data Operators), которая предназначена для работы с климатическими данными в формате netCDF.

Для выбора оптимальных 10 ± 1 климатических моделей для определенной метеорологической станции были рассмотрены следующие статистики: корреляция годового хода и межгодовой изменчивости, средняя разница по

модулю между моделью и данными наблюдений годового хода и межгодовой изменчивости осадков и температуры (Gleckler et al., 2008; Ruan et al., 2019). По каждой статистике модели ранжировались, и выбирались лучшие 10 ± 1 климатических моделей по показателям. Далее считалось количество попаданий в список лучших моделей по четырем статистикам – максимум 4. Затем результаты по осадкам и температуре суммировались, и производилось финальное ранжирование климатических моделей и выбор оптимального (10 ± 1) количества моделей. Следует отметить, что модели исключались из ансамбля, если наблюдалась очень большая ошибка между данными моделей и данными наблюдений. Результаты выбора моделей по всем 8 метеостанциям представлены в сводной таблице в Приложении 28.

Изменения температуры и осадков на будущий период 2021-2050 и 2051-2080 относительно исторического периода 1981-2010 по 8 метеорологическим станциям рассчитывались по выбранным оптимальным моделям. Результаты 50-го перцентиля по изменениям температуры и осадков, выбранных 10 ± 1 моделей для каждой станции, представлены в таблице 5.3.

Изменение температуры

Наибольший рост годовой температуры на $1,6 \dots 1,9^\circ\text{C}$ (при рассмотрении трех сценариев), относительно среднего значения за период 1980-2010 гг., ожидается в пастбищных зонах Аламудунского района Чуйской области (МС Ала-Арча, Байтык) и Токтогульского района Жалал-Абадской области (МС Ит-Агар). В Чаткальском районе ожидается рост температуры на $1,4 \dots 1,8^\circ\text{C}$, в Жети-Огузском районе Иссык-Кульской области на $1,5 \dots 1,7^\circ\text{C}$, в Чон-Алайском районе Ошской области на $1,3 \dots 1,7^\circ\text{C}$, в Жайыльском районе Чуйской области на $1,4 \dots 1,6^\circ\text{C}$, и наименьший рост ожидается в Ак-Суйском районе Иссык-Кульской области на $1,3 \dots 1,6^\circ\text{C}$.

Максимальное увеличение температуры ожидается в летнее время, с наибольшими темпами роста преимущественно по северным и северо-восточным пастбищным зонам Кыргызстана – на $1,6 \dots 2,4^\circ\text{C}$ (МС Тянь-Шань – на $1,4 \dots 2,1^\circ\text{C}$). По остальным сезонам рост температуры ожидается на уровне годовых изменений.

Максимальный ожидаемый рост среднегодовых температур в следующий климатический период 2051-2080 гг. составит $1,8 \dots 4,0^\circ\text{C}$ – в районе расположения МС Тянь-Шань, минимальный $1,6 \dots 3,5^\circ\text{C}$ – в районе расположения МС Чон-Ашуу. Наибольшие темпы роста сезонных температур сохранятся преимущественно в летнее время, с максимальными значениями $2,0 \dots 4,3^\circ\text{C}$ в предгорьях Чуйской области.

Таблица 5.3 - Изменение средней температуры воздуха (°C) и суммы осадков (%) для исследуемых МС на будущий период 2021-2050 и 2051-2080 относительно исторического периода 1981-2010 по трем сценариям по данным ансамбля 10±1 выбранных моделей CMIP6 (50-го процентиля).

Температура, °C							Осадки, %					
Период	2021-2050			2051-2080			2021-2050			2051-2080		
Сценарий	SSP 126	SSP 245	SSP 585	SSP 126	SSP 245	SSP 585	SSP 126	SSP 245	SSP 585	SSP 126	SSP 245	SSP 585
Ала-Арча (2132 м)												
Год	1,6	1,6	1,9	1,8	2,4	3,8	2,5	3,3	5,4	3,6	3,7	10,1
Зима	1,5	1,6	1,7	2,0	2,4	3,7	7,4	13,2	11,9	9,9	15,4	28,4
Весна	1,5	1,5	1,8	1,6	2,2	3,5	6,3	2,8	4,6	8,1	5,9	14,1
Лето	1,7	2,0	2,4	2,0	2,9	4,3	-6,4	-6,8	-10,2	-9,1	-13,5	-11,2
Осень	1,3	1,5	1,9	1,6	2,6	3,8	2,5	6,1	5,1	1,0	10,3	4,8
Байтык (1581 м)												
Год	1,5	1,6	1,9	1,8	2,6	3,7	2,5	3,3	3,6	3,6	5,1	10,1
Зима	1,5	1,6	1,7	2,0	2,4	3,6	7,4	13,2	4,9	9,9	14,3	22,0
Весна	1,6	1,4	1,5	1,6	2,1	3,2	4,7	3,8	4,6	6,8	6,9	14,1
Лето	1,7	2,0	2,4	2,3	3,1	4,5	-4,4	-6,2	-10,2	-8,3	-8,8	-11,1
Осень	1,3	1,5	1,8	1,6	2,3	3,6	2,5	4,3	3,8	1,0	7,0	3,4
Ит-Агар (1969 м)												
Год	1,6	1,7	1,9	2,2	2,7	3,9	0,7	2,3	3,8	3,9	3,6	9,6
Зима	1,4	1,5	1,7	1,9	2,4	3,2	6,9	12,6	10,9	12,4	16,5	22,6
Весна	1,5	1,4	1,8	1,5	2,5	3,6	2,7	0,8	2,6	6,4	4,0	2,1
Лето	1,6	2,0	2,4	2,3	2,9	4,3	-8,4	-4,9	-1,9	-13,4	-21,7	-16,2
Осень	1,3	1,5	1,9	1,6	2,6	3,7	2,6	6,8	5,0	4,6	11,8	12,0
Сары-Таш (3159 м)												
Год	1,3	1,4	1,7	1,6	2,5	3,7	4,8	3,4	5,6	4,9	3,7	3,7
Зима	1,3	1,7	1,9	1,6	2,5	3,6	9,1	12,9	15,9	10,1	18,1	24,6
Весна	1,3	1,4	1,8	1,6	2,0	3,7	6,0	1,6	6,2	9,9	9,7	10,2
Лето	1,4	1,4	1,8	1,9	2,6	3,9	-2,4	-0,7	2,0	-5,8	-10,6	-15,3
Осень	1,5	1,6	1,9	1,6	2,6	3,9	-1,2	5,1	1,3	-1,4	-4,9	-6,5
Суусамыр (2088 м)												
Год	1,4	1,5	1,6	1,7	2,6	3,8	-0,1	1,7	2,2	2,1	2,9	6,6
Зима	1,4	1,3	1,7	1,9	2,5	3,2	6,7	7,9	9,4	10,4	11,8	20,6
Весна	1,3	1,3	1,8	1,6	2,3	3,4	-0,1	-2,5	1,2	2,9	3,7	2,8
Лето	1,6	1,7	1,8	1,8	2,6	4,1	-4,6	-7,5	-2,0	-5,3	-15,2	-15,5
Осень	1,3	1,4	1,8	1,7	2,4	3,6	3,8	9,8	2,3	4,6	13,8	8,4
Тянь-Шань (3675 м)												
Год	1,5	1,6	1,7	1,8	2,7	4,0	4,3	5,9	6,6	5,4	14,3	15,9
Зима	1,7	1,6	1,7	2,0	2,7	4,1	11,5	16,2	7,9	16,9	13,5	23,5
Весна	1,2	1,2	1,7	1,4	2,5	3,6	1,8	3,9	5,2	9,0	11,5	17,0
Лето	1,4	1,6	2,1	1,8	2,6	4,0	2,0	3,9	2,9	-3,8	6,4	4,2
Осень	1,5	1,6	1,7	1,7	2,6	3,7	5,2	6,9	-2,4	5,6	5,8	10,1
Чаткал (1937 м)												
Год	1,4	1,6	1,8	1,8	2,4	3,7	1,1	2,6	4,5	4,0	6,8	11,3
Зима	1,6	1,5	1,9	2,1	2,7	4,0	4,9	10,1	12,3	6,5	14,2	25,1
Весна	1,2	1,3	1,6	1,5	2,2	3,1	-3,8	-0,8	2,6	5,2	4,6	7,4
Лето	1,5	1,5	1,8	1,7	2,4	3,9	-0,9	-2,7	-5,2	-10,2	-8,4	-6,5
Осень	1,3	1,4	1,7	1,6	2,4	3,5	2,0	8,2	0,4	8,1	8,0	16,9

Продолжение Таблицы 5.3

5.3 Чон-Ашу (2794 м)												
Год	1,3	1,4	1,6	1,6	2,4	3,6	0,0	2,7	0,7	1,1	3,7	6,1
Зима	1,2	1,2	1,6	1,6	2,2	2,9	6,3	9,3	10,1	9,1	12,9	24,7
Весна	1,3	1,2	1,5	1,5	2,2	3,2	0,3	3,6	8,7	6,1	9,2	11,4
Лето	1,6	1,8	2,1	2,0	2,6	3,9	-3,0	-3,1	-4,1	-7,3	-7,0	-7,1
Осень	1,2	1,3	1,6	1,6	2,3	3,3	4,9	0,2	1,1	1,9	6,6	5,9

Изменение осадков

В целом, по выбранным районам в ближайшие 30 лет на фоне межгодовой изменчивости ожидается незначительная тенденция увеличения осадков. Наибольшее увеличение осадков ожидается в наиболее высокогорных районах (МС Тянь-Шань на 4...7%, Сары-Таш на 3...6%), а также в районе расположения МС Ала-Арча (3...5%).

Наибольшее увеличение осадков по сезонам для всех исследуемых районов ожидается в зимнее время, с максимальным ростом в районе расположения МС Сары-Таш (на 9...16%). В летний период наиболее интенсивное сокращение осадков ожидается в предгорной и горной зонах Аламудунского района (на 4...10% для Байтыка и на 6...10% для Ала-Арчи), в урочище Чычкан – на 2...8%, в Жайыльском районе (МС Суусамыр) – на 2...8%. В урочище Кумтор (МС Тянь-Шань) ожидается небольшое увеличение осадков на 2...4%.

Результаты проекции осадков на период 2051-2080 гг. указывают на ускорение темпов изменения осадков. Ожидается увеличение годовых, зимних, весенних и осенних осадков. Наибольший рост осадков ожидается в урочище Кумтор – на 5...16%. В летний период ожидается более интенсивное сокращение, чем за период 2021-2050 гг. по всем точкам исследования (кроме самой высокогорной метеостанции Тянь-Шань, где ожидается повышение осадков по 2-м сценариям). Наиболее интенсивное сокращение летних осадков ожидается в урочище Чычкан – на 13...16%, в Суусамырской котловине – на 5...16%, и в Чон-Алайском районе (МС Сары-Таш) – на 6...15%.

5.2 Оценка потенциального влияния ожидаемого изменения климата на животноводство и пастбищное хозяйство

Прежде всего стоит отметить, что проекции будущего изменения температуры, а особенно осадков, содержат в себе некоторую степень неопределенности. Это связано с тем, что регион Центральной Азии является внутриконтинентальным регионом с высоким дефицитом осадков и отсутствием четкого климатического сигнала на изменения в различных компонентах климатической системы. Поэтому при оценке потенциального воздействия ожидаемых изменений климата на сектора экономики стоит учитывать эту неопределённость.

Проекции будущего климата в предгорных и высокогорных районах (зонах пастбищ) указывают на то, что зимние периоды будут более теплыми и

влажными по сравнению с наблюдаемым климатом. С одной стороны, увеличение осадков холодного периода года, положительно влияет на количество запасов влаги в почве и соответственно, на рост пастбищной растительности в весенний период. Но с другой стороны, повышение температуры в зимний период ведет к изменению фазы выпадения осадков с твердых на жидкие, а также на сокращение периода залегания снежного покрова (а в долинных зонах приводит к отсутствию снежного покрова), что влияет на состояние озимых посевов и, в целом, на состояние растительного покрова. Увеличение зимних осадков и резкое повышение температуры также может привести к увеличению числа опасных природных явлений, таких как лавины в зимне-весенний период, оползни в весенний период, что негативным образом окажет влияние на многие сектора экономики, в том числе на сельское хозяйство и животноводство. Наблюдаемое и прогнозируемое повышение температуры в зимнее время также негативно сказывается на состоянии здоровья животных, и распространении инфекций среди поголовий скота.

Повышение весенних температур может положительным образом сказаться на теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода, и, следовательно, на состоянии пастбищной растительности. Однако, несмотря на ожидаемое увеличение осадков в весенний период, анализ наблюдаемых тенденций изменения климата (повышение температуры и увеличение осадков), указывает на то, что суммарное испарение под влиянием увеличивающихся температур превалирует над осадками, что в итоге приводит к почвенной засухе и иссушению климата.

Повышение летних температур в высокогорных областях может сказаться положительным образом на термическом ресурсе и теплообеспеченности и, соответственно, на темпах развития растительности и животных. Однако, в долинных зонах увеличение летних температур сказывается на повышении теплового стресса, и дальнейшее повышение температур негативным образом отразится на ведении сельского хозяйства. Другими словами, производительность сельского хозяйства может повыситься по мере изменения температур от холодных к теплым (в высокогорной зоне), но снизится при их изменении от теплых к жарким (в долинной зоне). При условии сокращения летних атмосферных осадков и на фоне высоких температур, будет увеличиваться число и продолжительность засушливых явлений, что приведет к более раннему выгоранию пастбищных растений и удлинению продолжительности их летнего покоя.

Результаты проекций изменения температуры и осадков свидетельствуют о высокой уязвимости пастбищных угодий и животноводства к ожидаемому изменению климата, что подтверждает необходимость принятия мер по адаптации сектора с целью минимизации возможных ущербов.

Выводы

1. В среднем по территории Кыргызстана за период 1976-2019 гг. повышение среднегодовой температуры воздуха составляет $0,23^{\circ}\text{C}$ каждые 10 лет. Наибольший рост наблюдается в весенний период ($0,45^{\circ}\text{C}/10$ лет), наименьший – в осенний ($0,14^{\circ}\text{C}/10$ лет) и летний ($0,12^{\circ}\text{C}/10$ лет), зимой температура растет со скоростью $0,22^{\circ}\text{C}/10$ лет;

2. В месячном разрешении наибольшие темпы роста температуры воздуха в целом для Кыргызстана отмечаются в марте ($0,85^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в феврале ($0,42^{\circ}\text{C}/10$ лет). Наименьшие темпы роста – в июле ($0,09^{\circ}\text{C}/10$ лет) и в августе ($0,08^{\circ}\text{C}/10$ лет). В декабре отмечается незначительная тенденция к похолоданию ($-0,05^{\circ}\text{C}/10$ лет);

3. Наибольшие темпы роста температур во все месяцы года отмечаются в долинной зоне Чуйской, Ошской и Жалал-Абадской областей, а также в районе расположения Кировского водохранилища (МС Кызыл-Адыр);

4. В летний период (особенно в августе) в Суусамырской котловине, урочище Чычкан, в районе МС Токтогул, отмечается тенденция к похолоданию;

5. Среди предгорных и высокогорных станций отмечается значительный статистический рост температур в марте. В летние месяцы для большинства станций, характеризующих зону пастбищ, изменений в температурном фоне не отмечается, либо наблюдается слабая тенденция к похолоданию. На станциях Ала-Арча и Чон-Ашу отмечается тенденция похолодания в ноябре и декабре. На станции Тянь-Шань отмечен рост температур практически во все месяцы года;

6. В среднем по Кыргызстану за период 1976-2019 гг. наблюдалась слабая тенденция увеличения годового количества атмосферных осадков на $1,6\%$ каждые 10 лет. В среднем во все сезоны наблюдается небольшая тенденция к увеличению осадков, за исключением весеннего сезона, когда на фоне цикличности выпадения осадков отсутствует какая-либо тенденция;

7. В разрезе месяцев тенденция **увеличения** осадков отмечается: в феврале на большей части КР, особенно интенсивно на востоке Иссык-Кульской области, в марте осадки практически не изменяются (кроме Чаткальского района), в апреле - на востоке КР и в урочище Чычкан, в июне - на западе и юго-западе Кыргызстана, в июле, августе, сентябре – на большей части КР, в ноябре – на востоке Иссык-Кульской котловины, в декабре в Ошской области.

8. Тенденция **сокращения** осадков отмечается: в мае и июне преимущественно в Чуйской и Иссык-Кульской областях, в июле – на востоке Иссык-Кульской области, в сентябре в Приферганье, в октябре – на большей части КР кроме Иссык-Кульской области и восточной части Нарынской области.

