



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра инженерной гидрологии

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(магистерская диссертация)

На тему **Расчет внутригодового  
распределения стока в районах  
с различными типами климата**

Исполнитель \_\_\_\_\_ Носач Валерия Павловна \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель \_\_\_\_\_ кандидат географических наук, доцент \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ Сикан Александр Владимирович \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (подпись) \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ кандидат географических наук, доцент \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ Гайдукова Екатерина Владимировна \_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

«26» мая 2025г.

Санкт-Петербург  
2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                            | 4  |
| 1 ТИПЫ КЛИМАТА НА ЗЕМЛЕ .....                                                            | 5  |
| 1.1 Климат и климатические пояса .....                                                   | 5  |
| 1.2 Факторы, влияющие на формирование климата.....                                       | 5  |
| 1.3 Классификация П.Б. Алисова .....                                                     | 6  |
| 1.3.1 Экваториальный климат .....                                                        | 8  |
| 1.3.2 Тропический климат .....                                                           | 8  |
| 1.3.3 Умеренный климат.....                                                              | 9  |
| 1.3.4 Полярный (арктический и антарктический) климат .....                               | 11 |
| 1.3.5 Субэкваториальный климат .....                                                     | 12 |
| 1.3.6 Субтропический климат .....                                                        | 12 |
| 1.3.7 Субарктический и субантарктический климаты.....                                    | 14 |
| 1.4 Влияние климатических факторов на внутригодовое распределение<br>речного стока ..... | 14 |
| 2 МЕТОДЫ РАСЧЕТА ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА<br>.....                             | 20 |
| 2.1 Метод среднего распределения стока за годы характерной градации<br>водности .....    | 21 |
| 2.2 Метод реального года .....                                                           | 24 |
| 2.3 Метод компоновки сезонов.....                                                        | 27 |
| 2.4 Новый (ранговый) метод .....                                                         | 31 |
| 3 ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА НА МАТЕРИКАХ<br>ЗЕМЛИ .....                          | 37 |
| 3.1 Северная Америка .....                                                               | 37 |
| 3.1.1 Канада – река Уэйл .....                                                           | 39 |
| 3.1.2 Соединенные Штаты Америки – река Колорадо .....                                    | 42 |
| 3.2 Центральная Америка.....                                                             | 45 |
| 3.2.1 Панама – река Табасара .....                                                       | 45 |

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| 3.3 Южная Америка .....                              | 48  |
| 3.3.1 Бразилия – река Пирайба-ду-Сул .....           | 50  |
| 3.3.2 Уругвай – река Негро.....                      | 53  |
| 3.4 Африка.....                                      | 57  |
| 3.4.1 Мадагаскар – река Мандраре .....               | 60  |
| 3.4.2 Лесото – река Малибаматсо .....                | 62  |
| 3.4.3 Кения – река Тана.....                         | 66  |
| 3.4.4 Габон – река Огове.....                        | 69  |
| 3.4.5 Египет – река Нил .....                        | 72  |
| 3.4.6 Мали – река Нигер .....                        | 75  |
| 3.4.7 Марокко – река Уерга .....                     | 78  |
| 3.5 Европа.....                                      | 81  |
| 3.5.1 Нидерланды, Бельгия, Франция – река Маас ..... | 81  |
| 3.5.2 Португалия, Испания – река Дуэро .....         | 85  |
| 3.5.3 Франция – река Луара.....                      | 88  |
| 3.5.4 Турция, Сирия, Ирак – река Ефрат.....          | 91  |
| 3.5.5 Венгрия – река Тиса.....                       | 94  |
| 3.5.6 Норвегия, Швеция – река Гломма .....           | 97  |
| 3.7 Азия.....                                        | 100 |
| 3.7.1 Шри-Ланка – река Джингага.....                 | 101 |
| 3.7.2 Таиланд – река Чи .....                        | 104 |
| 3.7.3 Индия – река Годавари .....                    | 107 |
| 3.7.4 Малайзия – река Келантан .....                 | 109 |
| 3.7.5 Япония – река Тоне .....                       | 112 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                     | 115 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....               | 116 |

## ВВЕДЕНИЕ

Цель настоящей работы – Исследование особенностей внутригодового распределения речного стока в районах с различными типами климата.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Собрать гидрометеорологические данные для бассейнов рек, протекающих в различных географических зонах;
- Выбрать и обосновать единый метод расчета ВГРС, выполнить расчет ВГРС, провести сравнительный анализ расчетных гидрографов.

Работа состоит из 3 глав, введения и заключения.

В первой главе представлен подробный обзор, включающий типы климатов, факторы их формирования, классификацию П. Б. Алисова и, что немаловажно, анализ влияния климатических факторов на распределение речного стока в течение года.

Вторая глава посвящена рассмотрению различных методов расчета внутригодового распределения речного стока, включая метод среднего распределения стока за годы характерной градации водности, метод реального года, метод компоновки сезонов и новый (ранговый) метод.

Третья глава включает в себя анализ гидрологических данных. Выполнен расчет внутригодового распределения стока для 23 речных бассейнов мира. Для каждого бассейна представлены данные об осадках, температурах и результаты расчетов, полученные с применением нового (рангового) метода.

В заключении приводятся основные результаты проделанной работы.

Магистерская диссертация содержит 81 рисунков, 15 таблиц и список использованных источников из 70 наименований. Общий объем работы 123 страниц.

# 1 ТИПЫ КЛИМАТА НА ЗЕМЛЕ

## 1.1 Климат и климатические пояса

Из-за наклона земной оси наша планета освещается и нагревается неравномерно. На разные широты, от экватора до полюсов, приходится разное количество тепла. Территории Земли, отличающиеся по температуре и влажности воздуха, количеству и частоте осадков, можно разделить на условные пояса. Эти пояса называют климатическими.

Климат – устойчивый режим погоды на определённой местности, повторяющийся из года в год.

На Земле выделяют несколько основных типов климата, каждый из которых характеризуется определенными особенностями. Эти типы климата формируются в результате взаимодействия различных климатических факторов, таких как географическое положение, распределение солнечной радиации, рельеф местности и т. д.

## 1.2 Факторы, влияющие на формирование климата

Климатообразующие факторы представляют собой множество переменных, которые взаимодействуют между собой и определяют климатические условия в конкретной местности. Эти факторы включают в себя широкий спектр аспектов (от глобальных до местных) и влияют на температуру, осадки, ветры, влажность и другие характеристики климата:

- Географическая широта – самый главный фактор. Количество тепла, которое получает земная поверхность, зависит от угла падения солнечных лучей. Разная интенсивность и угол падения солнечных лучей по разным широтам влияют на температуру и сезонные колебания в разных регионах. Области, находящиеся ближе к экватору, обычно испытывают

более теплый климат, в то время как те, что дальше от экватора, характеризуются более холодными условиями.

- Близость к морям и океанам. Из-за разного количества испарений над океаном формируется влажный морской климат, а над сушей – сухой и резкий континентальный. Чем ближе к морю, тем больше выпадает осадков и тем меньше изменение годовых температур.

Ледяные поверхности (ледники и полярные льды) также влияют на климат.

- Океанические течения влияют на мягкость климата у берегов континентов. Тёплые течения делают климат более влажным и тёплым, а холодные – сухим и суровым.

- Преобладающие ветра переносят сухой или влажный воздух. От того, какие ветра преобладают на данной территории, зависит влажность климата.

- Рельеф и высота над уровнем моря. Горные хребты преграждают путь влажному и тёплому воздуху. Равнины создают благоприятные условия для перемещения воздушных масс. Кроме того, чем выше расположена территория, тем холоднее там воздух.

### 1.3 Классификация П.Б. Алисова

Согласно принятой в России классификации П.Б. Алисова, в каждом полушарии Земли выделяют по четыре основных климатических пояса, в зависимости от преобладающих воздушных масс. Названия поясов соответствуют их географии:

- экваториальный,
- тропический,
- умеренный,

- полярный (арктический и антарктический).