9. Среди пастбищных станций статистически значимые изменения в режиме осадков отмечаются: рост годовых и летних осадков в урочище Чычкан (на 6 и $10\%/10$ лет соответственно), зимних осадков (на $12\%/10$ лет); сокращение летних осадков на станциях Чуйской области (Байтык, Ала-Арча, Суусамыр) и на станции Чон-Ашуу (на $6\%/10$ лет);

10. На территории Кыргызстана отмечается увеличение продолжительности вегетационного периода, особенно в долинных зонах;

11. Сумма активных температур (0, 5, 10 °C) увеличивается на большей части территории, с наибольшими темпами роста в долинных зонах. Изменение сумм активных температур выше 10°C по данным МС Суусамыр, Сары-Таш и Ит-Агар имеет статистически незначимую тенденцию к понижению;

12. В целом по территории Кыргызстана отмечается статистически незначимая тенденция сокращения безосадочного периода. За исключением МС Жалал-Абад и Узген, где отмечается увеличение продолжительности последовательных засушливых дней на 5...6 дней каждые 10 лет;

13. Общая за год продолжительность волн тепла на территории Кыргызстана увеличивается на 3...6 дней/10 лет преимущественно в долинной и предгорной зонах (статистически значимый рост);

14. Общая годовая продолжительность волн тепла среди станций, расположенных в пастбищных зонах, увеличивается на 4 дня каждые 10 лет в северной части территории страны (рост статистически достоверный). На станциях Чаткал и Чон-Ашуу изменения не значительны;

15. Продолжительность волн жары (период май-сентябрь) увеличивается преимущественно в долинных зонах на 2...4 дня каждый 10 лет, с максимальным значением по данным МС Кызыл-Суу и Бишкек;

16. В пастбищной зоне статистически значимый рост общей продолжительности волн жары (период май-сентябрь) отмечается только по данным МС Ала-Арча и Байтык – на 1...2 дня каждые 10 лет. По остальным пастбищным станциям продолжительность не меняется, либо имеет тенденцию к сокращению (Ит-Агар, Суусамыр);

17. В среднегорной и высокогорной зонах КР не отмечается увеличение теплового стресса, обусловленного увеличением числа случаев волн жары в теплое время года, за исключением станции Байтык (рост на 0,5 случаев каждые 10 лет);

18. Число жарких дней с температурой 30°C увеличивается на 1...5 дней каждые 10 лет в долинных зонах Чуйской, Таласской областей и Приферганья;

19. На высокогорных метеостанциях Ала-Арча, Сары-Таш, Чон-Ашуу практически не отмечается дневных температур выше или равных 30°C. На предгорной станции Байтык отмечается статистически значимое увеличение дней с температурой 30°C на 1 день каждые 10 лет, на станциях Ит-Агар, Чаткал тенденция сокращения жарких дней (незначимая), на станции Суусамыр практически без изменений;

20. Основное статистически значимое увеличение дневных температур $\geq 25^\circ\text{C}$ на 3...6 дней каждые 10 лет отмечается преимущественно в долинных зонах, а также на МС Нарын;

21. Из рассмотренных пастбищных станций наибольшее число случаев с дневной температурой $\geq 25^\circ\text{C}$ отмечается на МС Чаткал, которое остается неизменным во времени. В предгорной зоне Чуйской области (МС Байтык) отмечается рост дней с дневной температурой $\geq 25^\circ\text{C}$ на 5 дней каждые 10 лет, в Суусамырской котловине и урочище Чычкан – незначимое сокращение;

22. Отмечается статистически значимое увеличение дней с дневной температурой выше 10°C на 2...5 дней каждые 10 лет. На всех рассмотренных

станциях пастбищной зоны отмечается увеличение, с максимальным ростом на юге Кыргызстана (МС Сары-Таш), для станций Суусамыр, Чаткал и Чон-Ашуу рост статистически незначимый;

23. На основе анализа осадков - по данным 3-х месячного СИО, в целом на территории Кыргызстана, отмечается увеличение увлаженности, за исключением района расположения метеостанции Узген. Однако, при учете температурного фактора, а точнее эвапотранспирации, на большей части Кыргызстана отмечается статистически значимое увеличение засушливости, за исключением районов расположения метеостанций Чаткал и Ит-Агар Жалал-Абадской области;

24. На основе СИО-Э12 (с учетом температуры) на большей территории Кыргызстана отмечается статистически значимое увеличение гидрологической засухи, кроме Жалал-Абадской области (МС Ит-Агар, Чаткал, Пача-Ата);

25. В мае, на основе СИО-Э3, на всей территории страны отмечается тенденция увеличения засушливости, с наибольшими статистически значимыми темпами в районе расположения МС Суусамыр и Байтык Чуйской области;

26. В зоне пастбищ наиболее подверженным районом появления засух в вегетационный период года является район расположения метеостанции Сары-Таш Ошской области, а также метеостанции Байтык Чуйской области;

27. В ближайший климатический период 2021-2050 гг. ожидается повышение годовой температуры воздуха на $1,5...1,9^{\circ}\text{C}$, в период 2051-2080 гг. на $1,9...4,0^{\circ}\text{C}$ (относительно периода 1981-2010 гг.). Наибольший рост температуры ожидается в летний период;

28. В ближайший климатический период 2021-2050 гг. ожидается незначительная тенденция увеличения годовых осадков на $5...6\%$, к 2051-2080 гг. – на $6...10\%$ (относительно периода 1981-2010 гг.). Наибольшие темпы увеличения осадков прогнозируются в зимний период, незначительное увеличение осадков – в летний период;

29. Наиболее интенсивные темпы потепления (особенно летом) в ближайшие 30 лет ожидаются в пастбищной зоне Чуйской области и урочище Чычкан ($1,6...1,9^{\circ}\text{C}$ зимой и $1,6...2,4^{\circ}\text{C}$ летом);

30. В пастбищной зоне Чуйской области в ближайшие 30 лет ожидается наиболее интенсивное сокращение летних осадков;

31. Наиболее критические изменения в годовых осадках и температуре на далекое будущее (2051-2080 гг.) ожидается в районе расположения самой высокогорной станции – Тянь-Шань (рост годовой температуры на $1,8...4,0^{\circ}\text{C}$, рост годовой суммы осадков на $5...16\%$);

32. Наиболее интенсивное сокращение летних осадков за 2051-2080 гг. ожидается в урочище Чычкан – на $13...16\%$, в Суусамырской котловине – на $5...16\%$, и в Чон-Алайском районе (МС Сары-Таш) – на $6...15\%$.

Литература

1. Gleckler, P. J., Taylor, K. E., and Doutriaux, C.: Performance metrics for climate models, *J. Geophys. Res.-Atmos.*, 113, D06104, <https://doi.org/10.1029/2007JD008972>, 2008.
2. Flato, G., Marotzke, J., Abiodun, B., Braconnot, P., Chou, S. C., Collins, W., Cox, P., Driouech, F., Emori, S., Eyring, V., Forest, C., Gleckler, P., Guilyardi, E., Jakob, C., Kattsov, V., Reason, C., and Rummukainen, M.: Evaluation of Climate Models, in *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 741–866, NY, 2013.
3. Knutti, R., Furrer, R., Tebaldi, C., Cermak, J., Meehl, G. A., Knutti, R., Furrer, R., Tebaldi, C., Cermak, J., and Meehl, G. A.: Challenges in Combining Projections from Multiple Climate Models, *J. Climate*, 23, 2739–2758, <https://doi.org/10.1175/2009JCLI3361.1>, 2010.
4. Riahi, K., Van Vuuren, D. P., Kriegler, E., Edmonds, J., O’neill, B. C., Fujimori, S., Lutz, W. et al. (2017). The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview. *Global Environmental Change*, 42, 153-168.
5. Ruan, Y., Liu, Z., Wang, R., and Yao, Z.: Assessing the Performance of CMIP5 GCMs for Projection of Future Temperature Change over the Lower Mekong Basin, *Atmosphere (Basel)*, 10, 93, <https://doi.org/10.3390/atmos10020093>, 2019.
6. Termonia, P., Fischer, C., Bazile, E., Bouyssel, F., Brožková, R., Bénard, P. et al. (2018). The ALADIN System and its canonical model configurations AROME CY41T1 and ALARO CY40T1. *Geoscientific Model Development*, 11, 257-281.
7. WMO (2009). Experts agree on a universal drought index to cope with climate risk. – WMO Press Release No. 872. Geneva, 15 December 2009.
8. Wilhite, D. A.; and M. H. Glantz. 1985. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. *Water International* 10:111–20.
9. Атлас Киргизской ССР. Том 1. Природные условия и ресурсы. – М.: ГУКК, 1987
10. Справочник по показателям и индексам засушливости. ВМО–№ 173. 2016. – 60 с.
11. Влияние изменения климата на животноводство, пастбищное хозяйство и адаптационные технологии по улучшению и восстановлению деградированных земель. – Практическое руководство, Бишкек 2019. – 38 стр.

Приложение 1

Продолжительность вегетационного периода (GSL) (дни)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		196	183	108	170	181	139
1977		210	206	136	185	202	
1978		222	210	144	183	197	160
1979	181	209	208	111	173	199	106
1980	178	235	214	146	174	203	175
1981	162	194	209	149	159	183	150
1982	189	200	199	115	189		145
1983	166	200	198	118		185	
1984	183	190	185	120	153	184	128
1985	171	203	186		169	174	140
1986	186	187	190	114	182	184	162
1987	149	153	168	134	150	154	147
1988	158	225	208	108	162	173	153
1989	169	218	177	123	162	190	117
1990	168	171	172	153	165	175	165
1991	174	197	221	134	168		150
1992	142	235	208	142	163	148	
1993	138	181	186	125	144		
1994	134	217	185	126	151		
1995	174	214	191	147	167		
1996	151	187	197	118	141		136
1997	199	216	221	166	184		187
1998	190	226	223	140	175	190	115
1999	186	205	205	107	178	189	144
2000	174	182	181	145	178	175	
2001	200	220	218	134	163	199	119
2002	183	223	217	141	186	212	143
2003	134	211	196	116	141	171	126
2004	148	201	199	138	164	178	147
2005	177	254	201	111	172	193	157
2006	208	240	209	131	187	207	170
2007	175	249	198	148	176	164	164
2008	182	230	217	136	176	182	151
2009	179	191	212	100	167	177	98
2010	184	250	190	109	181	190	117
2011	185	203	199	166	196	197	168
2012	186	233	197	117	164	183	155
2013	198	221	220	148	169	188	153
2014	160	222	211	157	159	190	132
2015	195	210	192	142	179	182	108
2016	227	238	229	148	164	209	155
2017	206	232	207	142	154	151	149
2018	152		198	125	173	174	157
2019	167	229	224	109	186	197	135

Приложение 2

Сумма активных температур выше 0°C (градусо/сутки)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		2967	2647	1235	2022	2488	1300
1977		3279	2887	1404	2108	2682	
1978		3153	2845	1553	2136	2577	1525
1979	2062	3115	2772	1252	1988	2593	1259
1980	2292	3335	2857	1346	2093	2656	1464
1981	2020	2915	2534	1161	1933	2388	1228
1982	2072	3035	2600	1214	1985		1340
1983	2144	3199	2739	1303		2573	
1984	2132	2999	2805	1438	1982	2504	1342
1985	2142	3041	2756		1917	2467	1363
1986	2050	3034	2724	1294	1992	2575	1319
1987	1962	2888	2467	1075	1783	2284	1261
1988	2118	3068	2656	1222	1899	2493	1310
1989	1912	2880	2494	1123	1858	2313	1179
1990	2228	3183	2853	1403	2070	2691	1512
1991	2045	3057	2756	1187	2014		1378
1992	1896	2866	2550	1163	1923	1774	
1993	1859	2728	2453	1192	1802		
1994	2022	3052	2702	1373	1917		
1995	2080	3140	2830	1337	1987		
1996	1878	2752	2493	1164	1750		1421
1997	2269	3209	3207	1437	2219		1587
1998	2140	3075	2837	1287	1960	2575	1407
1999	2037	3018	2664	1133	1912	2456	1317
2000	2072	3107	2797	1306	1960	2564	
2001	2210	3146	2914	1339	1934	2432	1361
2002	2238	3161	2847	1346	2007	2538	1345
2003	2016	2891	2561	1221	1795	2376	1354
2004	2166	3019	2732	1165	1879	2408	1389
2005	2237	3249	2768	1191	1915	2466	1393
2006	2366	3298	2938	1393	2119	2707	1599
2007	2298	3276	2807	1264	2048	2480	1556
2008	2393	3394	2823	1374	2144	2734	1440
2009	2064	2963	2556	1164	1804	2313	1237
2010	2234	3340	2695	1290	1944	2606	1343
2011	2181	3171	2803	1462	2126	2643	1488
2012	2266	3283	2824	1333	1968	2528	1400
2013	2282	3253	2855	1425	2026	2584	1527
2014	2102	3054	2709	1353	1903	2492	1391
2015	2289	3238	2817	1429	2053	2567	1426
2016	2352	3321	2874	1488	2057	2757	1485
2017	2292	3244	2827	1377	1975	2661	1538
2018	2113		2731	1349	1968	2402	1437
2019	2252		2833	1357	2067	2631	1308

Приложение 3

Сумма активных температур выше 5°C (градусо/сутки)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		1815	1648	467	1098	1536	468
1977		1994	1751	564	1165	1624	
1978		1918	1758	719	1166	1541	630
1979	1040	1790	1632	473	1010	1520	452
1980	1189	2040	1703	522	1095	1576	570
1981	988	1689	1394	400	1029	1335	464
1982	1062	1867	1554	442	1020		474
1983	1094	1912	1650	521		1522	
1984	1178	1884	1760	701	1082	1540	555
1985	1117	1856	1685		1034	1501	534
1986	1056	1837	1630	505	1038	1538	497
1987	998	1647	1451	410	977	1358	515
1988	1080	1807	1566	524	1059	1466	554
1989	946	1722	1454	386	941	1359	398
1990	1203	1938	1752	607	1184	1662	644
1991	1006	1824	1628	449	1076		533
1992	869	1627	1451	426	1010	888	
1993	915	1596	1422	429	937		
1994	1003	1796	1618	624	1039		
1995	1059	1872	1703	550	1071		
1996	964	1622	1466	477	876		639
1997	1207	1991	2047	588	1183		686
1998	1099	1844	1660	500	1032	1524	563
1999	1027	1743	1582	405	989	1449	549
2000	1092	1915	1705	521	1034	1573	
2001	1133	1854	1730	523	1026	1436	530
2002	1113	1832	1653	514	1004	1427	506
2003	1011	1684	1488	461	924	1379	561
2004	1129	1788	1590	403	959	1399	525
2005	1156	1974	1616	442	998	1465	545
2006	1223	2009	1769	545	1123	1634	678
2007	1229	2013	1645	476	1107	1454	669
2008	1314	2124	1701	561	1175	1663	585
2009	1014	1725	1413	394	876	1273	446
2010	1115	1971	1525	485	1020	1490	554
2011	1137	2023	1723	595	1132	1627	606
2012	1196	2089	1727	520	1054	1522	566
2013	1182	1953	1692	583	1044	1557	606
2014	1100	1902	1620	541	987	1514	570
2015	1228	2001	1743	595	1121	1566	578
2016	1210	1979	1691	625	1073	1643	566
2017	1245	2055	1714	582	1050	1581	665
2018	1071		1637	547	1036	1398	559
2019	1162	1963	1652	523	1067	1541	512

Приложение 4

Сумма активных температур выше 10°C (градусо/сутки)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		925	790	84	361	721	71
1977		1002	841	98	426	713	
1978		955	853	206	420	714	114
1979	344	869	721	94	333	672	64
1980	425	1036	798	71	356	726	76
1981	306	802	571	52	304	544	52
1982	355	926	656	63	317		62
1983	409	964	778	135		700	
1984	504	1034	955	220	448	786	121
1985	402	958	831		334	699	60
1986	339	904	764	89	305	698	61
1987	363	826	689	42	329	635	71
1988	376	893	732	105	388	707	87
1989	299	843	646	39	258	581	38
1990	419	1003	892	90	429	827	84
1991	313	871	716	41	338		63
1992	207	694	579	48	306	292	
1993	246	749	608	30	260		
1994	352	877	776	167	382		
1995	361	936	818	92	355		
1996	337	776	654	94	249		120
1997	425	995	1041	132	394		147
1998	383	896	747	56	315	686	57
1999	338	814	680	35	305	611	63
2000	371	1003	827	48	290	743	
2001	378	911	829	64	340	628	55
2002	360	854	714	91	278	590	71
2003	315	795	654	45	258	614	73
2004	385	855	713	32	269	602	74
2005	394	1022	741	46	290	639	66
2006	420	971	841	107	353	738	144
2007	448	1071	751	38	337	678	84
2008	531	1143	811	95	427	818	78
2009	310	785	539	35	183	483	35
2010	372	967	627	65	302	625	74
2011	374	1052	787	83	338	729	81
2012	410	1058	808	65	326	683	82
2013	414	979	736	100	288	714	70
2014	377	1004	764	85	274	698	105
2015	486	1046	854	147	384	748	149
2016	402	967	749	84	310	749	49
2017	453	1087	832	80	344	764	118
2018	354		731	107	315	580	51
2019	468	1002	757	98	352	692	83

Приложение 5

Максимальная продолжительность периода без осадков (включая дни с осадками менее 1 мм за сутки) (дни)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		31	33	38	33	37	21
1977		24	19	28	28	33	23
1978		87	21	46	32	57	28
1979	28	35	24	33	53	25	31
1980	17	24	16	26	34	42	15
1981	30	30	30	31	50	34	34
1982	20	23	53	21	43		23
1983	38	34	24	40		88	
1984	34	60	43	38	64	83	38
1985	28	28	25		28	107	33
1986	28	28	44	28	28	52	22
1987	32	18	10	22	21	41	21
1988	18	17	19	26	26	23	20
1989	16	16	17	21	17	50	24
1990	32	35	29	37	44	32	20
1991	34	36	19	38	29		15
1992	17	18	29	19	36	18	
1993	24	24	19	19	31		
1994	30	32	20	27	67		
1995	30	24	31	41	39		
1996	34	33	32	36	40		28
1997	66	64	45	62	106		40
1998	33	32	21	29	36		33
1999	17	18	19	21	35		30
2000	15	19	20	26	27	23	
2001	22	22	15	28	29	27	25
2002	20	20	30	22	45	60	13
2003	21	26	12	21	28	24	23
2004	18	19	16	26	29	43	35
2005	18	21	18	31	38	16	18
2006	52	52	31	35	61	61	19
2007	30	26	21	23	38	88	30
2008	36	36	23	27	33	68	22
2009	18	18	17	30	29	35	16
2010	15	18	22	29	34	22	16
2011	17	21	27	18	30	39	15
2012	26	43	26	30	33	33	25
2013	16	24	30	30	33	22	33
2014	21	30	17	24	34	29	13
2015	17	15	13	20	27	25	28
2016	19	32	33	32	31	33	18
2017	23	46	42	49	26	47	27
2018	18		19	26	21	38	17
2019	31	22	21	25	35	26	30

Приложение 6

Общая за год продолжительность волн тепла (дни)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		13	40	11	34	21	11
1977		24	26	29	32	37	
1978		12	28	42	33	32	22
1979	11	18	18	31	26	28	18
1980	22	20	25	10	31	21	10
1981	3	0	11	0	8	13	8
1982	4	10	13	21	31		7
1983	18	10	14	14		20	
1984	16	10	39	29	38	33	14
1985	13	10	3		7	7	9
1986	4	10	13	8	6	6	0
1987	6	7	13	22	11	17	15
1988	9	21	13	18	15	11	25
1989	6	13	8	3	3	7	8
1990	6	7	19	20	23	27	10
1991	3	4	12	9	0		3
1992	15	14	13	10	7	8	
1993	3	3	3	13	4		
1994	12	6	10	13	3		
1995	6	0	13	16	12		
1996	12	0	18	14	11		20
1997	4	10	67	41	54		33
1998	12	14	21	20	14	14	16
1999	6	9	20	7	0	15	14
2000	6	10	16	14	5	16	
2001	14	23	39	16	9	23	33
2002	32	23	17	29	29	19	12
2003	20	21	7	19	11	15	17
2004	7	11	6	13	6	3	3
2005	25	26	14	8	8	7	15
2006	17	16	12	33	24	20	22
2007	23	26	38	33	59	13	24
2008	26	16	12	16	29	43	7
2009	4	0	0	3	10	0	5
2010	13	26	8	39	46	36	9
2011	18	23	26	40	51	36	8
2012	25	19	17	16	18	21	9
2013	30	21	39	58	55	26	26
2014	3	13	18	14	27	16	3
2015	28	47	19	44	21	19	25
2016	28	29	46	66	52	81	19
2017	26	39	23	35	29	48	15
2018	15		12	27	26	25	9
2019	16	32	26	19	47	21	10

Приложение 7

Общая продолжительность волн жары за период май-июнь (дни)

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		4	15	4	26	14	6
1977		9	14	15	27	12	10
1978		11	19	24	28	16	4
1979	4	5	9	12	10	12	3
1980	11	12	3	6	15	3	6
1981	2	0	4	0	7	3	4
1982	3	5	11	8	8	9	0
1983	8	7	11	6	13	16	6
1984	12	9	39	36	39	37	12
1985	3	6	3	3	6	3	3
1986	0	3	11	0	0	0	3
1987	0	0	0	3	3	0	0
1988	4	7	4	7	4	9	3
1989	3	5	4	4	4	3	3
1990	9	6	23	14	28	29	6
1991	0	3	0	0	0	0	0
1992	3	3	4	0	4	0	3
1993	0	4	0	0	0	0	0
1994	15	9	10	18	3	4	3
1995	3	6	14	7	9	3	6
1996	10	0	8	11	3	0	17
1997	7	5	26	19	21	0	18
1998	3	6	7	6	0	7	7
1999	4	3	8	0	0	5	6
2000	6	3	0	10	0	7	0
2001	3	9	15	11	9	12	5
2002	10	9	3	6	3	3	3
2003	7	6	0	4	0	4	9
2004	7	9	8	6	6	3	3
2005	5	9	3	4	7	3	4
2006	4	8	10	12	10	13	9
2007	7	18	11	11	19	7	0
2008	12	9	4	12	27	20	4
2009	4	0	0	0	3	0	0
2010	7	11	0	0	6	0	0
2011	0	19	11	22	13	16	4
2012	8	9	3	3	13	7	3
2013	11	11	8	20	12	22	9
2014	7	8	16	3	8	16	3
2015	17	17	13	13	14	14	16
2016	5	5	11	17	6	12	0
2017	11	27	10	12	13	3	6
2018	4	11	4	10	9	5	0
2019	16	27	13	8	19	7	0

Приложение 8

Число случаев с отдельными волнами жары за период май-июнь

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		1	3	1	4	3	2
1977		2	2	4	5	2	3
1978		3	5	5	6	4	1
1979	1	1	2	3	2	3	1
1980	3	3	1	2	5	1	2
1981	1	0	1	0	2	1	1
1982	1	1	3	2	2	3	0
1983	2	2	2	2	2	3	2
1984	4	3	7	6	5	8	3
1985	1	2	1	1	2	1	1
1986	0	1	3	0	0	0	1
1987	0	0	0	1	1	0	0
1988	1	2	1	2	1	2	1
1989	1	1	1	1	1	1	1
1990	3	2	5	3	5	7	2
1991	0	1	0	0	0	0	0
1992	1	1	1	0	1	0	1
1993	0	1	0	0	0	0	0
1994	3	3	3	5	1	1	1
1995	1	2	3	2	3	1	1
1996	2	0	2	3	1	0	4
1997	2	1	6	4	5	0	5
1998	1	2	1	2	0	1	2
1999	1	1	2	0	0	1	2
2000	2	1	0	2	0	2	0
2001	1	3	4	3	2	3	1
2002	2	2	1	2	1	1	1
2003	2	2	0	1	0	1	2
2004	2	2	2	2	2	1	1
2005	1	2	1	1	2	1	1
2006	1	2	3	3	3	3	2
2007	2	4	3	3	4	2	0
2008	3	2	1	3	5	3	1
2009	1	0	0	0	1	0	0
2010	2	3	0	0	2	0	0
2011	0	5	3	5	3	5	1
2012	1	1	1	1	3	2	1
2013	3	3	2	4	2	5	2
2014	2	2	3	1	2	4	1
2015	3	4	3	3	3	3	2
2016	1	1	2	5	1	3	0
2017	3	7	3	3	3	1	2
2018	1	3	1	3	3	1	0
2019	3	5	3	1	6	2	0

Приложение 9

Количество дней с дневной температурой $\geq 30^{\circ}\text{C}$

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		4	10	0	7	17	0
1977		1	4	0	2	6	
1978		0	8	0	7	22	0
1979	1	2	8	0	4	16	0
1980	1	2	3	0	0	11	0
1981	0	1	0	0	0	3	0
1982	0	1	5	0	1		0
1983	1	2	14	0		21	
1984	1	5	35	0	16	46	0
1985	0	1	2		0	5	0
1986	0	0	6	0	1	10	0
1987	0	0	1	0	0	3	0
1988	0	1	1	0	0	9	0
1989	0	1	3	0	1	6	0
1990	0	3	3	0	2	9	0
1991	0	0	2	0	0		0
1992	0	1	0	0	0	1	
1993	0	2	0	0	0		
1994	0	2	11	0	2		
1995	0	1	7	0	0		
1996	1	0	8	1	0		0
1997	0	4	19	0	6		0
1998	0	0	0	0	0	3	0
1999	0	0	1	0	0	8	0
2000	0	1	2	0	0	14	
2001	0	2	5	0	1	4	0
2002	0	2	3	0	0	9	0
2003	0	0	0	0	0	8	0
2004	0	1	2	0	0	3	0
2005	0	5	2	0	0	6	0
2006	0	1	11	0	8	22	0
2007	0	8	1	0	0	3	0
2008	0	8	4	0	4	16	0
2009	0	0	0	0	0	1	0
2010	0	4	0	0	0	3	0
2011	0	2	6	0	3	14	0
2012	0	0	5	0	3	7	0
2013	0	5	5	0	4	10	0
2014	0	3	10	0	0	10	0
2015	0	9	14	0	8	14	0
2016	0	0	0	0	0	9	0
2017	0	7	3	0	3	15	0
2018	0		1	0	1	7	0
2019	0	16	8	0	4	14	0

Приложение 10

Количество дней с дневной температурой $\geq 25^{\circ}\text{C}$

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		32	51	0	46	67	1
1977		28	55	1	45	72	
1978		28	59	5	50	64	0
1979	3	27	35	2	25	61	0
1980	8	40	52	0	36	72	0
1981	2	12	13	0	11	37	0
1982	3	23	26	0	21		0
1983	8	37	44	3		60	
1984	11	46	63	1	55	77	0
1985	1	29	51		28	67	0
1986	1	24	51	0	30	67	0
1987	1	23	37	0	17	48	0
1988	4	25	39	0	25	66	0
1989	2	25	40	0	20	56	0
1990	7	24	54	0	34	70	0
1991	3	24	38	0	21		0
1992	3	13	22	0	13	14	
1993	2	14	34	0	10		
1994	8	36	54	2	31		
1995	1	31	62	0	30		
1996	9	27	47	1	18		1
1997	11	35	64	5	37		0
1998	3	29	35	0	12	59	0
1999	0	22	35	0	14	47	0
2000	1	39	45	0	16	71	
2001	3	28	45	0	18	62	0
2002	7	29	37	0	24	56	0
2003	5	16	28	0	11	58	0
2004	5	37	37	0	18	55	0
2005	7	40	42	0	22	58	0
2006	5	35	56	0	42	69	1
2007	8	45	44	0	37	73	0
2008	9	54	40	3	41	78	0
2009	1	21	16	0	6	31	0
2010	6	40	20	0	15	49	0
2011	2	49	48	0	30	66	0
2012	7	45	47	1	31	69	0
2013	7	37	37	1	22	64	0
2014	5	44	46	0	29	68	0
2015	12	53	50	1	33	67	0
2016	1	23	35	0	14	59	0
2017	9	53	52	0	30	68	0
2018	4		39	0	27	51	0
2019	14	59	48	0	37	50	0

Приложение 11

Количество дней с дневной температурой $\geq 10^{\circ}\text{C}$

Год	Ала-Арча	Байтык	Ит-Агар	Сары-Таш	Суусамыр	Чаткал	Чон-Ашуу
1976		206	183	127	174	182	129
1977		225	206	145	179	205	
1978		218	207	155	181	199	155
1979	176	217	205	140	190	206	133
1980	185	224	207	145	194	207	149
1981	168	212	201	128	176	199	117
1982	185	214	200	135	191		137
1983	177	228	201	133		202	
1984	170	194	183	140	172	188	131
1985	182	211	191		173	185	144
1986	174	211	208	135	183	202	141
1987	153	199	176	116	150	169	126
1988	180	219	201	125	166	200	127
1989	165	206	190	130	174	185	123
1990	179	218	197	146	171	194	150
1991	179	222	209	131	186		134
1992	174	216	206	133	180	186	
1993	165	202	190	134	159		
1994	168	224	201	139	170		
1995	178	226	210	136	173		
1996	162	193	185	121	158		139
1997	190	217	219	160	204		150
1998	183	228	214	140	192	203	141
1999	168	227	201	130	179	195	125
2000	179	209	199	143	178	184	
2001	183	230	208	153	174	191	142
2002	191	235	217	150	195	213	145
2003	174	213	186	133	167	186	133
2004	186	215	204	133	177	194	143
2005	188	229	209	129	182	194	140
2006	194	236	207	160	184	201	157
2007	192	224	209	149	193	207	159
2008	191	230	202	148	182	205	138
2009	177	212	207	129	185	198	126
2010	180	238	210	137	183	218	138
2011	178	212	204	164	199	199	145
2012	199	225	210	149	185	200	138
2013	184	225	217	159	201	202	151
2014	180	203	200	149	179	191	124
2015	177	216	191	152	177	191	122
2016	197	230	216	162	186	215	142
2017	187	218	196	155	177	208	145
2018	176		200	142	179	187	151
2019	175	235	214	145	191	209	133

Приложение 12

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Ала-Арча

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1979			0,17	1,21	1,46	1,52	0,44	-0,15	0,12	-0,44	-0,44	-1,40
1980	-0,81	0,14	0,25	0,50	0,52	0,93	0,12	-0,03	-0,94	-0,26	0,12	-0,28
1981	-0,17	-0,98	0,34	0,91	1,57	1,48	1,49	1,34	1,43	0,67	0,04	-0,71
1982	-1,46	-2,08	-0,85	-1,35	-1,84	-1,84	-0,63	0,36	0,90	1,24	0,63	-0,20
1983	-1,30	-1,68	-0,95	-0,31	1,01	0,96	0,74	-0,43	-0,59	-1,13	-1,81	-2,63
1984	-2,89	-1,70	-0,23	0,46	0,07	-0,46	-1,93	-2,61	-2,43	-0,74	1,04	0,88
1985	0,98	-0,14	-0,05	-0,25	-0,26	0,29	0,18	0,60	-0,47	0,91	0,30	1,04
1986	-0,41	-1,62	-0,73	0,02	0,08	0,24	-0,29	-0,21	-1,29	-0,05	0,09	0,69
1987	0,44	1,03	2,47	2,02	1,56	1,63	1,64	1,57	0,94	0,70	1,18	0,92
1988	0,10	-0,60	-0,18	-0,30	1,29	1,70	1,80	1,11	0,57	0,33	-0,20	-0,35
1989	-0,72	0,30	-0,94	0,13	-0,52	-0,06	-0,27	0,09	0,81	1,12	1,39	1,07
1990	0,99	0,36	0,12	0,06	-0,28	-1,36	-1,05	-0,24	0,21	0,32	-0,04	0,48
1991	0,47	-0,14	0,06	-0,52	-0,75	0,17	0,48	0,78	-0,23	-1,02	-1,66	-0,87
1992	-0,57	0,59	-0,37	-0,35	0,75	1,34	1,34	1,20	0,78	0,24	-1,11	0,71
1993	1,44	2,50	1,32	0,41	0,65	0,09	0,93	0,97	1,27	0,82	0,69	0,94
1994	1,37	0,62	-0,70	0,73	0,23	-0,25	-1,23	-1,22	-0,89	-2,05	-0,75	-0,23
1995	0,71	-0,07	-0,75	-1,87	-2,36	-2,29	-0,59	-0,31	-0,11	0,14	0,33	0,41
1996	-1,09	-0,41	0,11	0,91	-0,05	-0,61	-1,70	-1,31	-0,99	-0,68	-0,75	-1,64
1997	-0,74	-0,65	-0,31	-1,73	-0,81	-0,30	-0,28	-1,35	-3,36	-5,25	-3,27	-2,25
1998	-1,03	-0,22	-0,40	-0,23	-0,06	-0,04	-0,01	-0,13	0,13	-0,08	-0,16	-0,11
1999	0,47	0,56	0,55	0,13	-0,73	0,25	1,01	1,61	1,29	0,39	1,37	1,22
2000	1,65	0,45	-1,07	-1,34	-1,30	-1,01	-0,58	-0,39	0,24	1,52	1,78	1,57
2001	0,61	-0,64	-1,14	-0,66	-0,88	-0,72	-0,85	-0,39	0,27	1,66	1,13	1,07
2002	-0,07	0,77	1,47	1,53	1,56	1,11	0,25	-0,22	-0,32	0,25	-0,17	0,13
2003	-0,54	1,23	0,79	1,56	0,63	0,97	1,01	1,53	1,40	-0,25	0,64	0,55
2004	1,47	0,58	0,69	-0,01	0,45	-0,39	0,58	0,05	0,91	0,43	0,44	0,88
2005	0,63	0,72	0,67	-0,08	0,46	0,08	-0,20	0,38	0,50	0,58	-1,04	-1,14
2006	-0,06	0,28	-0,08	0,38	0,09	-0,03	-0,49	-1,23	-0,60	-0,53	0,61	-0,11
2007	-0,20	-1,02	-1,52	-1,16	0,09	0,22	0,58	-0,35	-0,59	-1,53	-0,89	-0,58
2008	-0,51	-0,45	-0,71	-1,07	-1,52	-1,64	-0,98	-1,04	-1,01	-0,90	-0,28	0,04
2009	0,07	0,22	0,21	1,34	1,13	0,81	-0,59	-0,28	0,69	0,76	0,08	-1,34
2010	0,18	1,24	2,35	0,88	-0,18	-0,29	-0,11	0,22	0,10	0,30	0,03	-0,63
2011	-1,63	0,30	0,33	-0,18	0,00	0,53	0,56	0,25	-0,10	0,44	0,73	0,43
2012	0,23	-0,82	-0,96	-0,67	-1,10	-0,92	-1,16	-1,55	-2,16	-0,82	0,77	0,99
2013	0,90	-0,04	-0,72	0,10	-0,08	0,31	0,20	0,47	0,09	-0,75	-1,48	-0,66
2014	0,24	0,84	-0,40	0,12	-0,92	-0,25	-1,21	-0,82	-0,40	1,85	2,16	1,76
2015	0,12	0,00	1,40	0,48	0,89	0,27	-0,20	-0,68	-0,32	0,84	1,17	1,06
2016	1,47	0,12	-0,81	0,55	1,47	1,44	1,33	1,01	1,28	1,13	1,21	1,99
2017	1,58	1,26	-0,62	1,01	0,76	0,95	-0,77	-1,03	-1,32	-0,57	-0,64	-0,34
2018	-0,43	0,11	0,59	0,67	0,19	0,13	-0,17	0,44	-0,25	0,33	0,14	0,22
2019	-0,66	-1,34	-0,97	0,79	-0,04	-0,05	-1,77	-1,51	-0,16	0,58	0,72	-0,71