Поскольку Солнце обогревает полушария неравномерно, в зависимости от сезона границы климатических поясов смещаются. В результате образуются территории, на которые воздействуют то более холодные, то более тёплые воздушные массы. Климат на такой территории называют переходным. Названия переходных поясов имеют латинскую приставку «суб» («под»):

- субэкваториальный,
- субтропический,
- субарктический и субантарктический.

Климатические пояса Земли представлены на рисунке 1.1.

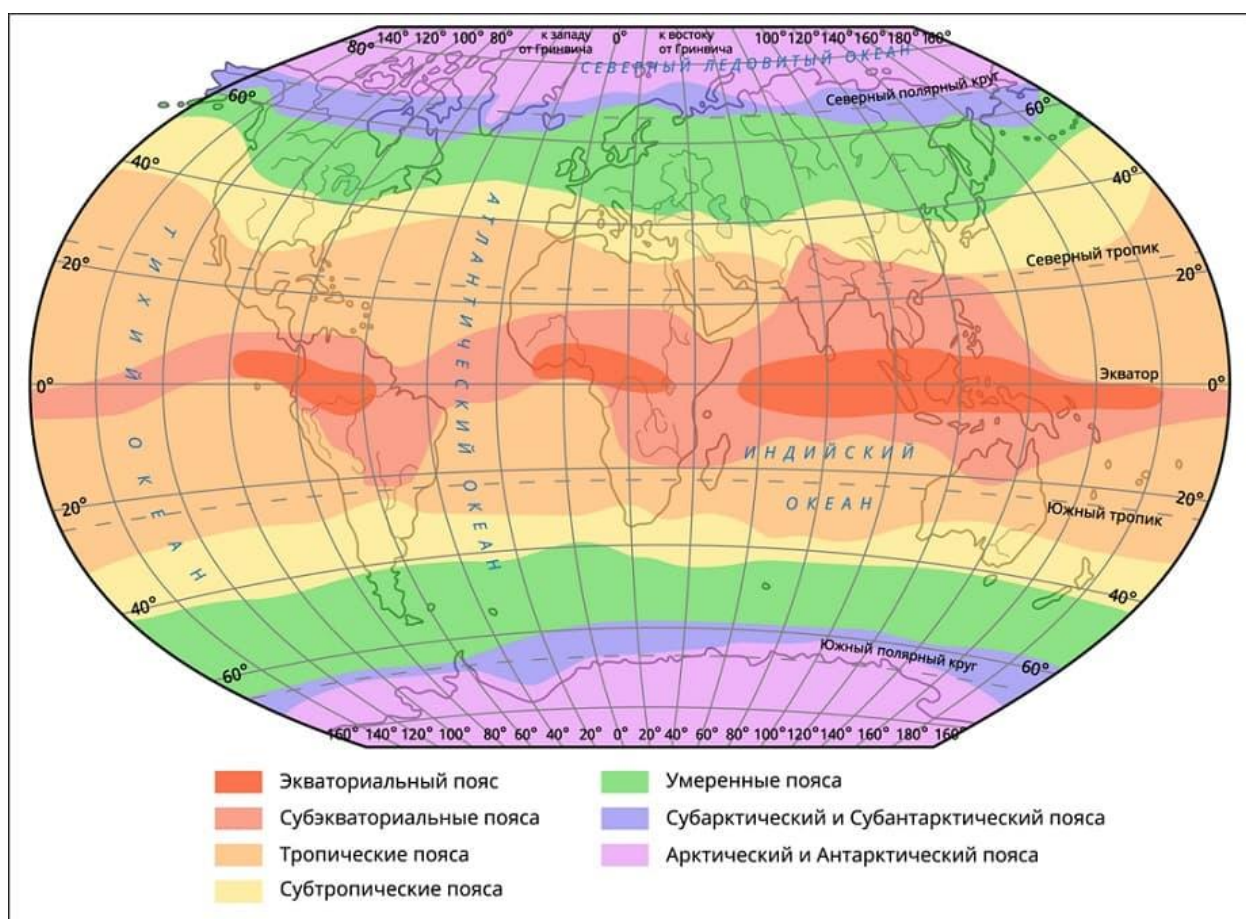


Рисунок. 1.1 – Климатические пояса Земли.

### 1.3.1 Экваториальный климат

В этом климатическом поясе сезоны не выражены. Весь год наблюдаются высокие температуры и обильные осадки из-за вертикального падения солнечных лучей, которое обеспечивает равномерный нагрев атмосферы и земной поверхности.

Среднемесячная температура на экваторе составляет от +24 до +28 °С, влажность воздуха очень высокая (80–90%), после полудня идут дожди, часто с грозами.

Характерной особенностью экваториального климата является также постоянство длительности дня и ночи в течение года, что связано с небольшим углом наклона земной оси относительно орбиты. Это приводит к тому, что сезонные изменения в продолжительности светового дня и ночи в этом регионе минимальны.

На материках в этом поясе растут густые вечнозелёные леса с невероятным разнообразием видов – более 3 тысяч растений.

Экваториальный пояс представлен не сплошной полосой, а формируется над тремя отдельными территориями:

- западом экваториальной Африки,
- северо-западной территорией Южной Америки,
- Зондскими островами.

### 1.3.2 Тропический климат

Тропический климатический пояс между экватором и умеренными широтами характеризуется высокой температурой и интенсивными осадками. Тянется сплошной полосой в Южном полушарии, а в Северном



прерывается над Индостаном и Индокитаем – территорией субэкваториального пояса.

Высокая влажность и сезонные дожди – типичные черты тропического климата. Сезонные дожди могут быть вызваны как сдвигами муссонных ветров, так и различиями в нагреве суши и океанов.

Несмотря на высокую влажность и обилие осадков, в тропических климатических условиях могут быть и периоды засухи. Это связано с переменчивостью муссонных ветров и другими факторами, влияющими на циркуляцию воздуха.

Важным элементом тропического климата является сильное воздушное движение, которое приводит к формированию гроз и штормов. Эти явления могут приносить сильные осадки за короткий промежуток времени и способны вызывать наводнения и другие стихийные бедствия.

Сезонная смена температуры в тропиках более ощутима, чем на экваторе. В континентальных районах она может достигать от 0 °С зимой до +40 °С летом. Из-за высокого атмосферного давления дожди здесь случаются редко. Поэтому в основном природа тропических поясов – это пустыни и полупустыни с достаточно бедной флорой и фауной (Северная Африка, Мексика, Центральная Австралия).

В прибрежных тропических районах климат мягче (+20–25 °С), осадков выпадает больше, очень часто наблюдается туман. Такие территории покрывают влажные тропические леса.

### 1.3.3 Умеренный климат

Умеренные климатические зоны охватывают значительную часть земной поверхности, раскинувшись между тропическими и полярными широтами. Эти регионы отличаются умеренными температурами и

сильными сезонными перепадами, создавая идеальные условия для богатого разнообразия флоры и фауны.

Смена сезонов в умеренных зонах (зима, весна, лето и осень) объясняется углом наклона земной оси и изменениями в солнечном излучении на протяжении года. Эти сезонные колебания сильно влияют на природные экосистемы, затрагивая и растительный и животный мир, а также человеческую деятельность.