Приложение 13

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Байтык

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,48	0,04	-0,09	0,14	-0,59	-1,07	-1,21	0,78	1,00	0,72
1977	-0,32	0,29	0,12	0,21	-0,08	0,33	-0,32	-0,21	-1,17	0,61	0,48	1,42
1978	-0,08	-0,01	-0,83	-0,69	0,40	0,69	0,28	-0,93	-3,42	-2,01	-0,59	0,42
1979	1,21	1,13	0,26	0,98	1,40	1,17	0,21	-0,60	-0,45	-1,01	-1,09	-1,79
1980	-1,06	0,12	0,16	0,83	0,49	0,68	-0,64	-0,60	-1,40	-0,55	0,28	-0,21
1981	0,69	-0,07	1,04	0,82	0,91	1,33	1,95	1,87	1,46	-0,14	0,20	0,18
1982	0,18	-0,76	-0,35	-1,03	-1,67	-1,51	0,16	0,93	1,33	1,34	0,85	-0,05
1983	-1,76	-2,35	-0,52	-0,29	1,33	1,24	1,06	0,01	-0,33	-0,33	-1,22	-1,64
1984	-1,61	-1,20	0,72	0,75	0,73	-0,06	-1,22	-2,11	-1,97	-0,41	0,92	0,31
1985	0,01	-0,27	0,62	0,02	0,35	0,43	0,29	-0,22	-1,18	0,10	-0,20	0,25
1986	-1,39	-1,71	-0,74	-0,18	0,06	0,28	-0,20	-0,46	-1,62	-0,94	-0,08	0,60
1987	1,07	1,76	2,76	2,17	1,83	1,65	1,57	1,26	0,66	0,81	1,18	1,35
1988	0,07	-0,85	-0,48	-0,62	0,61	0,31	0,94	0,16	0,45	-0,37	-0,40	-0,44
1989	-0,64	0,14	-1,37	-0,10	-0,40	-0,22	-0,65	-0,67	0,27	0,86	1,21	0,83
1990	0,81	0,53	0,13	0,35	-0,26	-1,00	-0,96	-0,09	0,39	-0,15	-0,36	0,05
1991	0,45	0,00	-0,27	-1,19	-1,32	-0,71	-0,24	-0,19	-0,84	-1,79	-2,13	-1,94
1992	-1,22	0,13	-0,24	0,33	1,06	1,31	0,87	0,56	0,55	0,40	-0,72	0,20
1993	0,88	2,00	1,04	0,39	0,70	0,21	0,67	0,47	0,56	0,13	0,08	-0,02
1994	0,59	0,07	-0,20	0,42	0,13	-0,15	-1,27	-1,62	-1,86	-2,92	-0,54	0,09
1995	1,32	0,04	-0,74	-1,80	-2,05	-1,47	-0,02	0,21	0,22	0,25	0,48	0,27
1996	-1,24	-1,08	-0,95	0,35	-0,28	-0,40	-1,01	-0,73	-0,63	-0,88	-0,63	-1,49
1997	-0,62	-0,35	-0,11	-0,92	-0,05	0,34	0,27	0,06	-0,70	-1,36	-2,30	-2,01
1998	-0,62	-0,08	-0,20	0,41	0,61	1,63	1,12	1,25	0,39	0,59	-0,11	-0,52
1999	0,13	-0,28	-1,08	-1,04	-0,96	0,33	1,58	2,01	2,31	1,77	1,85	1,46
2000	1,83	1,27	-0,55	-1,36	-1,69	-1,79	-1,16	-0,93	0,04	1,34	1,53	1,60
2001	0,29	-0,62	-1,12	-0,28	-0,96	-1,48	-1,31	-0,49	0,55	1,57	1,21	1,51
2002	0,11	0,72	1,10	1,42	1,41	1,06	0,04	-0,35	-0,58	-0,33	-0,79	-0,71
2003	-0,86	0,57	0,21	1,00	0,55	1,03	1,07	1,51	0,94	-0,10	0,60	1,15
2004	1,56	0,37	-0,10	-0,09	0,17	-0,25	0,50	0,35	0,92	-0,02	0,21	0,55
2005	1,35	0,40	0,70	-0,58	-0,01	-0,38	-0,61	0,60	0,69	1,26	-1,60	-1,00
2006	0,65	1,50	1,14	1,50	0,69	0,52	-0,09	-0,09	0,25	-0,45	0,59	-0,39
2007	-0,56	-0,90	-0,99	-0,68	-0,61	-0,99	-0,75	-1,04	-0,65	-1,31	-0,88	-0,35
2008	-0,58	-0,42	-1,38	-1,47	-1,43	-1,14	-0,69	-1,05	-1,44	-0,28	0,37	1,01
2009	-0,25	0,47	0,34	1,24	0,99	0,36	-1,04	-0,91	0,33	0,69	0,19	-1,11
2010	0,27	1,01	1,77	0,76	-0,31	-0,27	-0,50	0,01	-0,47	0,59	0,55	0,37
2011	-1,32	0,61	-0,01	-0,08	0,11	0,37	0,05	-0,26	-0,15	0,32	0,29	-0,17
2012	0,32	-0,19	-0,01	-0,66	-0,95	-1,14	-1,23	-1,69	-2,18	-1,12	0,68	1,04
2013	1,35	-0,05	-0,17	0,22	-0,31	0,41	0,00	0,50	-0,51	-1,06	-1,88	-1,40
2014	-0,75	0,66	-0,66	0,39	-0,96	-0,99	-2,61	-1,87	-0,93	1,37	2,02	2,18
2015	0,35	-0,17	0,44	0,45	0,19	-0,34	-1,10	-0,89	-0,25	0,89	1,13	1,70
2016	2,85	1,36	-0,01	0,92	1,85	1,97	2,25	1,65	1,64	0,51	1,04	1,91
2017	1,68	0,90	-1,06	0,48	0,08	0,21	-1,34	-1,05	-1,33	-0,83	-1,06	-1,08
2018	-1,15	-0,30	0,50	0,59	0,74	0,43	-0,28	-0,66	-1,24	-0,25	0,02	0,10
2019	-0,33	-0,13	-0,80	0,52	-0,87	-0,43	-2,25	-1,08	-0,45	0,52	0,45	0,10

Приложение 14

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Ит-Агар

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,22	0,42	-0,03	-0,32	-0,81	-1,66	-0,68	0,90	1,26	0,78
1977	-0,60	-0,91	-0,64	-2,56	-1,33	-1,15	-0,53	-0,60	-0,96	0,86	0,58	1,67
1978	0,17	0,06	-0,92	-0,10	1,15	1,31	0,89	-0,30	-1,69	-1,39	-0,49	0,45
1979	1,17	0,79	-0,14	-0,02	0,20	0,93	-0,38	-0,47	-1,53	-0,70	-1,29	-1,33
1980	-1,17	0,11	-0,46	0,29	0,38	1,07	0,27	-0,35	-1,36	-0,33	0,55	0,21
1981	-0,52	-2,05	-0,89	-0,23	0,21	0,73	1,40	1,41	1,44	0,64	0,24	-1,62
1982	-2,54	-2,57	-1,57	-2,07	-2,55	-1,84	-0,54	0,48	0,97	0,81	0,82	-0,11
1983	-0,44	-2,14	-0,93	-1,04	0,08	0,02	-0,24	-0,88	-1,12	-0,86	-0,38	-0,32
1984	-0,36	-0,49	0,54	1,02	1,31	0,32	-1,09	-3,00	-1,74	-0,22	1,04	0,82
1985	0,98	0,45	0,45	-0,39	-0,84	-1,26	-1,39	-1,06	-1,32	-0,02	-0,55	-0,19
1986	-1,65	-1,93	-2,40	-1,00	-0,13	0,37	-0,51	-0,89	-1,79	-0,34	-0,31	0,75
1987	0,61	1,20	1,37	1,64	0,68	0,11	0,45	0,71	1,34	0,91	1,14	0,87
1988	0,75	0,68	0,99	-0,06	1,42	0,87	1,12	0,09	-0,11	-0,26	-1,00	-0,87
1989	-0,41	0,11	-0,51	-0,93	-1,31	-0,90	-1,39	-1,15	-0,68	0,07	0,26	0,54
1990	0,85	0,68	0,44	0,51	0,89	0,01	0,34	0,19	0,46	-0,47	-0,98	-0,27
1991	0,05	0,20	-0,27	-0,61	-0,33	0,41	0,86	0,57	0,13	-0,14	-0,28	0,39
1992	0,05	0,89	0,02	0,23	0,45	1,57	1,15	1,25	-0,33	-0,13	-1,36	-0,11
1993	0,14	1,94	1,66	0,93	0,27	0,22	0,51	0,69	0,50	0,85	1,06	1,74
1994	1,83	0,81	-0,30	0,25	-0,14	-0,26	-0,78	-1,16	-0,96	-1,92	1,19	1,74
1995	2,18	-0,26	-1,70	-2,64	-3,07	-2,60	-1,82	-1,67	-1,85	-2,45	-1,97	-2,01
1996	-1,82	-0,75	0,35	0,55	0,19	-0,49	-0,03	-0,30	-0,22	-1,13	-0,69	-0,97
1997	-1,14	-0,94	0,18	-0,67	-0,58	-0,93	-0,55	-0,23	-0,70	-1,56	-1,69	-0,68
1998	0,69	1,40	1,68	1,01	0,98	1,35	1,47	1,22	0,69	0,65	0,06	-0,44
1999	-0,80	-0,39	-0,16	0,05	0,25	1,05	1,34	1,45	1,35	0,77	0,98	-0,17
2000	0,12	-1,69	-1,65	-1,51	-1,35	-0,89	-0,50	0,23	0,50	1,60	1,28	1,26
2001	-0,56	-0,11	-0,85	-1,05	-1,99	-2,23	-2,23	-0,74	-0,04	1,32	0,56	0,72
2002	-0,55	-0,07	0,53	1,34	1,78	1,87	1,23	0,70	-0,31	-0,78	-1,30	0,13
2003	0,40	1,02	0,51	1,27	0,74	0,90	0,47	1,26	1,11	1,29	1,11	0,98
2004	0,78	-0,25	-0,01	-0,03	0,33	-0,20	0,15	-0,12	0,40	-0,31	-0,18	0,46
2005	0,73	0,70	0,03	-0,02	0,70	0,15	0,05	-0,11	0,34	0,23	-0,58	-0,87
2006	-0,06	0,45	0,57	0,31	-0,33	-0,21	-0,55	-0,67	-0,03	0,33	0,92	0,32
2007	-0,27	-0,11	0,40	0,61	0,66	0,60	0,78	0,57	-0,01	-1,23	-1,58	-1,16
2008	-0,64	-0,22	-0,63	0,40	0,19	0,29	-0,19	-0,58	-0,58	-0,14	1,01	1,40
2009	0,98	0,44	0,66	1,09	0,41	0,04	-0,38	0,39	1,67	1,79	1,34	-0,59
2010	0,07	0,68	1,51	0,98	0,54	0,78	0,99	1,25	1,10	0,70	-0,08	-1,44
2011	-2,64	-0,41	0,96	0,88	0,28	0,77	0,69	0,75	0,08	0,45	1,85	1,98
2012	1,92	0,04	0,16	0,03	-0,60	-0,72	-0,46	-0,73	-1,18	-1,76	-0,58	-0,36
2013	0,14	0,09	-0,02	0,20	0,73	1,87	1,44	1,59	0,31	0,36	-1,14	-0,69
2014	0,54	1,17	0,28	0,36	-1,05	-0,16	-1,38	-0,36	-0,85	0,91	1,18	1,24
2015	0,47	0,23	0,48	0,20	0,48	0,42	-0,43	-0,64	-0,24	0,95	1,10	0,88
2016	0,61	-0,47	-0,40	0,31	1,43	1,65	2,50	1,85	1,82	0,86	1,10	1,51
2017	1,38	1,85	0,69	0,81	0,16	0,75	0,84	0,93	0,46	-0,01	-0,47	-0,24
2018	-0,72	-0,45	1,13	0,87	0,64	0,86	0,82	1,10	-0,25	0,18	0,21	-0,05
2019	-0,52	-0,60	-0,78	1,33	0,86	1,01	-0,74	-0,46	0,44	1,14	0,97	-0,02

Приложение 15

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Сары-Таш

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			0,37	0,48	0,28	0,90	0,77	0,34	-0,47	-0,55	-0,65	-0,83
1977	-0,90	-0,76	0,03	-0,20	0,27	0,45	-0,03	-0,06	-1,31	0,11	0,45	0,98
1978	0,86	0,24	-0,25	-1,31	-1,93	-2,40	-2,89	-2,97	-3,46	-1,31	-0,35	0,14
1979	0,25	-0,60	-1,29	0,14	-0,14	-0,42	-1,96	-0,46	-0,20	-0,01	-2,24	-0,87
1980	-0,04	0,98	1,04	0,17	-0,89	-0,01	0,12	0,43	-0,68	-1,08	-0,82	-1,31
1981	-0,72	0,37	0,74	0,83	1,02	0,94	1,00	0,28	0,43	-0,01	0,81	0,67
1982	0,28	-1,06	-0,80	-1,59	-2,86	-1,61	-1,15	0,10	-0,90	-0,09	-0,25	-0,20
1983	-0,74	-1,93	-2,55	-0,97	-0,45	0,32	0,19	0,22	0,21	-0,77	-1,26	-3,22
1984	-2,60	-1,85	-0,01	0,11	-0,37	-1,86	-2,02	-2,42	-1,70	-2,34	-0,53	0,23
1985	1,38	0,86				-0,89	-0,55	-0,63	-0,27	-0,87	-0,15	-1,00
1986	-0,45	-1,05	-0,81	-0,38	-0,46	0,03	-0,59	-0,87	-2,01	-1,46	0,24	0,70
1987	0,88	-0,22	-0,12	1,48	1,61	2,00	1,77	1,82	0,97	1,77	1,76	1,93
1988	-0,06	0,39	1,08	0,00	1,18	0,29	0,81	-0,37	-0,27	-0,31	-0,99	-1,21
1989	-1,71	0,05	-0,01	-0,08	-0,88	-0,11	-0,09	0,43	0,35	0,24	0,02	0,04
1990	1,22	1,13	0,93	-0,80	-1,00	-0,49	0,98	1,64	1,55	0,06	-2,41	-1,03
1991	0,46	1,08	1,93	1,32	0,53	-0,48	-0,66	0,40	1,05	1,27	0,63	1,47
1992	1,42	1,26	0,08	-1,21	-0,81	-1,18	-0,36	-0,50	0,13	-0,59	-0,69	-1,20
1993	-0,64	0,40	0,50	0,08	1,09	0,15	0,39	-0,24	0,94	1,19	1,61	1,38
1994	1,35	-0,07	-0,93	-0,73	-0,65	-0,60	-0,94	-1,03	-0,05	0,70	1,14	0,33
1995	0,32	-0,17	-0,45	0,34	0,39	0,92	0,27	0,10	-0,69	-0,30	-0,86	-0,76
1996	-1,86	-0,32	1,21	1,15	1,51	1,54	1,23	0,51	-1,23	-0,45	0,04	-0,32
1997	-1,00	-1,07	-1,19	-1,90	-0,32	0,87	0,94	-0,10	-2,05	-2,22	-1,04	-0,38
1998	0,15	0,00	0,31	0,78	0,75	0,55	0,11	0,44	0,36	-0,08	-1,69	-1,23
1999	-1,27	-1,07	0,59	0,56	0,93	-0,19	0,95	1,70	2,11	1,18	1,16	0,43
2000	0,47	-1,28	-1,37	-0,88	-0,86	-0,03	-0,39	-0,27	-0,68	0,75	1,46	1,35
2001	0,09	-0,50	-1,70	-0,91	-1,19	-0,88	-0,27	0,32	0,81	0,77	0,13	0,61
2002	-0,19	0,11	-0,98	-0,94	-1,10	-1,36	-1,46	-0,96	0,30	0,53	0,31	0,48
2003	0,18	0,91	0,23	1,35	-0,23	-0,41	-1,67	-0,18	0,83	1,32	1,15	0,42
2004	0,73	0,91	1,06	1,55	1,05	0,72	0,55	0,77	0,72	0,37	0,46	0,91
2005	0,35	0,31	0,06	0,51	0,68	1,90	1,77	2,06	0,80	0,87	-0,21	0,29
2006	0,81	1,32	0,22	-1,19	-1,01	-0,90	-1,45	-2,84	-1,85	-0,91	-0,50	-1,37
2007	-1,90	-1,44	-0,01	0,68	0,62	-0,31	0,21	-0,09	0,27	-0,98	-0,88	0,21
2008	0,78	1,19	0,48	-0,10	-0,12	-0,13	-0,34	-0,33	0,02	0,53	0,51	0,68
2009	0,70	0,89	-0,12	0,30	0,69	0,85	0,25	-0,56	-0,47	-1,02	-0,23	-0,34
2010	0,57	1,32	1,70	0,89	0,29	0,58	0,71	0,33	0,21	0,85	0,45	-0,09
2011	-0,94	0,04	-0,45	-1,10	-0,33	-0,18	-0,01	-0,69	-0,56	0,39	1,89	1,80
2012	1,20	-0,61	-0,36	0,17	0,73	0,26	-0,29	-0,95	-0,41	-0,56	-0,86	-1,28
2013	-0,84	-0,53	-1,87	-1,78	-0,76	0,85	1,31	1,20	0,36	-0,70	-2,06	-2,29
2014	-1,81	-0,81	-0,66	-0,02	-0,40	0,12	-0,19	0,51	-0,05	-0,10	-0,80	-0,85
2015	-0,44	-0,65	-0,15	-0,46	-0,16	-0,65	-1,05	-0,91	0,21	0,32	0,21	-0,57
2016	0,06	-1,15	-1,70	-2,02	-0,11	-0,15	0,76	0,07	0,06	-0,10	0,08	1,79
2017	1,36	1,67	0,61	0,32	-1,56	-1,99	-1,66	-0,55	-0,09	0,07	-0,64	-1,19
2018	-1,89	-0,54	0,36	0,36	0,19	-0,45	-0,77	-1,28	-1,05	-0,85	1,03	0,54
2019	1,33	0,03	-0,28	-0,27	-1,26	0,21	-0,42	-0,16	-1,95	-1,87	-0,92	-1,04

Приложение 16

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Суусамыр

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,09	0,87	0,76	0,70	0,04	-1,01	0,31	1,79	2,32	1,48
1977	0,32	-0,41	-0,35	-0,96	0,60	0,43	0,83	-0,48	-0,52	1,45	1,99	2,66
1978	1,60	1,03	-0,29	0,99	1,34	1,61	0,78	-0,08	-1,62	-0,51	0,13	0,65
1979	0,65	0,30	-0,09	1,17	1,03	1,36	-0,14	0,16	-0,69	-0,13	-1,20	-1,97
1980	-2,36	-0,84	0,27	1,27	1,47	1,66	1,02	0,82	0,54	0,72	0,74	-0,10
1981	-0,35	-0,63	0,76	1,37	1,12	1,49	1,13	1,36	0,53	-0,06	-0,58	-1,44
1982	-1,46	-2,34	-1,52	-1,50	-1,61	-1,39	0,12	0,91	1,37	0,64	0,43	-0,41
1983	-1,15	-2,11	-1,41	-0,97	0,44	1,10	0,86	0,05				-1,13
1984	-1,43	-1,41	0,35	1,13	1,43	0,99	0,01	-1,71	-1,52	-0,16	1,53	1,11
1985	1,53	0,60	0,84	-0,11	-0,33	0,54	0,85	1,04	-0,11	0,50	0,39	0,31
1986	-0,79	-1,26	-2,04	-0,09	0,33	1,08	0,64	1,04	0,39	1,33	0,76	0,96
1987	0,50	0,81	1,86	2,15	1,74	1,29	1,51	1,52	1,52	0,93	1,40	1,75
1988	1,72	1,45	0,96	0,57	1,99	1,84	2,35	1,12	1,04	0,47	0,35	0,50
1989	-0,18	0,02	-0,75	-0,48	-0,39	0,08	0,21	0,55	1,20	1,54	1,51	1,28
1990	1,17	0,99	0,48	0,65	0,92	0,43	0,89	0,69	0,98	0,01	0,01	0,23
1991	0,40	0,13	-0,10	-1,23	-0,84	-0,47	0,07	0,44	0,25	0,32	-0,41	0,69
1992	0,56	1,31	-0,18	-0,54	-0,88	-0,26	-0,69	0,08	-0,45	-0,03	-1,54	-0,56
1993	-0,65	0,63	0,26	-0,15	-0,18	0,10	0,08	-0,03	-0,17	0,62	0,96	0,81
1994	0,61	-0,81	-1,06	-0,82	-1,22	-2,25	-3,50	-3,31	-2,81	-2,21	-0,25	-0,20
1995	-0,12	-1,52	-1,61	-1,95	-1,96	-2,02	-1,60	-1,98	-1,90	-1,23	-0,98	-1,27
1996	-1,59	-0,23	0,04	0,37	-0,56	-0,69	-1,45	-1,27	-1,40	-1,37	-1,02	-0,63
1997	-0,46	-0,34	-0,67	-1,05	-0,78	-0,78	-0,25	-0,61	-0,73	-3,72	-2,14	-0,63
1998	0,50	1,29	1,23	0,36	0,22	0,21	0,34	0,61	0,48	0,14	-1,06	-0,56
1999	-0,17	-0,04	-0,26	-0,36	-0,95	-1,02	-0,87	-0,38	-0,14	-0,84	0,10	-0,19
2000	0,56	-0,35	-0,93	-1,79	-0,38	0,68	1,04	1,23	0,71	1,43	1,64	2,17
2001	1,83	1,14	-0,98	-0,43	-0,19	-0,48	-0,02	0,39	1,11	1,38	0,57	0,49
2002	-0,43	-0,06	-0,09	0,59	1,01	1,28	0,96	0,47	-0,17	-0,83	-0,86	0,30
2003	0,65	0,88	0,11	1,40	0,74	0,73	-0,93	-0,21	-0,26	0,57	0,51	0,16
2004	0,18	0,24	1,35	1,06	1,01	-0,26	-0,19	-0,69	0,15	-0,28	-0,23	0,38
2005	0,25	0,59	0,49	0,06	-0,16	-0,12	-0,22	0,17	-0,16	0,01	-1,21	-1,63
2006	-0,88	-0,30	0,13	0,34	0,13	-0,28	-1,07	-1,71	-0,96	0,24	0,52	-0,19
2007	-1,81	-1,59	0,50	0,54	0,42	-0,41	-0,05	-0,13	-0,26	-1,75	-0,98	-0,58
2008	-0,29	0,20	0,10	-0,36	-1,02	-1,19	-0,92	-1,23	-0,95	-0,52	0,94	0,96
2009	1,04	0,48	0,57	0,63	0,28	-0,05	0,07	0,40	1,53	1,22	0,57	-1,08
2010	0,23	1,29	1,82	0,91	0,14	0,00	0,10	0,48	0,48	0,35	-0,59	-1,00
2011	-2,26	-0,46	-0,81	-0,65	0,23	0,85	1,02	0,45	0,33	0,37	1,52	0,92
2012	0,87	-0,34	0,21	-0,06	-0,71	-1,55	-1,53	-2,13	-1,68	-1,62	-0,34	-0,07
2013	-0,01	-0,42	-0,88	-0,62	-0,11	0,74	0,73	0,60	-0,66	-1,34	-0,72	-0,52
2014	0,63	0,53	0,39	0,02	-0,66	-0,15	-0,85	-0,27	-0,38	1,36	1,74	1,32
2015	0,61	0,36	0,77	0,66	0,21	-0,20	-1,00	-1,50	-0,89	0,02	0,71	0,40
2016	0,07	-0,90	-1,01	-0,02	1,30	1,40	1,92	1,09	1,36	1,44	1,57	1,97
2017	1,13	1,70	0,63	1,07	0,59	1,19	1,05	1,13	1,16	1,10	0,74	0,43
2018	0,49	1,04	2,00	1,52	1,38	0,87	0,84	1,22	0,77	0,86	0,29	0,43
2019	0,36	0,07	-0,32	0,55	0,32	1,13	0,68	0,69	1,74	1,97	1,96	-0,03

Приложение 17

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Чаткал

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,03	0,22	-0,08	0,14	-0,18	-0,84	-0,27	0,86	0,56	-0,10
1977	-0,56	-0,64	-0,29	-0,99	-0,28	0,09	0,65	0,24	-0,29	1,39	1,19	1,49
1978	0,53	0,15	-0,27	0,33	1,17	1,47	1,23	-0,26	-1,14	-0,51	0,01	1,21
1979	1,70	1,36	0,02	0,69	0,98	1,38	-0,26	0,51	0,31	0,40	-0,78	-0,47
1980	-0,33	0,38	0,48	0,76	0,62	0,79	-0,07	0,25	-0,32	0,46	0,66	-0,01
1981	-0,38	-0,60	0,23	0,41	0,44	1,00	1,77	2,04	1,48	0,07	-0,26	-1,33
1982	-1,28	-1,99	-0,74				-0,49	-0,44	0,17	0,33	0,31	-0,47
1983	-0,82	-1,69	-0,83	-1,01	-0,47	-0,32	0,19	-0,37	-1,22	-1,59	-1,19	-1,51
1984	-1,54	-1,12	0,12	0,25	0,25	-0,48	-0,56	-1,36	-1,78	-0,67	0,17	-0,17
1985	0,20	-0,37	-0,04	-0,67	-1,07	-1,80	-1,38	-1,92	-2,14	-0,57	-0,60	-0,88
1986	-1,11	-1,47	-1,20	-0,77	-0,50	-0,34	-0,70	-1,45	-0,97	-0,61	-0,56	-0,47
1987	-0,29	-0,18	0,22	0,70	0,71	0,34	-0,31	0,02	0,29	0,43	0,06	-0,07
1988	-0,39	-0,15	-0,22	-0,58	-0,66	-0,74	-0,47	-0,83	-0,59	-0,08	-0,66	-0,70
1989	-0,73	-0,50	-0,52	-0,67	-0,41	-0,43	-0,12	-0,98	-0,28	0,00	-0,07	0,86
1990	1,15	1,13	0,33	0,32	0,57	0,58	0,96	0,99	0,64	0,41	-0,30	-0,24
1991	-0,50	-0,34	-0,56	-1,03	-0,31	0,75						
1992			-0,22	0,08	0,39	0,89	1,55	1,35	1,08	0,09	-0,15	-0,14
1993	-0,47	0,98	1,19	1,41	0,37	-0,72	-1,75	-0,49	0,11	0,50	2,04	2,08
1994	2,22	0,31	-0,02	0,21	0,30	0,60	0,16					
1995			-1,77	-1,75	-1,75	-2,30	-0,64	-0,09	-0,69	-1,73	-1,73	
1996												
1997												
1998												
1999												
2000			-0,85	-1,05	-1,02	-0,85	-0,01	0,18	0,64	1,71	1,38	1,07
2001	-0,48	-0,18	-0,18	-0,20	-0,44	-0,68	-0,40	0,59	0,92	1,93	1,29	1,22
2002	-0,07	0,35	0,59	1,05	1,52	1,73	1,31	0,60	-0,39	-0,58	-0,89	0,08
2003	0,56	0,90	0,68	0,97	1,13	1,21	0,50	0,27	-0,27	-0,19	0,42	0,63
2004	1,10	0,73	1,13	0,63	0,54	-0,57	0,80	1,15	1,19	0,10	0,25	0,76
2005	1,18	1,51	1,49	1,12	1,15	0,62	0,60	0,75	1,09	0,73	0,15	-0,15
2006	0,70	1,05	1,27	0,46	-0,17	-0,34	0,46	0,45	0,34	0,99	1,09	0,55
2007	-0,53	-0,82	0,26	0,60	0,84	0,68	0,50	-0,12	-1,53	-1,69	-0,33	-0,10
2008	0,22	0,01	-0,47	-0,65	-1,31	-1,22	-1,03	-1,47	-0,56	1,03	1,54	1,57
2009	1,08	0,53	0,85	1,02	1,22	1,10	0,71	0,53	0,84	0,39	0,08	-0,84
2010	0,28	1,50	2,09	1,86	1,57	1,35	1,15	0,86	1,55	1,18	0,63	-1,15
2011	-1,96	0,00	0,63	0,41	-0,47	0,55	1,24	1,45	-0,76	-0,41	1,53	1,33
2012	1,40	-0,40	0,33	0,28	0,49	-0,20	0,14	-0,85	-0,58	-1,13	-0,64	-0,64
2013	0,00	-0,42	0,31	0,19	0,50	0,17	0,24	0,94	0,64	0,13	-0,63	-0,78
2014	0,21	0,16	0,22	-0,33	-0,47	0,03	-0,15	-0,02	-1,29	0,52	0,84	0,56
2015	0,22	0,09	0,35	-0,06	-0,36	-0,23	0,06	0,26	0,74	1,19	1,07	0,58
2016	0,10	-0,86	-0,55	-0,74	0,23	0,66	1,62	1,14	0,65	0,10	0,25	0,62
2017	0,78	1,40	0,82	0,88	0,68	1,02	0,75	-0,42	-0,06	0,31	-0,22	-0,29
2018	-0,60	-0,01	0,38	0,36	0,26	0,09	0,23	0,30	-0,73	-0,37	0,69	0,25
2019	0,37	-1,07	-0,59	0,26	0,49	0,90	-0,05	0,08	0,70	0,10	-0,26	-1,28

Приложение 18

Стандартизованный индекс осадков за 3 месяца (SPI_3) по данным МС Чон-Ашу

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,53	-0,19	0,53	0,42	0,87	0,28	1,27	0,78	1,14	-0,87
1977	-0,15	0,40	-0,02	-0,19	-0,80	0,00	0,07	0,51	0,84	0,78	1,01	0,89
1978	0,43	-0,72	-1,49	-1,05	-0,89	0,41	0,39	-0,13	-1,76	-1,20	-0,32	1,31
1979	1,10	0,41	0,03	1,50	1,66	1,43	0,14	0,75	1,10	1,15	0,56	-0,63
1980	-1,32	-0,96	-0,51	0,54	0,79	0,73	-0,14	0,97	0,60	0,66	-0,65	-0,32
1981	0,76	0,40	0,45	0,00	0,60	1,39	1,86	1,77	1,04	0,80	0,21	0,58
1982	-0,55	-0,32	-0,14	-0,72	-0,80	-0,63	-0,61	0,00	0,05	0,33	-0,54	-1,25
1983	-1,18	-1,51	-1,18	-0,71	-0,05				0,42	0,36	0,63	-1,23
1984	-2,09	-0,86	0,62	1,03	0,45	0,56	0,23	-0,40	-0,85	-1,57	-0,28	-0,55
1985	-0,15	0,53	0,85	0,50	0,15	-0,44	0,57	0,73	0,74	-0,59	-0,91	-0,58
1986	-0,24	-1,22	-0,61	-0,58	0,83	0,63	0,53	0,21	-0,13	0,06	-0,32	0,67
1987	1,17	0,35	2,01	1,54	0,99	0,41	0,44	0,49	0,09	0,05	1,26	1,17
1988	0,91	0,51	0,52	-0,31	0,07	-0,23	-0,18	0,84	1,47	2,09	0,97	0,18
1989	-0,65	-1,15	-1,20	-1,11	-1,58	-0,39	0,54	1,07	1,29	0,49	-0,10	-0,91
1990	-1,06	-0,31	-0,54	-0,49	0,39	0,20	1,38	1,28	1,19	0,06	-0,68	0,01
1991	-0,50	-0,43	0,29	-0,38	-1,78	-1,50	-1,47	-0,72	-1,23	-1,13	-1,87	-0,66
1992	-0,10	0,20	-0,57	-0,25	-1,19	-0,93	-1,25	-0,51	-0,15	-0,34		
1993												
1994								-3,28	-2,72	-1,85	-1,42	-1,81
1995	-1,28	-0,81	-0,74	-1,53	-1,78	-1,81				-0,96	-0,01	-0,37
1996	-3,13	-1,85	-0,94	-1,13	-1,35	-1,13	-1,68	-1,52	-1,59	-0,17	0,11	0,89
1997	0,78	-0,03	-0,74	-2,30	-2,08	-1,53	-1,84	-2,57	-2,84	-3,06	-2,57	-2,52
1998	0,17	0,52	0,23	0,52	0,31	0,01	-0,32	0,57	1,13	0,66	-0,66	0,37
1999	1,19	1,22	0,12	-0,36	-0,68	-1,67	-0,95	-0,66	-0,22	-0,62	-1,23	-0,17
2000	0,51	0,62	-1,35	-0,16	0,36	0,03				1,91	1,51	0,56
2001	0,43	-0,59	-1,05	-0,52	-0,55	-0,07	0,02	0,31	0,48	0,66	0,52	1,28
2002	1,16	1,02	-0,59	1,58	1,57	1,25	-0,75	-0,76	-0,51	0,74	1,52	1,81
2003	0,68	0,76	0,32	1,18	0,60	1,48	1,25	1,04	0,54	-0,02	1,51	1,09
2004	0,92	-0,62	1,42	0,95	1,15	-0,21	0,11	-0,05	0,26	-0,27	0,34	0,64
2005	1,25	1,44	1,16	0,06	0,79	1,02	0,92	0,68	0,37	0,83	0,64	0,87
2006	0,86	0,26	-0,22	0,17	0,79	1,56	0,88	-0,03	-0,57	-0,26	0,41	-0,89
2007	-0,64	-0,96	-0,33	0,07	0,87	0,97	1,05	0,56	0,39	-0,50	-0,36	-0,45
2008	-0,15	0,18	-0,24	0,27	0,01	0,20	0,04	0,44	0,24	0,53	0,33	0,96
2009	0,34	1,45	0,91	1,07	0,61	0,52	-0,22	0,10	1,04	1,08	1,06	-0,21
2010	1,04	1,91	2,10	1,90	1,30	0,45	-0,41	0,06	-0,21	0,49	-0,02	0,58
2011	0,65	0,82	0,38	-0,60	-0,33	0,51	0,31	0,95	0,33	0,78	-0,01	0,38
2012	0,84	0,62	0,16	-0,22	-1,59	-0,33	-0,73	-0,44	-0,70	-0,24	0,67	1,29
2013	1,49	0,46	-1,07	-0,07	-1,19	0,31	-1,97	-0,64	-1,95	-0,53	-1,73	-1,36
2014	-0,37	-0,46	-1,27	-0,88	-2,69	-1,77	-1,74	-0,95	-0,25	0,49	1,72	1,74
2015	1,63	0,20	0,31	0,12	-0,23	0,78	-0,21	0,19	-0,48	0,43	0,18	-0,22
2016	0,67	0,50	0,48	1,39	2,62	1,73	0,67	-0,93	-0,14	1,27	3,25	4,34
2017	2,74	1,15	0,35	1,25	0,21	-0,29	-2,35	-2,03	-3,00	-2,13	-1,01	-0,02
2018	1,17	0,93	0,91	0,57	-1,16	-1,12	-1,91	-1,29	-1,83	-1,70	-1,07	0,08
2019	0,81	0,66	-0,18	0,69	-0,99	-1,04	-1,87	-1,22	-0,63	-0,22	0,02	0,43