По мере удаления от океана уменьшается влажность воздуха и увеличивается амплитуда годовых температур. В умеренном поясе выделяют пять климатических областей:

- Умеренный континентальный климат – формируется вдали от океана. Доходящие до этих территорий воздушные массы теряют большую часть своей влаги, поэтому осадки в таком климате редки. Это один из самых стабильных типов климата в умеренном поясе: летом температура колеблется от +12 до +24 °С. Зимой – от –4 до –24 °С.
- Континентальный климат – формируется на участках материков, недостижимых для океанических воздушных масс. В этом типе климата наблюдаются значительные перепады годовых температур – от +30 °С летом до –45 °С зимой. Влажность воздуха очень низкая, осадки редки.
- Резко континентальный климат – ещё более сухой и резкий, со слабыми ветрами и малым количеством осадков. В районах с резко континентальным климатом наблюдается затяжная и холодная зима (до –65 °С) и короткое лето с температурой не выше +25–30 °С. Этот тип климата характерен для внутренних областей Северной Америки (Канада) и Евразии (Центральная и Восточная Сибирь).
- Умеренный муссонный климат на восточном побережье Азии – это влажное дождливое лето (около +20 °С) и суровая сухая зима (до –25 °С). Для этого климата характерны хвойные и смешанные леса.

- Умеренный морской климат западных побережий сформирован тёплыми океаническими течениями. Температурная амплитуда здесь гораздо меньше, чем в глубине материков – от +12 до +16 °С летом и от 0 до +6 °С зимой. Максимум осадков приходится на лето. На территории прибрежных умеренных зон преобладают широколиственные леса.

Над океанами в умеренном поясе перепады атмосферного давления порождают мощные циклоны. В Южном полушарии «ревушие» сороковые океанические широты – зона непрекращающихся штормов и постоянных дождей.

Умеренные зоны также являются местом расположения ведущих аграрных территорий, производящих значительную долю сельскохозяйственной продукции благодаря благоприятным климатическим условиям и наличию достаточных водных ресурсов. Здесь активно выращивают зерновые, овощи, фрукты и орехи.

#### 1.3.4 Полярный (арктический и антарктический) климат

Арктический и антарктический пояса в высоких широтах около северного и южного полюсов – это крайне суровые и экстремальные климатические зоны, где преобладают арктические и антарктические условия.

В этих регионах характерно сильное похолодание. Снег и лёд хорошо отражают солнечные лучи, поэтому земля не прогревается, и осадки выпадают крайне редко. Даже летом, когда солнце не уходит с горизонта, температура не поднимается выше 0 °С. Средняя температура летом в Антарктике: –20 °С; зимой: –70 °С. Абсолютный минимум температуры на Земле зарегистрирован в Антарктиде: –89,2 °С.

Арктические и антарктические пояса играют важную роль в поддержании климатического баланса нашей планеты. Ледники и морской

лед этих районов влияют на глобальную температуру, климат, а также на процессы циркуляции в океанах и атмосфере.

Лишь немногие виды животных и растений приспособлены к жизни в таких условиях. Поэтому природа Заполярья представляет собой безжизненные ледяные пустоши.

#### 1.3.5 Субэкваториальный климат

Субэкваториальный климатический пояс расположен непосредственно к югу и северу от экватора. Над материками границы субэкваториального пояса шире. В этом поясе выражены два сезона года: летний сезон дождей, когда муссоны приносят тёплый и влажный воздух с экватора, и сухой зимний сезон, в который дуют сухие тропические ветра с континентов.

Вследствие этого летом влажность воздуха составляет 80%. Зимой она падает в два раза, и осадков почти нет. В зависимости от сезона и близости к океану средняя температура колеблется от +22 до +35 °C.

#### 1.3.6 Субтропический климат

Субтропический климатический пояс расположился между тропическим и умеренным поясами и характеризуется переходным климатом между ними. Летом ветра из тропиков приносят сухую и жаркую погоду, а зимой дуют влажные и прохладные ветра из умеренного пояса.

Субтропики часто представлены средиземноморским климатом с теплыми, сухими летними месяцами и дождливыми зимами. Но бывают и с более влажным климатом, что влияет на характер растительности и животного мира в этих регионах.

В этой климатической зоне выделяются четыре типа климата:

- Средиземноморский – считается наиболее комфортным для человека: не слишком жаркое лето (+22–27 °C) и тёплая зима (до +10 °C). Большинство осадков приходится на зимнее время. Этот климат характерен для всего средиземноморского побережья, юго-западных берегов Австралии и тихоокеанского берега Северной Америки (Калифорния).

- Материковый (континентальный) – распространён в Северной Америке и Центральной Азии. Температура воздуха летом – около +30 °C, а зимой может падать ниже нуля. Уровень влажности резко меняется в зависимости от сезона – 30–40% летом и до 70% зимой. В зимнее время иногда выпадает снег, но ненадолго. Из-за малого увлажнения почвы в этом климате преобладают степи и полупустыни.

- Муссонный (климат восточных берегов) – характерен для восточных побережий Азии. Лето здесь жаркое и влажное (до +25 °C), а зима умеренная (от 0 до +8 °C). Зима прохладная и относительно сухая, поскольку муссон приносит холодный воздух с материка. В конце лета и начале осени нередко случаются тайфуны – разрушительные ураганные ветра. В этой климатической зоне господствуют влажные бамбуковые леса, растут рис, чай и хлопок.

- Океанический – над океанами в субтропиках летом стоит преимущественно сухая и малооблачная погода, зато зимой циклоны вызывают сильные дожди и штормы. В восточных частях океанов из-за холодных течений лето более прохладное, чем в западных. Зимой, напротив, температуры на западе ниже, чем на востоке. В среднем температура воздуха над океанами в субтропическом поясе летом составляет +15–25°C, зимой – +5–15°C.

### 1.3.7 Субарктический и субантарктический климаты

К северу от умеренных поясов расположены субарктический и субантарктический пояса. Лето здесь короткое и холодное — благодаря воздушным массам из умеренных поясов воздух прогревается максимум до +5 °С. Зимой на полюсах холода (в точках, где регистрируются критически низкие температуры) термометры показывают –71 °С. Средняя температура зимы: –55 °С. Большую часть субполярных территорий покрывает тундра и вечная мерзлота. Земля покрыта снегом до девяти месяцев в году.

### 1.4 Влияние климатических факторов на внутригодовое распределение речного стока

Основные факторы внутригодового распределения стока могут быть выделены в результате анализа уравнения водного баланса водосбора за конечный промежуток времени.

Уравнение водного баланса относительно стока рассчитывается по формуле (1):

$$y = P - E \pm y_{\text{подз}} \pm \Delta S, \quad (1)$$

где  $P$  – осадки;  $E$  – испарение;  $y_{\text{подз}}$  – величина подземного водообмена;  $\Delta S$  – аккумуляция.

Величина подземного водообмена  $y_{\text{подз}}$  для больших и средних водосборов обычно невелика, а для малых бассейнов представляет часть подземного стока, не дренируемую рекой.

Формирование внутригодового режима стока происходит в результате сложного взаимодействия отдельных компонентов водного баланса водосбора, среди которых особую роль играет накопление и расходование

запасов влаги  $\Delta S$ , отражающие, с одной стороны, влияние климатических факторов, а с другой влияние факторов подстилающей поверхности.

Климатические условия определяют не только компоненты водного баланса – осадки и испарение ( $P - E$ ), но и основные черты внутригодового хода накопления и расходования влагозапасов: образование снежного покрова и его таяние, увлажнение почвогрунтов, пополнение запасов грунтовых вод, потери вод зоны аэрации и насыщения на испарение. Климатические условия определяют, таким образом, главные черты внутригодового режима стока – основные фазы (половодье, межень, паводки) и гидрологические сезоны.

Основные географические закономерности водного режима рек объясняются:

а) широтной поясностью, отражающей гидротермические условия формирования стока;

б) меридиональной дифференциацией климатических условий, отражающей различия в степени континентальности климата и проявляющейся в общем уменьшении к востоку влагосодержания воздуха одновременно с понижением температуры холодного периода по мере удаления от Атлантического океана – основного источника тепла и влаги для умеренных широт континента – и усилении антициклонической циркуляции в его глубинных районах. На Дальнем Востоке начинает проявляться влияние Тихого океана – в муссонных чертах климата и общем увеличении количества осадков на восточной периферии территории Союза.