Приложение 19

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по данным МС Ала-Арча

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1979			0,32	1,39	1,79	1,69	0,70	0,08	0,18	-0,38	-0,51	-1,42
1980	-0,97	0,30	0,81	0,57	0,33	0,75	-0,09	-0,26	-1,05	-0,37	-0,04	-0,59
1981	-0,53	-1,22	0,32	0,73	1,42	1,35	1,52	1,57	1,85	1,23	0,31	-0,54
1982	-1,49	-1,86	-0,76	-1,38	-1,63	-1,59	-0,50	0,58	1,15	1,42	0,75	-0,26
1983	-1,16	-1,75	-1,19	-0,26	1,12	1,07	0,75	-0,52	-0,80	-1,06	-1,38	-1,79
1984	-2,12	-0,88	0,28	0,68	-0,03	-0,50	-1,81	-2,08	-1,71	-0,89	1,17	1,10
1985	1,30	-0,07	0,19	-0,41	-0,41	-0,13	-0,05	0,47	-0,41	0,92	0,12	1,02
1986	-0,59	-1,58	-0,24	0,43	0,28	0,34	-0,36	-0,24	-1,24	-0,43	-0,30	0,65
1987	0,51	0,82	2,10	1,90	1,62	1,75	1,68	1,53	0,79	0,59	1,43	1,18
1988	-0,12	-0,87	0,29	-0,25	1,40	1,47	1,56	1,01	0,64	0,54	-0,33	-0,74
1989	-1,18	0,47	-0,72	0,41	-0,33	0,25	0,09	0,31	0,80	1,02	1,39	0,95
1990	1,00	0,28	0,31	0,32	-0,33	-1,34	-1,16	-0,31	0,10	0,02	-0,50	0,30
1991	0,42	-0,13	0,47	-0,33	-0,64	0,24	0,49	0,65	-0,46	-0,92	-1,40	-0,94
1992	-0,75	0,49	0,12	-0,02	1,22	1,63	1,50	1,36	0,98	0,51	-0,97	0,34
1993	1,29	2,59	1,62	0,46	0,85	0,27	1,13	1,08	1,24	0,84	0,72	1,19
1994	1,60	0,89	-0,77	0,96	0,12	-0,45	-1,34	-1,30	-0,83	-1,38	-0,63	-0,45
1995	0,80	-0,05	-0,83	-1,56	-1,68	-1,55	-0,41	-0,11	0,00	0,08	0,27	0,34
1996	-0,90	-0,31	0,50	1,10	0,25	-0,18	-1,06	-0,92	-0,98	-0,85	-0,73	-1,27
1997	-0,80	-0,86	-0,01	-1,41	-0,53	-0,08	-0,28	-1,25	-1,93	-2,11	-2,23	-1,75
1998	-0,84	-0,22	-0,33	-0,33	-0,11	0,16	0,30	0,16	0,06	-0,19	-0,38	-0,56
1999	0,10	-0,10	0,50	0,13	-0,67	0,33	1,26	1,67	1,50	0,16	1,44	1,16
2000	1,61	0,37	-1,00	-1,30	-1,33	-1,17	-0,74	-0,47	0,02	1,58	1,94	1,97
2001	0,74	-0,88	-1,95	-1,06	-1,36	-1,32	-1,26	-0,53	0,35	1,81	1,22	1,15
2002	-0,30	0,58	1,14	1,42	1,55	1,22	0,34	-0,32	-0,70	-0,46	-0,62	-0,25
2003	-0,72	1,24	0,84	1,68	0,80	1,01	1,07	1,40	1,29	-0,53	0,44	0,42
2004	1,59	0,44	0,67	-0,14	0,14	-0,82	0,27	-0,13	0,78	0,23	0,32	0,90
2005	0,73	1,03	0,54	-0,42	0,25	0,00	-0,34	0,18	0,23	0,64	-1,06	-1,14
2006	0,09	0,17	-0,53	-0,14	-0,38	-0,35	-0,59	-1,31	-0,96	-1,05	0,48	-0,38
2007	-0,42	-1,38	-2,17	-1,50	-0,44	-0,43	0,28	-0,61	-0,80	-1,36	-1,07	-0,61
2008	-0,31	0,12	-0,91	-1,43	-1,72	-1,72	-1,50	-1,48	-1,27	-1,06	-0,27	0,02
2009	-0,05	0,01	-0,11	1,39	1,10	0,72	-0,70	-0,40	0,43	0,70	0,09	-1,24
2010	0,08	1,31	1,89	0,58	-0,54	-0,16	0,07	0,11	-0,29	-0,15	-0,14	-0,96
2011	-1,68	0,17	0,32	-0,68	-0,45	0,23	0,49	0,24	-0,23	0,35	0,75	0,63
2012	0,69	-0,35	-0,75	-1,25	-1,59	-1,34	-1,28	-1,51	-1,72	-1,30	0,49	0,95
2013	0,93	-0,29	-1,79	-0,38	-0,53	0,07	0,10	0,39	-0,26	-0,94	-1,64	-0,88
2014	0,22	1,16	-0,50	0,09	-1,33	-0,71	-1,51	-1,05	-0,86	1,43	2,14	2,06
2015	0,23	-0,25	1,42	0,30	0,65	-0,04	-0,55	-0,84	-0,45	0,96	1,36	1,06
2016	1,46	-0,45	-2,24	0,27	1,36	1,34	1,29	1,00	1,20	1,08	1,24	2,34
2017	1,64	1,20	-0,76	1,09	0,37	0,46	-1,28	-1,11	-1,25	-0,69	-0,77	-0,55
2018	-0,47	0,04	0,42	0,32	-0,27	-0,03	-0,18	0,31	-0,38	0,30	0,32	0,32
2019	-0,63	-1,35	-1,78	0,68	-0,41	-0,31	-1,95	-1,59	-0,82	0,28	0,80	-0,69

Приложение 20

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по данным МС Байтык

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,11	0,40	0,07	0,27	-0,40	-0,92	-1,11	0,62	1,18	0,97
1977	0,28	0,54	-0,02	-0,20	-0,45	0,09	-0,33	-0,21	-1,08	0,36	0,28	1,42
1978	-0,09	-0,06	-0,60	-0,67	0,32	0,60	0,35	-0,67	-1,89	-1,54	-0,72	0,39
1979	1,17	0,51	0,17	1,07	1,67	1,30	0,44	-0,39	-0,33	-0,85	-1,05	-1,70
1980	-1,16	0,41	0,76	0,89	0,31	0,52	-0,58	-0,52	-1,20	-0,47	0,15	-0,44
1981	0,44	-0,41	0,96	0,68	0,79	1,34	1,82	1,85	1,68	0,58	0,51	0,49
1982	0,17	-0,97	-0,20	-1,18	-1,50	-1,38	0,20	1,11	1,51	1,61	1,06	0,11
1983	-1,48	-2,11	-0,77	-0,36	1,43	1,30	1,11	0,16	-0,23	-0,18	-0,99	-1,47
1984	-1,56	-0,42	1,35	1,09	0,88	0,06	-0,96	-1,88	-1,55	-0,55	1,13	0,78
1985	0,66	-0,15	0,83	-0,15	0,16	0,15	0,22	-0,05	-0,84	0,23	-0,26	0,36
1986	-1,34	-1,58	-0,37	0,11	0,16	0,38	-0,09	-0,18	-1,29	-0,93	-0,39	0,60
1987	1,16	1,57	2,25	2,14	1,98	1,77	1,63	1,39	0,78	0,97	1,46	1,61
1988	-0,14	-1,12	-0,12	-0,60	0,70	0,22	0,93	0,23	0,53	-0,13	-0,63	-0,84
1989	-1,17	0,46	-1,17	0,07	-0,26	0,07	-0,20	-0,44	0,21	0,66	1,22	0,74
1990	0,86	0,54	0,31	0,55	-0,35	-1,07	-1,13	-0,17	0,31	-0,44	-0,93	-0,23
1991	0,32	0,02	0,00	-0,97	-1,03	-0,58	-0,19	-0,20	-0,93	-1,54	-1,64	-1,61
1992	-1,24	-0,08	0,19	0,53	1,40	1,54	1,15	0,89	0,85	0,86	-0,65	-0,30
1993	0,50	2,11	1,38	0,46	0,77	0,26	0,86	0,75	0,79	0,52	0,24	0,26
1994	0,73	0,14	-0,37	0,49	-0,08	-0,31	-1,31	-1,56	-1,26	-1,66	-0,49	-0,16
1995	1,22	-0,16	-0,87	-1,54	-1,42	-1,12	0,02	0,23	0,20	0,21	0,30	0,03
1996	-1,33	-0,79	-0,19	0,76	0,09	-0,14	-0,61	-0,53	-0,58	-0,88	-0,51	-1,08
1997	-0,54	-0,64	0,12	-0,84	-0,02	0,27	0,17	-0,14	-1,04	-1,56	-1,96	-1,79
1998	-0,44	0,01	0,07	0,35	0,42	1,55	1,12	1,23	0,19	0,31	-0,48	-0,97
1999	-0,47	-1,15	-1,34	-1,01	-0,88	0,17	1,44	1,76	2,05	1,55	1,78	1,21
2000	1,56	0,92	-0,88	-1,46	-1,58	-1,64	-1,46	-1,10	-0,30	1,24	1,59	1,79
2001	0,37	-0,89	-1,92	-0,74	-1,39	-1,70	-1,61	-0,46	0,86	1,71	1,27	1,42
2002	-0,13	0,31	0,61	1,30	1,34	1,09	0,17	-0,38	-0,78	-0,82	-0,98	-0,79
2003	-1,02	0,35	0,17	1,14	0,69	1,17	1,25	1,52	1,08	-0,20	0,51	1,06
2004	1,72	0,19	-0,06	-0,31	-0,19	-0,65	0,25	0,16	0,71	-0,33	-0,03	0,56
2005	1,58	0,85	0,63	-0,86	-0,26	-0,41	-0,67	0,44	0,48	1,27	-1,35	-1,03
2006	0,99	1,55	1,12	1,24	0,27	0,18	-0,17	-0,31	-0,05	-0,93	0,43	-0,55
2007	-0,75	-1,20	-1,28	-0,90	-0,86	-1,18	-0,92	-1,17	-0,90	-1,37	-1,06	-0,27
2008	-0,26	0,47	-1,71	-1,69	-1,62	-1,42	-1,36	-1,85	-1,81	-0,86	0,40	1,26
2009	-0,07	0,53	0,19	1,31	0,95	0,32	-0,97	-0,89	0,23	0,65	0,18	-1,04
2010	0,27	1,20	1,40	0,50	-0,68	-0,24	-0,38	-0,08	-0,69	0,11	0,36	-0,07
2011	-1,42	0,70	0,22	-0,43	-0,32	-0,05	-0,21	-0,45	-0,49	0,15	0,22	0,23
2012	1,00	0,59	0,44	-0,89	-1,26	-1,29	-1,45	-1,81	-1,96	-1,40	0,51	1,07
2013	1,41	0,03	-0,63	0,06	-0,53	0,32	-0,01	0,40	-0,84	-1,41	-1,83	-1,35
2014	-0,76	1,08	-0,45	0,54	-1,16	-1,15	-2,45	-1,93	-1,32	0,90	1,97	2,17
2015	0,62	-0,24	0,72	0,32	-0,12	-0,65	-1,40	-1,13	-0,42	1,03	1,25	1,67
2016	2,57	1,00	-0,96	0,78	1,81	1,87	1,88	1,47	1,48	0,55	1,10	2,05
2017	1,75	1,01	-0,84	0,56	-0,39	-0,47	-2,07	-1,69	-1,84	-1,42	-1,47	-1,29
2018	-1,16	-0,40	0,05	0,10	-0,02	-0,17	-0,88	-1,28	-1,72	-0,89	-0,16	0,26
2019	-0,30	-0,39	-1,57	0,34	-1,14	-0,74	-2,58	-1,96	-1,48	-0,20	0,29	-0,11

Приложение 21

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по данным МС Ит-Агар

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,48	0,34	-0,23	-0,47	-0,90	-1,50	-0,92	0,59	1,59	1,16
1977	-0,30	-0,82	-0,77	-1,93	-1,41	-1,34	-0,92	-0,99	-1,17	0,40	0,34	1,73
1978	0,26	0,12	-0,68	-0,11	1,01	1,15	0,56	-0,63	-1,53	-1,39	-0,73	0,54
1979	1,25	0,72	-0,22	0,08	0,36	1,07	-0,47	-0,63	-1,18	-0,62	-1,16	-1,55
1980	-1,31	-0,03	-0,38	0,27	0,19	0,93	-0,09	-0,63	-1,20	-0,41	0,39	0,17
1981	-0,71	-1,68	-1,09	-0,39	-0,06	0,72	1,51	1,76	1,70	1,07	0,33	-1,16
1982	-2,03	-1,79	-1,40	-1,66	-1,78	-1,50	-0,59	0,53	1,08	1,01	1,06	0,16
1983	-0,07	-1,51	-0,85	-1,04	-0,04	0,13	-0,14	-0,93	-1,12	-0,86	-0,32	-0,27
1984	-0,33	-0,42	0,80	1,33	1,66	0,38	-1,13	-2,09	-1,72	-0,69	1,20	1,04
1985	1,25	0,63	0,74	-0,40	-0,76	-1,09	-1,22	-0,98	-1,14	-0,13	-0,63	0,04
1986	-1,38	-1,56	-1,71	-0,94	-0,23	0,36	-0,55	-0,81	-1,51	-0,55	-0,68	0,80
1987	0,66	1,26	1,34	1,86	0,73	0,23	0,58	0,63	1,15	0,79	1,36	1,19
1988	0,85	0,61	1,17	-0,11	1,76	0,84	1,13	0,06	-0,07	-0,15	-0,92	-0,94
1989	-0,64	0,02	-0,64	-0,73	-0,90	-0,50	-0,90	-0,87	-0,66	-0,10	0,11	0,55
1990	0,91	0,58	0,51	0,74	0,93	-0,28	0,05	0,01	0,29	-0,65	-1,16	-0,38
1991	-0,04	0,05	-0,22	-0,61	-0,39	0,39	0,90	0,47	-0,09	-0,35	-0,52	0,31
1992	-0,04	0,88	0,14	0,24	0,60	1,84	1,25	1,28	-0,19	0,02	-1,16	-0,50
1993	-0,08	2,20	1,83	0,89	0,29	0,06	0,33	0,38	0,27	0,62	0,85	1,69
1994	1,86	1,03	-0,40	0,33	-0,49	-0,65	-1,27	-1,44	-1,14	-1,59	0,82	1,45
1995	2,07	-0,36	-1,47	-1,85	-1,95	-1,99	-1,80	-1,54	-1,53	-1,74	-1,50	-1,68
1996	-1,65	-0,83	0,35	0,69	0,23	-0,39	-0,10	-0,43	-0,51	-1,08	-0,86	-0,91
1997	-1,31	-1,17	-0,11	-1,05	-0,90	-1,02	-0,94	-0,92	-1,33	-1,71	-1,62	-1,19
1998	0,68	1,47	1,66	0,89	0,92	1,40	1,52	1,30	0,68	0,45	-0,38	-0,79
1999	-1,07	-0,76	-0,31	0,04	0,03	0,99	1,42	1,54	1,32	0,48	0,80	-0,32
2000	0,06	-1,54	-1,61	-1,41	-1,28	-1,04	-0,60	0,03	0,41	1,54	1,47	1,52
2001	-0,52	-0,37	-1,24	-1,31	-1,69	-1,86	-1,81	-0,70	0,37	1,54	0,73	0,87
2002	-0,64	-0,30	0,28	1,29	2,07	2,06	1,38	0,63	-0,38	-1,01	-1,30	-0,23
2003	0,26	1,01	0,52	1,52	0,88	1,03	0,52	1,32	1,20	1,38	1,15	1,06
2004	0,85	-0,50	-0,08	-0,15	-0,03	-0,54	-0,09	-0,20	0,34	-0,32	-0,34	0,42
2005	0,74	0,69	-0,23	-0,42	0,37	-0,13	-0,15	-0,13	0,33	0,38	-0,69	-0,88
2006	-0,09	0,29	0,42	-0,12	-0,74	-0,51	-0,57	-0,84	-0,39	-0,09	0,90	0,36
2007	-0,50	-0,61	0,04	0,04	0,01	0,01	0,48	0,32	-0,16	-1,04	-1,30	-1,17
2008	-0,61	-0,07	-0,59	0,22	-0,35	-0,04	-0,31	-0,29	-0,19	0,18	1,12	1,48
2009	1,05	0,30	0,63	1,06	0,31	0,08	-0,18	0,46	1,71	1,79	1,44	-0,75
2010	-0,02	0,62	1,55	0,91	0,44	0,86	1,19	1,38	1,28	0,89	-0,04	-1,46
2011	-2,33	-0,75	0,71	0,42	-0,24	0,61	0,58	0,61	-0,18	0,35	1,88	2,00
2012	2,00	0,21	0,50	-0,19	-0,78	-0,82	-0,59	-0,92	-1,23	-1,47	-0,75	-0,42
2013	0,16	-0,11	-0,49	-0,35	0,16	1,73	1,31	1,50	0,17	0,03	-1,25	-1,03
2014	0,49	1,40	0,31	0,41	-1,17	-0,56	-1,46	-0,82	-1,18	0,30	1,03	1,33
2015	0,58	0,00	0,26	-0,10	0,19	0,14	-0,79	-0,96	-0,59	0,84	1,18	1,01
2016	0,60	-0,89	-1,19	-0,30	1,20	1,52	2,36	1,76	1,83	0,99	1,30	1,62
2017	1,39	2,15	0,84	0,89	-0,15	0,41	0,29	0,52	0,10	-0,07	-0,59	-0,37
2018	-0,97	-0,70	1,02	0,53	0,10	0,71	0,59	0,91	-0,40	0,21	0,20	0,15
2019	-0,50	-0,79	-1,13	1,13	0,41	0,92	-0,84	-0,65	-0,04	0,94	0,95	-0,11