В горных районах на первый план выступают факторы высотной поясности климатического режима: с высотой растет увлажнение территории, возрастают продолжительность периода со снежным покровом и доля твердых осадков, сдвигаются даты начала и конца таяния снега. Специфический фактор высотной поясности проявляется вся в растянутости периода таяния вместе с ростом амплитуды высот в бассейне. В водном режиме все эти факторы выражаются в большей естественной

зарегулированности стока горных рек по сравнению с равнинными, главным образом из-за растянутости половодья, а также снегодождевых и дождевых паводков, характерных для летне-осеннего периода.

Типизация водных режимов рек по внутригодовому распределению стока Д. Л. Соколовского:

1) С преобладающим весенним половодьем, за время которого проходит от 50 до 80% годового стока (в засушливых районах до 100%). Остальная часть года характеризуется низкими расходами или меженью с минимумом стока в зимние или летние месяцы. В зоне достаточного увлажнения выражен относительно невысокий осенний подъем водности.

2) С весенним половодьем и летними паводками.

3) С преобладающими летними паводками:

а) вызываемыми дождями муссонного характера;

б) реки высокогорных районов с летним половодьем, обусловленными таянием высокогорных снегов и ледников и выпадением дождей.

4) Субтропических районов с паводками в осенне-зимний период или в течение всего года.

Также на внутригодовое распределение стока оказывают влияние факторы подстилающей поверхности, в основном через величину аккумуляции влаги в бассейне – компонент  $\Delta S$  в уравнении водного баланса в форме (1).

Значительная роль принадлежит почвенно-геологическим и геоморфологическим условиям. От водопроницаемости почв и пористости подстилающих пород, расчлененности рельефа и уклонов поверхности зависит соотношение поверхностного, наиболее изменчивого стока и стока, поступающего в речную сеть подземным путем. Чем больше пористость водопроницаемых пород, чем мощнее их толща и больше площадь водосбора, тем больше подземная емкость бассейна и ее регулирующая способность. Вода дольше задерживается в глубоких водоносных слоях, поэтому регулирующее действие глубокого подземного питания на сток



значительно больше, чем питания из верхних водоносных горизонтов. Особенно существенное влияние на зарегулированность стока оказывают мощные толщи песчаных отложений, сильно трещиноватые и закарстованные породы в области формирования стока реки. Встречаются также случаи потерь и полного исчезновения стока реки в трещиноватые и закарстованные слои.

Лес, лесные полосы и другие виды растительного покрова оказывают регулирующее влияние на внутригодовое распределение стока. Все виды растительного покрова способствуют более равномерному залеганию снега и менее интенсивному снеготаянию, а также более медленному поверхностному стеканию талых и дождевых вод. За счет более продолжительного контакта стекающих вод с почвогрунтами уменьшается поверхностный сток и увеличивается грунтовое питание рек. В лесу позже начинается и медленнее происходит снеготаяние, чем на открытых участках, а это приводит к более продолжительному весеннему половодью. Лесные почвы в сочетании с лесной подстилкой благодаря повышенной инфильтрационной и аккумулярующей способностям и меньшей промерзаемости переводят значительную часть поверхностного стока талых вод в грунтовой сток. Следовательно, растительный покров и особенно лес способствуют снижению паводков и паводков, уменьшению поверхностного стока и повышению грунтового или меженного стока рек, русла которых дренируют подземные воды. Сток с облесенных бассейнов в зимнюю или летне-осеннюю межень может быть в несколько раз больше, чем с безлесных водосборов, находящихся с ними в одинаковых климатических условиях. Распределение стока малых рек, не дренирующих водоносные горизонты, под влиянием леса может становиться даже более неравномерным из-за снижения или полного исчезновения стока в маловодные периоды.

Площадь водосбора выступает как фактор регулирования внутригодового режима стока. Увеличение длины реки и площади ее

водосбора влияет на увеличение продолжительности весеннего половодья и дождевых паводков и снижение максимальных модулей стока. С другой стороны, глубина эрозионного вреза возрастает с увеличением длины реки и площади водосбора и, следовательно, при одинаковых гидрогеологических условиях крупная река дренирует более глубокие водоносные горизонты и имеет более высокие модули стока в меженный период. В наиболее обобщенной форме влияние площади водосбора на внутригодовое распределение стока отражается в эмпирических формулах для расчета коэффициентов естественной зарегулированности  $\varphi$  или коэффициентов внутригодовой неравномерности стока  $d = 1 - \varphi$ .

Одним из самых мощных факторов, регулирующих сток рек, являются озера проточного типа. В озерах аккумулируется избыток стока половодий и паводков, который затем, медленно расходуясь, повышает расходы в меженный период. Озера создают совершенно иной характер распределения стока – «озерный» тип внутригодового хода стока, сильно отличающийся от режима стока без озерных рек данного района. Регулирующая способность озер индивидуально в каждом конкретном случае: в общем, она увеличивается с возрастанием объема регулирующей призмы и уменьшается по мере удаления от озера замыкающего створа. Проточные озера как естественные водохранилища способствуют выравниванию внутригодовых колебаний стока.

Болота также способствуют более равномерному распределению стока внутри года. Большой эффект регулирования достигается пойменными и припойменными болотами, аккумулирующими значительные объемы весеннего половодья. Болота оказывают также значительное влияние на снижение летних паводков за счет большой поглощающей способности торфяников в засушливые периоды года.

Существенное влияние на внутригодовой режим оказывают карстовые образования в бассейне. Иногда это приводит к выравниванию стока (карст выступает как регулирующая емкость), а иногда реки карстовых областей

имеют более неравномерный сток из-за полного отсутствия грунтового питания (гравитационные воды уходят по карстовым пустотам и трещинам в не дренируемые горизонты).

Таким образом, климатические факторы определяют наиболее общие черты внутригодового распределения стока и наиболее общие географические закономерности распространения его типов. Факторы подстилающей поверхности выступают как факторы естественной зарегулированности, перераспределения стока во времени. Их значительная географическая дифференциация и пространственная изменчивость, неповторимость сочетаний различных размеров бассейнов, мезо- и микроформ рельефа, типов растительности, механического состава почвогрунтов, литологических особенностей и гидрогеологических структур, морфометрии гидрографической сети и т. д. создают чрезвычайное многообразие реальных внутригодовых режимов стока, наблюдающихся в природе.

Именно необходимость учета факторов подстилающей поверхности выдвигает в практических расчетах внутригодового распределения стока методы гидрологической аналогии на первый план.

## 2 МЕТОДЫ РАСЧЕТА ВНУТРИГОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА

Внутригодичное распределение стока – количественная оценка распределения стока по сезонам и месяцам.

Сведения о внутригодовом распределении стока (ВГРС) требуются при проектировании гидротехнических сооружений, систем орошения и обводнения; установления допустимых объемов водопотребления и водоотведения; решения задач охраны окружающей среды.

В соответствии с действующими в России нормативными документами расчет внутригодового распределения стока производится одним из трех методов: методом среднего распределения стока за годы характерной градации водности; методом реального года; методом компоновки сезонов.

При отсутствии данных гидрометрических наблюдений следует пользоваться методом компоновки сезонов с использованием данных по рекам-аналогам, то есть методом, который является более эффективным со статистической точки зрения.

При наличии данных гидрометрических наблюдений следует рассчитывать несколько гидрографов; основной расчет – методом компоновки и несколько гидрографов по моделям реальных лет – для выявления особенностей формирования гидрографа конкретного водосбора.

Метод среднего распределения стока за годы характерной градации водности дает наиболее сглаженный гидрограф

При расчете ВГРС используются среднемесячные расходы воды (или месячные объемы стока) за водохозяйственные годы. Продолжительность периода наблюдений должна быть не менее 15 лет. За начало водохозяйственного года принимается наиболее ранняя дата начала многоводной фазы с округлением до месяца. Водохозяйственный год делится не на четыре, а на три сезона, так как два смежных сезона со сходными условиями формирования стока объединяются в один составной сезон. Два

сезона, лимитирующих потребление объединяют в лимитирующий период (ЛП), а третий сезон образует нелимитирующий период (НЛП). Внутри лимитирующего периода выделяют лимитирующий сезон (ЛС) и нелимитирующий сезон (НЛС). Границы сезонов назначают едиными для всех лет.

Группы выделяют по градациям вероятностей превышения стока реки за водохозяйственный год в зависимости от длительности наблюдений.

При периоде наблюдений от 15 до 30 лет выделяют три группы:

- многоводные годы (вероятность превышения стока  $P < 33,3\%$ );
- средние по водности годы ( $33,3\% \leq P \leq 66,7\%$ );
- маловодные годы ( $P > 66,7\%$ ).

При продолжительности наблюдений более 30 лет выделяют пять групп:

- очень многоводные годы ( $P < 16,7\%$ );
- многоводные годы ( $16,7\% \leq P < 33,3\%$ );
- средние по водности годы ( $33,3\% \leq P < 66,7\%$ );
- маловодные годы ( $66,7\% \leq P < 83,3\%$ );
- очень маловодные годы ( $P \geq 83,3\%$ ).

## 2.1 Метод среднего распределения стока за годы характерной градации водности

При расчете внутригодового распределения стока данным методом формируется ряд годовых объемов стока (таблица 1).

Таблица 1 – Месячные и годовые объемы стока воды реки Луга – ст. Толмачево

| №<br>п/п | в/х<br>год | Месячные и годовой объемы стока, млн. м <sup>3</sup> |       |       |      |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
|----------|------------|------------------------------------------------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|          |            | IV                                                   | V     | VI    | VII  | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   | I     | II    | III   | год    |
| 1        | 1951-52    | 616,9                                                | 187,2 | 59,1  | 50,1 | 38,0  | 29,3  | 31,3  | 29,3  | 58,1  | 60,3  | 45,4  | 36,2  | 1241,1 |
| 2        | 1952-53    | 292,9                                                | 206,2 | 61,4  | 37,0 | 35,4  | 53,1  | 32,4  | 30,3  | 103,4 | 91,6  | 54,4  | 58,9  | 1057,1 |
| 3        | 1953-54    | 603,9                                                | 137,1 | 85,8  | 71,2 | 84,6  | 154,5 | 225,5 | 142,6 | 165,3 | 41,8  | 41,6  | 50,6  | 1804,6 |
| 4        | 1954-55    | 214,1                                                | 160,4 | 65,3  | 33,5 | 31,3  | 36,0  | 68,0  | 127,0 | 100,4 | 64,8  | 67,0  | 54,9  | 1022,9 |
| 5        | 1955-56    | 97,7                                                 | 709,8 | 161,7 | 58,9 | 35,9  | 29,5  | 49,8  | 55,5  | 43,4  | 99,1  | 27,1  | 27,3  | 1395,8 |
| ...      | ...        | ...                                                  | ...   | ...   | ...  | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...    |
| 23       | 1973-74    | 93,3                                                 | 73,9  | 33,4  | 22,0 | 19,0  | 25,9  | 35,9  | 45,9  | 43,9  | 45,0  | 37,0  | 43,1  | 518,4  |
| 24       | 1974-75    | 172,6                                                | 205,4 | 96,4  | 95,9 | 212,4 | 81,4  | 77,7  | 143,9 | 159,6 | 243,7 | 106,9 | 135,8 | 1731,8 |
| 25       | 1975-76    | 419,9                                                | 118,4 | 47,2  | 35,1 | 30,8  | 25,1  | 32,9  | 30,8  | 34,6  | 38,3  | 30,8  | 33,7  | 877,7  |
| 26       | 1976-77    | 267,0                                                | 249,9 | 97,5  | 97,2 | 48,7  | 50,8  | 46,1  | 54,4  | 75,0  | 48,7  | 31,7  | 47,9  | 1115,0 |
| 27       | 1977-78    | 388,8                                                | 214,3 | 57,3  | 40,2 | 45,5  | 36,8  | 71,8  | 113,0 | 85,7  | 45,3  | 34,1  | 57,0  | 1189,8 |
| 28       | 1978-79    | 430,3                                                | 174,6 | 48,7  | 60,5 | 93,2  | 132,7 | 125,3 | 155,5 | 122,7 | 56,0  | 43,8  | 52,8  | 1496,2 |
| 29       | 1979-80    | 305,9                                                | 286,6 | 48,5  | 42,9 | 49,3  | 48,7  | 54,6  | 60,4  | 115,7 | 52,8  | 41,3  | 43,9  | 1150,6 |
| 30       | 1980-81    | 254,8                                                | 281,2 | 58,1  | 50,4 | 58,1  | 63,2  | 81,2  | 136,3 | 157,0 | 104,7 | 62,7  | 74,5  | 1382,1 |
|          | Среднее    | 342,9                                                | 282,2 | 71,2  | 50,0 | 50,7  | 58,3  | 70,3  | 81,4  | 82,5  | 59,5  | 44,8  | 57,6  | 1251,4 |

Полученный ряд ранжируется и для каждого члена ранжированного ряда определяется его эмпирическая обеспеченность по формуле (2):

$$P = \frac{m}{n + 1} \cdot 100\% \quad (2)$$

В зависимости от расчетной обеспеченности отбираются годы соответствующей группы водности (таблица 2).

По этой группе лет рассчитываются средние месячные значения объемов стока и выражаются в долях (или процентах) от среднегодового объема стока для данной группы (таблица 2).

Таблица 2 – Расчет внутригодового распределения стока по месяцам в/х года для маловодной группы лет; р. Луга – ст. Толмачево (метод среднего распределения стока за годы характерной градации водности)

| №<br>п/п        | P %   | в/х<br>год | Месячные и годовой объемы стока, млн. м <sup>3</sup> |        |       |       |       |       |       |        |        |       |       |       |         |
|-----------------|-------|------------|------------------------------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
|                 |       |            | IV                                                   | V      | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI     | XII    | I     | II    | III   | год     |
| 21              | 67,74 | 1979-80    | 305,86                                               | 286,59 | 48,47 | 42,85 | 49,28 | 48,73 | 54,64 | 60,39  | 115,71 | 52,76 | 41,34 | 43,93 | 1150,55 |
| 22              | 70,97 | 1976-77    | 266,98                                               | 249,89 | 97,46 | 97,23 | 48,75 | 50,80 | 46,07 | 54,43  | 75,00  | 48,75 | 31,69 | 47,94 | 1114,98 |
| 23              | 74,19 | 1952-53    | 292,90                                               | 206,24 | 61,43 | 36,96 | 35,35 | 53,14 | 32,41 | 30,33  | 103,39 | 91,60 | 54,43 | 58,92 | 1057,10 |
| 24              | 77,42 | 1954-55    | 214,10                                               | 160,44 | 65,32 | 33,48 | 31,34 | 36,03 | 68,03 | 127,01 | 100,44 | 64,82 | 67,01 | 54,91 | 1022,92 |
| 25              | 80,65 | 1963-64    | 272,16                                               | 242,93 | 51,32 | 30,80 | 30,80 | 34,21 | 50,35 | 68,95  | 45,53  | 34,55 | 25,31 | 26,25 | 913,17  |
| 26              | 83,87 | 1975-76    | 419,90                                               | 118,39 | 47,17 | 35,09 | 30,80 | 25,14 | 32,94 | 30,84  | 34,55  | 38,30 | 30,82 | 33,75 | 877,70  |
| 27              | 87,10 | 1965-66    | 238,20                                               | 236,23 | 55,99 | 28,12 | 33,48 | 31,10 | 32,41 | 29,55  | 32,94  | 28,12 | 26,61 | 39,91 | 812,68  |
| 28              | 90,32 | 1972-73    | 258,16                                               | 139,81 | 47,69 | 25,71 | 20,36 | 21,51 | 31,61 | 33,96  | 39,91  | 24,37 | 19,84 | 35,62 | 698,55  |
| 29              | 93,55 | 1964-65    | 172,11                                               | 154,54 | 61,17 | 30,53 | 25,18 | 24,62 | 27,59 | 34,47  | 43,12  | 35,62 | 30,48 | 41,52 | 680,96  |
| 30              | 96,77 | 1973-74    | 93,31                                                | 73,92  | 33,44 | 21,96 | 19,02 | 25,92 | 35,89 | 45,88  | 43,93  | 45,00 | 37,01 | 43,12 | 518,40  |
| Среднее         |       |            | 253,37                                               | 186,90 | 56,95 | 38,27 | 32,44 | 35,12 | 41,19 | 51,58  | 63,45  | 46,39 | 36,45 | 42,59 | 884,70  |
| В % от годового |       |            | 28,6                                                 | 21,1   | 6,4   | 4,3   | 3,7   | 4,0   | 4,7   | 5,8    | 7,2    | 5,2   | 4,1   | 4,8   | 100     |