Приложение 22

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по МС Сары-Таш

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			0,63	0,77	0,35	0,93	0,62	0,12	-0,78	-0,74	-0,29	-0,35
1977	-0,71	-0,69	-0,21	-0,80	-0,14	0,23	-0,28	-0,63	-1,48	-0,64	0,14	0,99
1978	1,04	0,31	-0,02	-1,30	-1,83	-2,63	-2,65	-2,49	-2,19	-1,60	-0,61	0,22
1979	0,18	-1,00	-1,25	0,19	0,29	-0,28	-1,56	-0,66	-0,41	-0,05	-1,78	-1,22
1980	-0,22	1,17	1,35	-0,06	-0,95	-0,29	-0,26	0,09	-0,78	-1,02	-1,04	-1,37
1981	-1,04	0,05	0,50	0,64	0,83	0,90	1,09	0,91	1,20	0,94	1,08	0,85
1982	0,11	-0,95	-0,69	-1,41	-1,93	-1,36	-0,98	0,10	-0,48	0,16	0,13	-0,07
1983	-0,65	-1,61	-1,79	-0,67	-0,35	0,48	0,36	0,25	-0,06	-1,00	-1,08	-2,01
1984	-1,73	-1,38	0,15	0,21	-0,46	-1,57	-1,75	-2,13	-1,59	-1,76	-0,16	0,31
1985	1,81	0,95				-0,66	-0,52	-0,37	-0,33	-0,39	-0,10	-0,72
1986	-0,48	-0,88	-0,34	-0,07	-0,16	0,35	-0,29	-0,45	-1,15	-1,07	0,04	0,51
1987	0,82	-0,68	-0,83	1,42	1,68	2,02	2,06	1,85	1,14	1,81	1,83	2,01
1988	-0,38	0,13	1,25	-0,02	1,32	0,44	0,71	-0,30	-0,30	-0,16	-0,76	-1,05
1989	-1,51	0,08	0,18	0,13	-0,50	0,32	0,33	0,71	0,58	0,23	0,09	-0,02
1990	1,33	1,13	1,00	-0,54	-0,82	-0,61	0,56	1,21	1,20	-0,42	-1,95	-1,16
1991	-0,02	1,13	2,11	1,49	0,52	-0,25	-0,46	0,31	0,71	1,26	0,58	1,49
1992	1,43	1,42	0,38	-0,87	-0,11	-0,56	-0,09	-0,39	-0,03	-0,61	-0,87	-1,29
1993	-0,89	0,25	0,73	-0,01	1,27	0,20	0,34	-0,16	0,75	1,31	1,54	1,48
1994	1,57	-0,12	-1,10	-0,59	-0,52	-0,48	-1,26	-1,56	-0,91	0,20	1,33	0,34
1995	0,28	-0,11	-0,49	0,40	0,38	0,89	0,14	-0,25	-0,95	-0,76	-0,90	-0,84
1996	-1,47	-0,34	1,54	1,54	1,83	1,68	1,28	0,44	-1,21	-0,94	-0,47	-0,14
1997	-1,01	-1,19	-1,20	-1,98	-0,87	0,37	0,33	-0,77	-1,93	-1,96	-1,49	-0,64
1998	-0,01	-0,28	0,24	0,56	0,65	0,68	0,37	0,66	0,24	-0,28	-1,77	-1,59
1999	-1,55	-1,48	0,55	0,80	1,12	0,19	1,23	1,78	2,45	1,10	0,81	0,24
2000	0,51	-1,07	-0,95	-0,74	-1,24	-0,56	-0,59	-0,16	-0,52	0,63	1,63	1,61
2001	0,12	-0,59	-1,71	-1,27	-1,60	-1,60	-0,89	0,00	0,72	0,77	0,09	0,51
2002	-0,48	-0,26	-1,45	-1,22	-1,06	-1,46	-1,32	-1,15	-0,04	-0,14	0,03	0,01
2003	-0,18	0,92	0,27	1,69	0,19	-0,12	-1,27	-0,30	0,60	1,46	1,19	0,29
2004	0,79	0,98	0,98	1,53	0,77	0,57	0,56	0,77	0,75	0,48	0,59	1,04
2005	0,25	0,34	-0,20	0,26	0,72	1,70	1,68	1,87	1,01	1,10	-0,34	0,37
2006	0,94	1,37	-0,23	-1,50	-1,29	-1,27	-1,59	-1,93	-1,52	-1,20	-0,68	-1,20
2007	-1,35	-1,32	0,10	0,00	-0,25	-1,12	-0,12	-0,15	0,18	-0,82	-0,84	0,14
2008	0,70	1,65	0,36	-0,38	-0,79	-0,70	-1,05	-0,89	-0,67	-0,02	0,44	0,60
2009	0,52	0,70	-0,65	-0,04	0,45	0,83	0,25	-0,38	-0,51	-0,90	-0,23	-0,43
2010	0,29	1,19	1,31	0,56	0,22	0,87	0,97	0,63	0,47	0,91	0,34	-0,59
2011	-1,30	-0,23	-0,63	-1,53	-0,93	-0,75	-0,55	-1,01	-1,11	-0,48	1,44	1,66
2012	1,67	-0,29	0,21	0,24	0,56	0,25	-0,27	-0,77	-0,70	-0,81	-0,86	-1,29
2013	-0,99	-0,84	-2,05	-2,01	-1,28	0,23	0,67	0,70	-0,25	-1,20	-2,13	-1,97
2014	-1,49	-0,89	-0,85	-0,17	-0,70	-0,04	-0,49	0,19	-0,66	-0,65	-1,15	-0,84
2015	-0,67	-1,15	-0,86	-0,99	-0,60	-0,80	-1,14	-0,79	0,00	0,19	0,05	-0,89
2016	-0,36	-1,53	-2,29	-2,20	-0,91	-0,92	0,10	-0,32	-0,33	-0,48	-0,31	1,61
2017	1,42	1,82	0,73	0,44	-1,33	-1,85	-1,67	-0,84	-0,47	-0,36	-0,99	-1,31
2018	-1,77	-1,08	-0,41	-0,43	-0,30	-0,73	-0,96	-1,37	-1,23	-0,99	1,08	0,74
2019	1,73	0,02	-0,41	-0,65	-1,36	0,22	-0,33	-0,09	-1,45	-1,51	-1,08	-0,95

Приложение 23

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по данным МС Суусамыр

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,10	0,67	0,49	0,10	-0,84	-1,61	-1,01	1,06	2,30	1,71
1977	0,92	-0,49	-0,32	-1,16	0,17	-0,36	0,12	-1,31	-1,37	0,44	1,55	2,18
1978	1,62	1,20	-0,02	1,05	1,22	1,21	-0,16	-1,29	-1,90	-1,39	-0,32	0,66
1979	0,67	0,01	0,26	1,49	1,30	1,42	-0,59	-0,81	-1,14	-0,64	-1,29	-2,43
1980	-2,53	-1,35	-0,05	0,73	1,06	1,19	0,21	-0,44	-0,59	0,19	0,27	-0,27
1981	-0,44	-0,81	0,58	0,97	0,67	1,09	0,93	1,78	0,62	0,38	-0,34	-0,93
1982	-1,25	-1,56	-1,91	-1,91	-2,21	-1,79	-0,51	0,69	1,52	0,92	0,80	0,06
1983	-0,61	-1,41	-1,32	-1,05	0,12	0,79	0,63	-0,91				-0,82
1984	-1,13	-1,15	0,17	0,95	1,29	0,64	-1,06	-1,98	-1,98	-1,21	1,49	1,13
1985	1,58	0,64	1,19	0,05	-0,18	0,20	0,19	-0,05	-0,87	0,04	0,21	0,63
1986	-0,40	-1,07	-1,61	-0,38	0,08	1,00	0,53	0,56	-0,62	0,73	0,33	0,98
1987	0,58	0,75	1,82	2,17	1,74	1,56	1,67	1,70	0,99	0,62	1,44	1,72
1988	1,68	1,61	1,07	0,68	2,06	1,94	2,15	0,73	0,64	0,42	0,26	0,56
1989	-0,43	-0,20	-0,71	-0,39	-0,20	0,17	0,50	0,47	0,98	1,35	1,58	1,41
1990	1,49	1,11	0,85	1,26	1,25	0,16	0,61	0,09	0,49	-0,65	-0,65	0,29
1991	0,55	0,06	-0,07	-1,02	-0,78	-0,44	0,19	0,18	-0,26	-0,23	-0,82	0,47
1992	0,36	1,55	0,43	0,19	0,08	0,44	-0,15	0,29	-0,21	0,38	-0,77	-0,54
1993	-0,60	0,39	0,49	0,52	0,81	0,87	0,78	0,30	0,10	0,74	0,87	1,00
1994	0,78	-0,80	-0,79	0,05	-0,22	-0,96	-1,89	-1,50	-1,08	-0,98	-0,12	-0,23
1995	0,04	-1,20	-1,05	-0,94	-1,12	-1,11	-1,06	-1,14	-1,10	-0,88	-0,61	-0,76
1996	-1,57	-0,33	0,08	0,81	0,33	0,34	-0,03	-0,37	-0,63	-0,85	-0,86	-0,59
1997	-1,00	-0,88	-1,11	-1,69	-1,38	-1,16	-0,72	-1,18	-1,38	-2,09	-1,88	-1,26
1998	0,46	1,45	1,50	0,33	0,46	0,60	1,03	1,62	0,73	0,04	-1,42	-1,22
1999	-0,64	-0,25	-0,35	-0,02	-0,60	-0,48	0,08	0,52	0,73	-0,40	0,17	-0,16
2000	0,70	-0,43	-0,69	-1,36	-0,68	0,12	1,14	1,63	0,89	1,60	1,77	1,98
2001	1,78	1,29	-1,08	-0,64	-0,70	-1,23	-0,75	-0,09	1,50	1,85	1,05	0,87
2002	-0,20	-0,17	-0,22	0,41	0,96	1,35	1,33	0,26	-0,35	-1,20	-1,15	-0,35
2003	0,24	0,88	0,29	1,77	1,08	0,99	-0,38	0,13	0,35	0,92	0,52	0,18
2004	0,21	-0,06	1,32	0,74	0,56	-0,71	-0,37	-0,57	0,34	-0,14	-0,29	0,28
2005	0,09	0,45	0,34	-0,24	-0,22	-0,30	-0,51	-0,22	-0,28	0,02	-1,28	-1,59
2006	-1,05	-0,61	-0,30	-0,19	-0,47	-0,77	-1,49	-1,57	-1,37	-0,65	0,34	-0,26
2007	-1,89	-1,82	-0,57	-1,14	-0,94	-1,39	-0,60	-0,74	-0,62	-1,40	-1,19	-0,71
2008	-0,55	0,13	-0,33	-0,99	-1,68	-1,65	-1,93	-1,58	-1,38	-1,01	0,91	1,16
2009	1,35	0,39	0,53	0,51	0,17	-0,25	-0,04	0,46	1,90	1,47	0,48	-1,44
2010	-0,15	1,11	1,66	0,48	-0,14	-0,18	-0,11	-0,06	0,14	0,25	-0,63	-1,31
2011	-2,61	-1,11	-1,80	-1,85	-1,06	-0,31	0,33	-0,52	-0,64	-0,38	1,01	0,84
2012	1,02	-0,42	0,76	-0,20	-0,80	-1,45	-1,78	-1,62	-1,55	-1,47	-0,41	0,17
2013	0,20	-0,49	-1,60	-1,51	-1,15	-0,24	0,13	-0,34	-1,12	-1,70	-1,38	-0,91
2014	0,81	0,54	0,55	-0,13	-1,22	-0,99	-1,87	-1,18	-1,10	0,74	1,48	1,31
2015	0,72	0,19	0,81	0,48	-0,08	-0,73	-2,11	-1,63	-1,22	0,22	0,81	0,50
2016	0,16	-0,91	-1,91	-1,17	0,40	0,49	1,59	0,44	0,94	1,17	1,43	1,77
2017	1,11	2,00	0,85	1,25	0,29	0,63	0,06	-0,05	-0,05	0,39	0,14	0,07
2018	-0,01	0,93	1,91	0,81	0,68	0,43	0,50	0,68	-0,10	0,38	0,17	0,60
2019	0,59	-0,01	-0,65	-0,13	-0,49	0,45	-0,16	-0,55	0,55	1,45	1,65	-0,27

Приложение 24

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по данным МС Чаткал

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,18	0,11	-0,31	-0,15	-0,63	-1,22	-0,81	0,55	0,78	0,22
1977	-0,43	-0,72	-0,77	-1,76	-0,98	-0,55	0,14	-0,33	-0,78	1,09	1,06	1,49
1978	0,66	0,17	-0,38	0,20	1,05	1,24	0,80	-0,58	-1,35	-1,23	-0,36	1,22
1979	1,63	1,38	-0,20	0,76	1,10	1,28	-0,71	-0,16	-0,46	-0,06	-1,50	-0,92
1980	-0,58	0,31	0,54	0,71	0,28	0,35	-0,74	-0,38	-0,85	0,09	0,49	-0,04
1981	-0,58	-0,92	0,01	0,08	-0,06	0,77	1,74	2,09	1,50	0,11	-0,43	-1,24
1982	-1,46	-1,62	-1,20				-0,91	-0,32	0,35	0,46	0,69	-0,01
1983	-0,52	-1,47	-1,34	-1,31	-0,66	-0,26	0,11	-0,63	-1,26	-1,62	-1,46	-1,57
1984	-1,59	-0,95	0,13	-0,04	-0,33	-0,87	-1,55	-2,21	-1,95	-1,42	0,14	0,10
1985	0,54	-0,42	-0,14	-1,00	-1,13	-1,35	-1,47	-1,12	-1,07	-0,61	-0,81	-0,68
1986	-1,14	-1,43	-1,78	-1,00	-0,59	-0,32	-0,68	-0,85	-1,09	-0,97	-0,93	-0,40
1987	-0,25	-0,40	0,03	0,82	0,73	0,45	0,39	0,59	0,50	0,27	0,20	0,14
1988	-0,56	-0,47	-0,56	-0,96	-0,73	-0,71	-0,64	-0,69	-0,53	-0,15	-0,94	-0,86
1989	-0,99	-0,54	-0,70	-0,75	-0,44	-0,28	-0,06	-0,43	-0,29	-0,39	-0,18	0,92
1990	1,26	1,18	0,27	0,22	0,26	-0,13	0,39	0,52	0,28	-0,27	-0,91	-0,29
1991	-0,65	-0,50	-0,86	-1,31	-0,36	0,80						
1992			-0,25	0,14	0,80	1,25	1,81	1,68	1,70	0,95	0,21	-0,20
1993	-0,71	1,00	1,33	1,55						0,46	1,83	1,91
1994	2,01	0,34	-0,08	0,27	0,32	0,64	0,14					
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000			-1,16	-1,34	-1,41	-1,33	-0,84	-0,46	0,10	1,63	1,45	1,27
2001	-0,40	-0,36	-0,63	-0,96	-1,35	-1,47	-1,24	0,23	0,92	2,07	1,30	1,30
2002	-0,01	0,21	0,56	1,03	1,55	1,68	1,26	0,43	-0,74	-1,43	-1,84	-0,28
2003	0,50	0,91	0,74	1,13	1,33	1,25	0,38	0,03	-0,48	-0,55	0,26	0,70
2004	1,22	0,72	1,18	0,52	0,14	-0,81	0,42	0,89	0,99	-0,29	-0,04	0,77
2005	1,22	1,71	1,56	1,17	1,21	0,48	0,22	0,51	0,70	0,61	-0,26	-0,22
2006	0,87	1,12	1,30	0,03	-0,81	-0,79	-0,03	-0,23	-0,21	0,54	1,13	0,67
2007	-0,53	-0,99	0,23	0,46	0,60	0,21	0,19	-0,18	-0,79	-1,45	-0,96	-0,27
2008	0,32	0,13	-0,85	-1,33	-1,78	-1,56	-1,56	-1,39	-0,77	0,71	1,54	1,61
2009	1,21	0,45	0,88	1,08	1,31	1,22	0,81	0,77	0,91	0,42	-0,04	-1,18
2010	0,21	1,55	1,96	1,76	1,35	1,06	1,23	0,86	1,30	1,05	0,52	-1,63
2011	-2,92	-0,37	0,65	-0,04	-1,06	0,07	0,87	1,11	-0,77	-0,71	1,40	1,41
2012	1,57	-0,19	0,62	0,16	0,28	-0,38	-0,17	-0,91	-0,98	-1,41	-1,10	-0,79
2013	0,09	-0,56	0,29	-0,01	0,11	-0,30	-0,41	0,48	-0,03	-0,51	-1,55	-1,08
2014	0,18	0,22	0,23	-0,61	-1,15	-0,76	-1,04	-0,60	-1,01	0,03	0,80	0,73
2015	0,36	-0,16	0,10	-0,54	-0,75	-0,69	-0,92	-0,50	0,22	1,28	1,14	0,68
2016	0,03	-1,28	-1,89	-1,64	-0,57	-0,03	1,24	0,79	0,42	-0,07	0,16	0,70
2017	0,76	1,32	0,47	0,52	-0,06	0,35	-0,16	-0,65	-0,43	0,00	-0,42	-0,39
2018	-0,89	-0,25	0,23	-0,05	-0,28	-0,25	-0,14	0,08	-0,51	-0,16	0,84	0,51
2019	0,49	-1,20	-1,26	-0,02	0,02	0,55	-0,20	-0,09	0,34	-0,20	-0,19	-1,38