Полученные значения принимаются в качестве модели относительного внутригодового распределения стока (таблица 3).

Расчетное распределение стока вычисляют путем умножения месячных долей стока на годовой объем стока расчетной вероятности превышения, определяемый по аналитической кривой обеспеченности (таблица 3).

Таблица 3 – Расчетное внутригодовое распределение стока для маловодного года обеспеченности  $P = 90\%$ ; р. Луга – ст. Толмачево (метод среднего распределения стока за годы характерной градации водности)

| Единица измерения   | Месячный сток |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Годовой сток |
|---------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
|                     | IV            | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  |              |
| %                   | 28,6          | 21,1 | 6,4  | 4,3  | 3,7  | 4,0  | 4,7  | 5,8  | 7,2  | 5,2  | 4,1  | 4,8  | 100          |
| млн. м <sup>3</sup> | 235           | 173  | 52,8 | 35,5 | 30,1 | 32,6 | 38,2 | 47,9 | 58,9 | 43,0 | 33,8 | 39,5 | 821          |
| м <sup>3</sup> /с   | 90,7          | 64,8 | 20,4 | 13,3 | 11,2 | 12,6 | 14,3 | 18,5 | 22,0 | 16,1 | 13,9 | 14,8 | 26,0         |

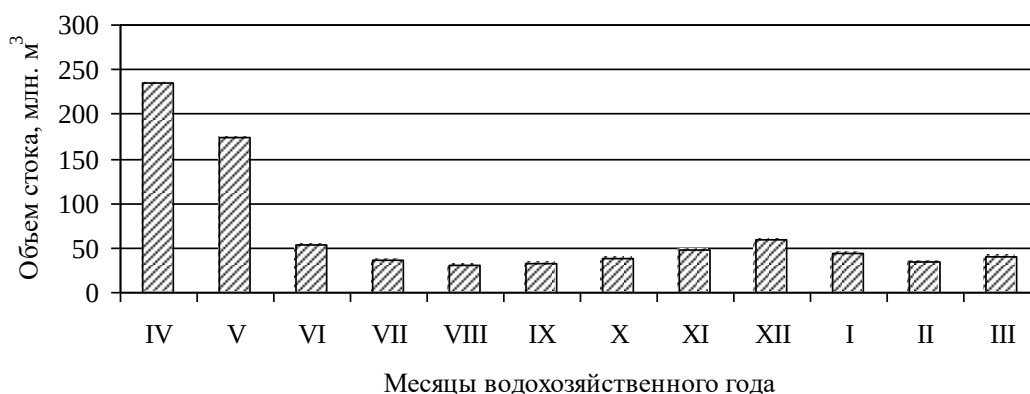


Рисунок 2.1 – Метод среднего распределения стока за годы характерной градации водности (по маловодной группе) р. Луга – ст. Толмачево.

## 2.2 Метод реального года

При расчете внутригодового распределения стока методом «реального года» формируется три ряда, состоящих из ежегодных объемов стока за водохозяйственный год, лимитирующий период и лимитирующий сезон (таблица 4).

Таблица 4 – Объемы стока за в/х год, лимитирующий период и лимитирующий сезон; р. Луга – ст. Толмачево

| №<br>п/п | в/х год | Объем стока, млн. м <sup>3</sup> |                                |                               |
|----------|---------|----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
|          |         | Год<br>IV-III                    | Лимитирующий<br>период VII-III | Лимитирующий<br>сезон XII-III |
| 1        | 1951-52 | 1241,14                          | 377,93                         | 199,90                        |
| 2        | 1952-53 | 1057,10                          | 496,53                         | 308,34                        |
| 3        | 1953-54 | 1804,58                          | 977,72                         | 299,27                        |
| 4        | 1954-55 | 1022,92                          | 583,06                         | 287,18                        |
| 5        | 1955-56 | 1395,76                          | 426,52                         | 196,87                        |
| ...      | ...     | ...                              | ...                            | ...                           |
| 23       | 1973-74 | 518,40                           | 317,73                         | 169,06                        |
| 24       | 1974-75 | 1731,78                          | 1257,29                        | 646,09                        |
| 25       | 1975-76 | 877,70                           | 292,24                         | 137,42                        |
| 26       | 1976-77 | 1114,98                          | 500,65                         | 203,38                        |
| 27       | 1977-78 | 1189,80                          | 529,44                         | 222,13                        |
| 28       | 1978-79 | 1496,15                          | 842,52                         | 275,20                        |
| 29       | 1979-80 | 1150,55                          | 509,64                         | 253,74                        |
| 30       | 1980-81 | 1382,10                          | 788,01                         | 398,80                        |

Каждый из полученных рядов ранжируется и для каждого члена ранжированного ряда определяется его эмпирическая обеспеченность по формуле (2) (таблица 5).

Для каждого из рядов в зависимости от расчетной обеспеченности отбираются годы соответствующей группы водности (таблица 5).



Таблица 5 – Ранжированные объемы стока за в/х год, лимитирующий период и лимитирующий сезон; р. Луга – ст. Толмачево (метод реального года)

| № п/п             | Р %   | Год IV-III |                                  | Лимитирующий период VII-III |                                  | Лимитирующий сезон XII-III |                                  |
|-------------------|-------|------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
|                   |       | в/х год    | Объем стока, млн. м <sup>3</sup> | в/х год                     | Объем стока, млн. м <sup>3</sup> | в/х год                    | Объем стока, млн. м <sup>3</sup> |
| 1                 | 3,23  | 1962-63    | 2029,03                          | 1974-75                     | 1257,29                          | 1974-75                    | 646,09                           |
| 2                 | 6,45  | 1957-58    | 1861,66                          | 1962-63                     | 1048,56                          | 1960-61                    | 551,15                           |
| 3                 | 9,68  | 1953-54    | 1804,58                          | 1953-54                     | 977,72                           | 1980-81                    | 398,80                           |
| ...               | ...   | ...        | ...                              | ...                         | ...                              | ...                        | ...                              |
| 19                | 61,29 | 1977-78    | 1189,80                          | 1955-56                     | 426,52                           | 1951-52                    | 199,90                           |
| 20                | 64,52 | 1961-62    | 1174,63                          | 1967-68                     | 416,24                           | 1955-56                    | 196,87                           |
| Маловодная группа |       |            |                                  |                             |                                  |                            |                                  |
| 21                | 67,74 | 1979-80    | 1150,55                          | 1951-52                     | 377,93                           | 1968-69                    | 170,62                           |
| 22                | 70,97 | 1976-77    | 1114,98                          | 1963-64                     | 346,76                           | 1973-74                    | 169,06                           |
| 23                | 74,19 | 1952-53    | 1057,10                          | 1969-70                     | 342,39                           | 1969-70                    | 153,31                           |
| 24                | 77,42 | 1954-55    | 1022,92                          | 1971-72                     | 340,55                           | 1964-65                    | 150,74                           |
| 25                | 80,65 | 1963-64    | 913,17                           | 1959-60                     | 332,92                           | 1971-72                    | 139,52                           |
| 26                | 83,87 | 1975-76    | 877,70                           | 1973-74                     | 317,73                           | 1975-76                    | 137,42                           |
| 27                | 87,10 | 1965-66    | 812,68                           | 1964-65                     | 293,14                           | 1963-64                    | 131,64                           |
| 28                | 90,32 | 1972-73    | 698,55                           | 1975-76                     | 292,24                           | 1965-66                    | 127,59                           |
| 29                | 93,55 | 1964-65    | 680,96                           | 1965-66                     | 282,25                           | 1972-73                    | 119,74                           |
| 30                | 96,77 | 1973-74    | 518,40                           | 1972-73                     | 252,88                           | 1959-60                    | 119,47                           |

Выбирается реальный водохозяйственный год, для которого эмпирические обеспеченности объемов стока за ВГ, ЛП и ЛС наиболее близки к расчетной обеспеченности (таблица 6). Для объективного выбора такого года используется следующий критерий, рассчитываемый по формуле (3):

$$\Delta P_j = (P_{\text{вг}} - P_{\text{расч}})_j^2 + (P_{\text{лп}} - P_{\text{расч}})_j^2 + (P_{\text{лс}} - P_{\text{расч}})_j^2 \quad (3)$$

Таблица 6 – Расчет критерия  $\Delta P$  по маловодной группе лет; р. Луга – ст. Толмачево (метод реального года)

| в/х год | Обеспеченность, Р % |                     |                    | $\Delta P$ |
|---------|---------------------|---------------------|--------------------|------------|
|         | Год                 | Лимитирующий период | Лимитирующий сезон |            |
| 1963-64 | 80,6                | 71,0                | 87,1               | 458        |
| 1964-65 | 93,5                | 87,1                | 77,4               | 179        |
| 1965-66 | 87,1                | 93,5                | 90,3               | 21         |
| 1972-73 | 90,3                | 96,8                | 93,5               | 59         |
| 1973-74 | 96,8                | 83,9                | 71,0               | 446        |
| 1975-76 | 83,9                | 90,3                | 83,9               | 75         |

В качестве расчетного года принимают тот водохозяйственный год, для которого по формуле получено наименьшее значение  $\Delta P_j$  (таблица 6).

Месячные объемы стока расчетного водохозяйственного года выражаются в долях (или процентах) от объема годового стока и принимаются в качестве модели относительного внутригодового распределения стока (таблица 7).

Расчетное распределение стока вычисляют путем умножения полученных месячных долей стока на годовой объем стока расчетной вероятности превышения, определяемый по аналитической кривой обеспеченности (таблица 7).

Таблица 7 – Расчетное внутригодовое распределение стока для маловодного года обеспеченности  $P = 90 \%$ ; р. Луга – ст. Толмачево (метод реального года)

| Единица измерения                 | Месячный сток |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | Годовой сток |
|-----------------------------------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
|                                   | IV            | V      | VI    | VII   | VIII  | IX    | X     | XI    | XII   | I     | II    | III   |              |
| млн. м <sup>3</sup><br>1965-66 г. | 238,20        | 236,23 | 55,99 | 28,12 | 33,48 | 31,10 | 32,41 | 29,55 | 32,94 | 28,12 | 26,61 | 39,91 | 812,68       |
| %                                 | 29,3          | 29,1   | 6,9   | 3,5   | 4,1   | 3,8   | 4,0   | 3,6   | 4,1   | 3,5   | 3,3   | 4,9   | 100          |
| млн. м <sup>3</sup>               | 240,6         | 238,7  | 56,6  | 28,4  | 33,8  | 31,4  | 32,7  | 29,9  | 33,3  | 28,4  | 26,9  | 40,3  | 821          |
| м <sup>3</sup> /с                 | 92,8          | 89,1   | 21,8  | 10,6  | 12,6  | 12,1  | 12,2  | 11,5  | 12,4  | 10,6  | 11,0  | 15,1  | 26,0         |

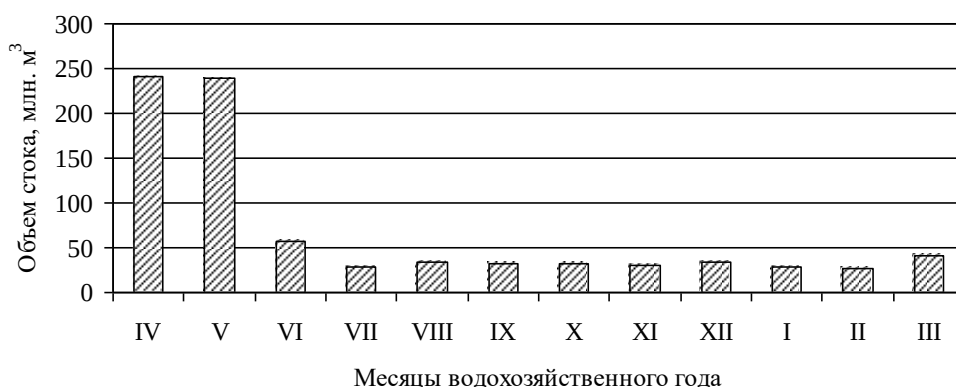


Рисунок 2.2 – Метод реального года р. Луга – ст. Толмачево.

### 2.3 Метод компоновки сезонов

При использовании метода «компоновки» по аналитическим кривым обеспеченностей определяются объемы стока расчетной вероятности превышения для водохозяйственного года, лимитирующего периода, лимитирующего сезона  $W_{вг,P\%}$ ,  $W_{лп,P\%}$ ,  $W_{лс,P\%}$ .

Расчетные объемы стока за нелимитирующий период ( $W_{нлп}$ ) и нелимитирующий сезон ( $W_{нлс}$ ) определяются по остаточному принципу:

$$W_{нлп} = W_{вг,P\%} - W_{лп,P\%}$$

$$W_{нлс} = W_{лп,P\%} - W_{лс,P\%}$$

Так, например, для реки Луга – ст. Толмачево по аналитическим кривым обеспеченностей определены объемы стока обеспеченностью  $P = 90 \%$ :

$$W_{вг,90\%} = 821 \text{ млн. м}^3, W_{лп,90\%} = 263 \text{ млн. м}^3, W_{лс,90\%} = 108 \text{ млн. м}^3$$

Расчетные объемы стока за нелимитирующий период ( $W_{нлп}$ ) и нелимитирующий сезон ( $W_{нлс}$ ) определяются по остаточному принципу:

$$W_{нлп} = W_{вг,90\%} - W_{лп,90\%} = 821 - 263 = 558 \text{ млн. м}^3;$$

$$W_{нлс} = W_{лп,90\%} - W_{лс,90\%} = 263 - 108 = 155 \text{ млн. м}^3.$$

Таким образом, получено внутригодовое распределение стока по сезонам для маловодного года обеспеченности  $P = 90 \%$ :

$$\text{Весна} - W_{нлп,90\%} = 558 \text{ млн. м}^3;$$

$$\text{Лето-осень} - W_{нлс,90\%} = 155 \text{ млн. м}^3;$$

$$\text{Зима} - W_{лс,90\%} = 108 \text{ млн. м}^3;$$

$$\text{Год} - W_{вг,90\%} = 821 \text{ млн. м}^3.$$

Выражая расчетные объемы стока за каждый сезон в долях от расчетного объема стока за водохозяйственный год, получают модель относительного внутригодового распределения стока по сезонам.

На начальном этапе для каждого из трех сезонов формируется ряд ежегодных сезонных объемов стока (таблица 8).

По каждому ряду в зависимости от расчетной обеспеченности отбираются годы соответствующей группы водности (таблица 8).