Приложение 25

Стандартизованный индекс осадков и эвапотранспирации за 3 месяца (СИО-ЭЗ) по данным МС Чон-Ашу

Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976			-0,36	0,03	0,76	0,66	1,02	0,13	1,14	0,70	1,38	-0,55
1977	0,20	0,72	-0,12	-0,45	-1,18	-0,26	-0,08	0,28	0,51	0,55	0,80	0,88
1978	0,39	-0,69	-1,13	-1,22	-1,14	0,19	0,32	-0,40	-1,51	-1,34	-0,55	1,42
1979	1,37	0,25	0,40	1,72	2,80	1,84	0,44	0,82	1,33	1,21	0,61	-0,94
1980	-1,27	-1,05	-0,25	0,74	0,72	0,78	-0,34	0,93	0,31	0,69	-0,76	-0,80
1981	0,25	0,17	0,38	-0,13	0,46	1,57	2,00	2,48	1,69	1,34	0,81	1,15
1982	-0,58	-0,31	-0,15	-0,90	-1,09	-0,77	-0,63	-0,03	0,06	0,45	-0,47	-1,23
1983	-1,21	-1,79	-1,32	-0,68	-0,17				0,09	0,19	0,66	-1,22
1984	-1,55	-0,20	1,05	1,37	0,73	0,73	0,18	-0,98	-1,17	-1,61	-0,14	-0,39
1985	0,07	0,75	0,97	0,44	0,02	-0,62	0,47	0,59	0,52	-0,56	-0,92	-0,62
1986	-0,37	-1,33	-0,27	-0,20	1,39	0,90	0,67	0,15	-0,34	-0,02	-0,43	0,67
1987	1,16	-0,02	1,78	1,57	1,24	0,81	0,84	0,62	-0,11	0,01	1,46	1,44
1988	0,56	0,31	0,67	-0,35	0,26	-0,16	-0,12	0,73	1,57	2,11	0,94	-0,15
1989	-1,19	-1,15	-0,99	-0,69	-0,92	0,20	1,03	1,47	1,62	0,56	-0,04	-0,97
1990	-1,17	-0,63	-0,57	-0,31	0,38	-0,01	1,33	1,39	1,32	-0,05	-0,86	-0,24
1991	-0,81	-0,43	0,65	0,01	-1,29	-1,08	-1,16	-0,57	-1,05	-0,94	-1,43	-0,74
1992	-0,56	-0,18	-0,40	-0,09	-0,83	-0,59	-0,81	-0,32	-0,05	-0,03		
1993												
1994								-1,86	-1,56	-1,14	-1,34	-1,70
1995	-1,14	-0,21	0,39	-0,53	-1,17	-1,56				-1,20	-0,43	-0,37
1996	-1,83	-1,51	-0,76	-0,97	-1,08	-1,04	-1,61	-1,44	-1,50	-0,56	-0,31	0,90
1997	0,53	-0,27	-1,34	-3,18	-2,11	-1,84	-1,81	-1,88	-1,98	-2,34	-2,10	-1,85
1998	-0,06	0,30	0,11	0,39	-0,26	-0,61	-1,00	-0,12	0,63	0,34	-0,99	-0,28
1999	1,08	1,03	0,09	-0,21	-0,65	-1,43	-0,94	-0,75	-0,46	-0,80	-1,17	-0,48
2000	0,17	0,65	-1,26	-0,04	-0,10	-0,22				1,88	1,73	0,85
2001	0,64	-0,76	-1,75	-1,19	-1,22	-0,56	-0,27	0,11	0,73	0,84	0,52	0,83
2002	0,98	0,97	-1,21	1,53	1,53	1,06	-1,02	-1,12	-0,93	0,15	1,24	1,81
2003	0,45	0,80	0,33	1,38	1,10	1,60	1,13	0,70	0,13	-0,17	1,44	1,32
2004	1,19	-0,65	1,38	0,97	0,89	-0,68	-0,25	-0,30	0,20	-0,19	0,26	0,63
2005	1,58	1,66	1,01	-0,42	0,79	1,25	1,08	0,44	-0,11	0,57	0,38	0,96
2006	1,28	0,30	-0,47	-0,12	0,25	1,40	0,56	-0,58	-1,04	-0,71	0,12	-1,04
2007	-0,86	-1,30	-0,52	-0,71	-0,10	0,31	1,00	0,50	0,30	-0,55	-0,55	-0,53
2008	-0,17	0,88	-0,11	0,24	-0,64	-0,21	-0,35	0,33	0,26	0,72	0,33	1,00
2009	0,20	1,42	0,81	1,17	0,74	0,80	-0,16	0,00	1,05	1,24	1,36	-0,11
2010	1,33	1,96	1,97	1,85	1,61	0,72	-0,11	0,14	-0,22	0,51	-0,15	0,27
2011	0,49	1,07	0,67	-0,82	-0,63	0,42	0,29	0,90	0,01	0,64	-0,13	0,51
2012	1,43	1,25	0,72	-0,09	-1,32	-0,24	-0,49	-0,46	-0,76	-0,26	0,83	1,68
2013	2,15	0,73	-1,99	-0,72	-1,37	0,43	-1,51	-0,69	-1,45	-0,66	-1,52	-1,43
2014	-0,48	-0,24	-1,30	-0,95	-2,00	-1,45	-1,47	-0,86	-0,31	0,66	2,13	2,16
2015	2,34	0,18	0,50	0,26	0,18	1,31	0,17	0,41	-0,23	0,81	0,46	-0,47
2016	0,65	0,45	0,18	1,36	3,52	2,03	1,07	-0,50	0,09	1,43	3,39	4,75
2017	4,12	1,20	0,53	1,59	0,64	0,07	-1,94	-1,46	-1,72	-1,35	-0,89	-0,22
2018	1,40	1,14	0,88	0,44	-1,21	-0,81	-1,28	-0,99	-1,29	-1,27	-0,69	0,26
2019	1,18	0,93	-0,26	0,46	-1,15	-0,86	-1,43	-1,07	-0,92	-0,33	-0,05	0,70

Приложение 26

Коэффициент линейного тренда СИО и СИО-Э за 3 и 12 месяцев (за каждые 10 лет), р-значение (при P-Value≤0,05 тренд статистически значимый)

Станции	spi,3	P_Value	spei,3	P_Value	spi,12	P_Value	spei,12	P_Value
Ак-Терек	0,00	0,11	0,00	0,32	0,01	0,01	0,00	0,06
Ала-Арча	0,00	0,52	0,00	0,11	0,00	0,88	-0,01	0,00
Байтык	0,00	0,82	-0,01	0,02	-0,01	0,06	-0,02	0,00
Балыкчи	0,01	0,04	-0,01	0,01	0,00	0,18	-0,01	0,01
Баткен	0,00	0,80	-0,01	0,00	0,00	0,49	-0,02	0,00
Бишкек	0,00	0,08	0,00	0,20	0,01	0,02	-0,01	0,00
Чаяк	0,01	0,01	0,00	0,89	0,01	0,00	0,00	0,59
Чаткал	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00
Чолпон-Ата	0,00	0,78	-0,01	0,01	0,00	0,39	-0,01	0,00
Чон-Ашуу	0,00	0,62	0,00	0,35	-0,01	0,01	-0,01	0,11
Исфана	0,00	0,13	0,00	0,77	0,01	0,01	0,00	0,74
Иссык-Ата	0,00	0,59	0,00	0,23	0,00	0,74	-0,01	0,00
Ит-Агар	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00
Жалал-Абад	0,00	0,55	0,00	0,61	0,00	0,64	0,00	0,49
Жаны-Жер	0,00	0,08	0,00	0,18	0,01	0,00	-0,01	0,01
Кара-Балта	0,00	0,97	0,00	0,37	0,00	0,95	-0,01	0,01
Кара-Суу	0,00	0,36	0,00	0,49	0,00	0,14	0,00	0,69
Кызыл-Адыр	0,00	0,11	0,00	0,84	0,01	0,00	0,00	0,65
Кызыл-Суу	0,01	0,05	-0,01	0,01	0,01	0,01	-0,02	0,00
Нарын	0,01	0,00	-0,01	0,07	0,01	0,00	-0,01	0,00
Ноокат	0,01	0,01	0,00	0,42	0,02	0,00	0,00	0,75
Пача-Ата	0,01	0,01	0,00	0,20	0,01	0,00	0,01	0,00
Сары-Таш	0,00	0,32	0,00	0,16	0,01	0,04	-0,01	0,08
Суусамыр	0,00	0,90	0,00	0,11	-0,01	0,07	-0,01	0,00
Талас	0,00	0,81	-0,01	0,02	0,00	0,77	-0,01	0,00
Тео-Ашуу	0,00	0,30	0,00	0,79	0,00	0,07	0,00	0,48
Токмак	0,00	0,27	0,00	0,19	0,01	0,06	-0,01	0,03
Токтогул	0,01	0,00	0,00	0,86	0,02	0,00	0,00	0,20
Узген	-0,02	0,00	-0,02	0,00	-0,03	0,00	-0,03	0,00

Приложение 27

Список глобальных климатических моделей международного проекта CMIP6

No	Модель	Институт-разработчик модели	Разрешение (долгота-широта), градусы
1	ACCESS-CM2	CSIRO (Государственное объединение научных и прикладных исследований, Австралия), ARCCSS (Австралийский научно-исследовательский центр передовых технологий в области климатических наук)	1.875x1.25
2	ACCESS-ESM1-5	CSIRO (Государственное объединение научных и прикладных исследований, Австралия)	1.875x1.25
3	AWI-CM-1-1-MR	Институт Альфреда Вегенера, Центр полярных и морских исследований им. Гельмгольца, Германия	0.938
4	BCC-CSM2-MR	Пекинский Климатический Центр, Китай	1.125
5	CAMS-CSM1-0	Китайская Академия Метеорологических Наук, Китай	1.125
6	CESM2-WACCM	Национальный центр атмосферных исследований, Лаборатория геофизической гидродинамики, США	1.25x0.94
7	CIESM	Отдел Наук о Земле, Университет Цинхуа, Китай	1.25
8	CanESM5	Канадский центр моделирования и анализа климата, окружающей среды и изменения климата, Канада	2.8125
9	EC-Earth3	EC-Earth consortium, Европейский Союз	0.703
10	EC-Earth3-Veg		
11	INM-CM4-8	Институт Вычислительной Математики, Российская Академия Наук, Россия	2x1.5
12	INM-CM5-0		
13	FGOALS-f3-L	Китайская Академия Наук, Китай	1.25x1
14	FGOALS-g3		2

15	FIO-ESM-2-0	ФИО (Первый институт океанографии, Министерство природных ресурсов, Китай), QNLM (Национальная лаборатория морских наук и технологий Циндао, Китай)	1.25x0.94
16	GFDL-ESM4	Национальное управление океанических и атмосферных исследований, Лаборатория геофизической гидродинамики, США	1.25
17	IPSL-CM6A-LR	Институт Пьера Симона Лапласа, Франция	2x1.268
18	KACE-1-0-G	Национальный институт метеорологических наук / Корейское метеорологическое управление, Отдел климатических исследований, Республика Корея	1.875x1.25
19	MIROC6	JAMSTEC (Японское Агентство океанологии и наук о Земле и Технологии, Япония), AORI (Исследовательский институт океана и атмосферы, Университет Токио, Япония), NIES (Национальный институт экологических исследований, Япония), and R-CCS (RIKEN Центр вычислительных наук, Япония)	1.406
20	MPI-ESM1-2-HR	Институт метеорологии им. Макса Планка, Германия; Метеорологическая служба Германии, Германия; Немецкий климатический вычислительный центр, Германия	0.938
21	MPI-ESM1-2-LR	Институт метеорологии им. Макса Планка, Германия; Alfred Wegener Institute, Helmholtz Centre for Polar and Marine Research, Am Handelshafen 12, 27570 Bremerhaven	1.875
22	MRI-ESM2-0	Метеорологический Исследовательский Институт, Япония	1.125
23	NESM3	Нанкинский университет информационных наук и технологий, Китай	1.875
24	NorESM2-LM	Консорциум по моделированию климата NorESM, состоящий из CICERO (Центр международных исследований климата и окружающей среды, Осло), MET-Norway (Норвежский метеорологический институт, Осло), NERSC (Центр окружающей среды и дистанционного зондирования Нансена, Берген), NILU (Норвежский институт исследования воздуха, Хьеллер), UiB (Университет Бергена, Берген), UiO (Университет Осло, Осло) и UNI (Исследовательский институт, Берген), Норвегия.	2.5x1.89
25	NorESM2-MM		1.25x0.94

Приложение 28

Общий балл по четырем статистикам (максимум – 8, балл присваивается в случае попадания топ-10 (± 1) моделей): корреляция годового хода и межгодовой изменчивости, средней разницы по модулю между моделью и данными наблюдений годового хода и межгодовой изменчивости осадков и температуры.

Модели/ MC	Ала- Арча	Байт ык	Ит- Агар	Сары- Таш	Сууса мыр	Тянь- Шань	Чатк ал	Чон- Ашу	Об щее
ACCESS- CM2	5	7	4	3	3	3	3	3	31
ACCESS- ESM1-5	5	7	4	2	4	2	3	4	31
AWI-CM-1- 1-MR	2	5	2	2	2	5	4	4	26
BCC- CSM2-MR	6	3	6	4	5	3	3	2	32
CAMS- CSM1-0	4	1	5	6	4	4	6	4	34
CanESM5	1	2	2	5	3	5	1	5	24
CESM2- WACCM	0	1	3	1	5	3	2	0	15
CIESM	4	4	2	4	1	2	2	2	21
EC-Earth3	2	1	4	2	3	5	3	7	27
EC-Earth3- Veg	2	2	3	2	3	5	4	6	27
FGOALS- f3-L	2	1	3	3	4	6	6	3	28
FGOALS- g3	2	1	3	1	5	3	7	7	29
FIO-ESM-2- 0	4	2	3	3	4	4	2	3	25
GFDL- ESM4	7	5	6	4	4	6	5	5	42
INM-CM4-8	5	5	4	3	5	4	5	7	38
INM-CM5-0	4	6	2	2	3	2	4	6	29
IPSL- CM6A-LR	6	5	1	3	2	4	0	0	21
KACE-1-0- G	3	4	2	6	3	4	3	4	29
MIROC6	4	5	4	1	2	2	0	3	21
MPI-ESM1- 2-HR	2	4	3	2	0	2	3	2	18
MPI-ESM1- 2-LR	3	1	4	3	0	1	1	0	13
MRI-ESM2- 0	4	5	4	5	3	2	3	2	28
NESM3	4	2	4	4	1	2	2	0	19
NorESM2- LM	1	2	1	5	5	2	3	1	20
NorESM2- MM	1	1	1	7	4	5	5	2	26