Таблица 8 – Ранжированные сезонные объемы речного стока; р. Луга – ст. Толмачево (метод компоновки)

| №<br>п/п | Р %   | Весна<br>НЛП – IV-VI |                                           | Лето-осень<br>НЛС – VII-XI |                                        | Зима<br>ЛС – XII-III |                                           |
|----------|-------|----------------------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------|
|          |       | в/х<br>год           | Объем<br>стока,<br>млн.<br>м <sup>3</sup> | в/х<br>год                 | Объем<br>стока,<br>млн. м <sup>3</sup> | в/х<br>год           | Объем<br>стока,<br>млн.<br>м <sup>3</sup> |
| 1        | 3,23  | 1966-67              | 1167,4                                    | 1962-63                    | 721,03                                 | 1974-75              | 646,1                                     |
| 2        | 6,45  | 1962-63              | 980,5                                     | 1957-58                    | 704,90                                 | 1960-61              | 551,1                                     |
| 3        | 9,68  | 1955-56              | 969,2                                     | 1953-54                    | 678,45                                 | 1980-81              | 398,8                                     |
| ...      | ...   | ...                  | ...                                       | ...                        | ...                                    | ...                  | ...                                       |
| 19       | 61,29 | 1980-81              | 594,1                                     | 1963-64                    | 215,12                                 | 1951-52              | 199,9                                     |
| 20       | 64,52 | 1970-71              | 593,8                                     | 1959-60                    | 213,45                                 | 1955-56              | 196,9                                     |

Маловодная группа

|    |       |         |       |         |        |         |       |
|----|-------|---------|-------|---------|--------|---------|-------|
| 21 | 67,74 | 1975-76 | 585,5 | 1967-68 | 209,40 | 1968-69 | 170,6 |
| 22 | 70,97 | 1963-64 | 566,4 | 1971-72 | 201,04 | 1973-74 | 169,1 |
| 23 | 74,19 | 1952-53 | 560,6 | 1969-70 | 189,09 | 1969-70 | 153,3 |
| 24 | 77,42 | 1961-62 | 552,9 | 1952-53 | 188,19 | 1964-65 | 150,7 |
| 25 | 80,65 | 1965-66 | 530,4 | 1951-52 | 178,04 | 1971-72 | 139,5 |
| 26 | 83,87 | 1974-75 | 474,5 | 1975-76 | 154,82 | 1975-76 | 137,4 |
| 27 | 87,10 | 1972-73 | 445,7 | 1965-66 | 154,66 | 1963-64 | 131,6 |
| 28 | 90,32 | 1954-55 | 439,9 | 1973-74 | 148,67 | 1965-66 | 127,6 |
| 29 | 93,55 | 1964-65 | 387,8 | 1964-65 | 142,40 | 1972-73 | 119,7 |
| 30 | 96,77 | 1973-74 | 200,7 | 1972-73 | 133,14 | 1959-60 | 119,5 |

Для каждого из трех сезонов формируется таблица, в которой месячные объемы стока располагаются в убывающем порядке с указанием календарных месяцев, к которым они относятся (ранжирование по строке) (таблица 9).

Таблица 9 – Расчет внутрисезонного распределения стока для сезона «Весна» по маловодной группе лет ( $P > 66,7\%$ ); р. Луга – ст. Толмачево (метод компоновки)

| №<br>п/п                                       | Р %   | в/х год | Сумма<br>за сезон,<br>млн. м <sup>3</sup> | 1                      |             | 2                      |             | 3                      |       |
|------------------------------------------------|-------|---------|-------------------------------------------|------------------------|-------------|------------------------|-------------|------------------------|-------|
|                                                |       |         |                                           | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц       | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц       | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц |
| 21                                             | 67,74 | 1975-76 | 585,5                                     | 419,9                  | IV          | 118,4                  | V           | 47,2                   | VI    |
| 22                                             | 70,97 | 1963-64 | 566,4                                     | 272,2                  | IV          | 242,9                  | V           | 51,3                   | VI    |
| 23                                             | 74,19 | 1952-53 | 560,6                                     | 292,9                  | IV          | 206,2                  | V           | 61,4                   | VI    |
| 24                                             | 77,42 | 1961-62 | 552,9                                     | 321,4                  | IV          | 168,7                  | V           | 62,7                   | VI    |
| 25                                             | 80,65 | 1965-66 | 530,4                                     | 238,2                  | IV          | 236,2                  | V           | 56,0                   | VI    |
| 26                                             | 83,87 | 1974-75 | 474,5                                     | 205,4                  | V           | 172,6                  | IV          | 96,4                   | VI    |
| 27                                             | 87,10 | 1972-73 | 445,7                                     | 258,2                  | IV          | 139,8                  | V           | 47,7                   | VI    |
| 28                                             | 90,32 | 1954-55 | 439,9                                     | 214,1                  | IV          | 160,4                  | V           | 65,3                   | VI    |
| 29                                             | 93,55 | 1964-65 | 387,8                                     | 172,1                  | IV          | 154,5                  | V           | 61,2                   | VI    |
| 30                                             | 96,77 | 1973-74 | 200,7                                     | 93,3                   | IV          | 73,9                   | V           | 33,4                   | VI    |
| Среднее                                        |       |         | 474,4                                     | 248,8                  | IV-9<br>V-1 | 167,4                  | V-9<br>IV-1 | 58,3                   | VI-10 |
| Принятое распределение, в % от сезонного стока |       |         | 100                                       | 52,4                   | IV          | 35,3                   | V           | 12,3                   | VI    |

Для составного сезона (например, лето-осень) месячные объемы стока располагаются в порядке убывания отдельно для каждого из составляющих их сезонов (таблица 10).

Таблица 10 – Расчет внутрисезонного распределения стока для составного сезона «лето-осень» по маловодной группе лет ( $P > 66,7\%$ ); р. Луга – ст. Толмачево (метод компоновки)

| №<br>п/п                                       | Р %   | в/х год | Сумма<br>за сезон,<br>млн. м <sup>3</sup> | ЛЕТО                   |                 |                        |                 | ОСЕНЬ                  |                     |                        |                     |                        |                     |
|------------------------------------------------|-------|---------|-------------------------------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|------------------------|---------------------|
|                                                |       |         |                                           | 1                      |                 | 2                      |                 | 1                      |                     | 2                      |                     | 3                      |                     |
|                                                |       |         |                                           | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц           | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц           | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц               | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц               | млн.<br>м <sup>3</sup> | месяц               |
| 21                                             | 67,74 | 1967-68 | 209,40                                    | 42,85                  | VII             | 32,14                  | VIII            | 61,17                  | XI                  | 36,81                  | IX                  | 36,43                  | X                   |
| 22                                             | 70,97 | 1971-72 | 201,04                                    | 50,35                  | VII             | 34,02                  | VIII            | 43,29                  | XI                  | 40,98                  | X                   | 32,40                  | IX                  |
| 23                                             | 74,19 | 1969-70 | 189,09                                    | 35,89                  | VII             | 30,27                  | VIII            | 47,69                  | XI                  | 42,32                  | X                   | 32,92                  | IX                  |
| 24                                             | 77,42 | 1952-53 | 188,19                                    | 36,96                  | VII             | 35,35                  | VIII            | 53,14                  | IX                  | 32,41                  | X                   | 30,33                  | XI                  |
| 25                                             | 80,65 | 1951-52 | 178,04                                    | 50,09                  | VII             | 38,03                  | VIII            | 31,34                  | X                   | 29,29                  | IX                  | 29,29                  | XI                  |
| 26                                             | 83,87 | 1975-76 | 154,82                                    | 35,09                  | VII             | 30,80                  | VIII            | 32,94                  | X                   | 30,84                  | XI                  | 25,14                  | IX                  |
| 27                                             | 87,10 | 1965-66 | 154,66                                    | 33,48                  | VIII            | 28,12                  | VII             | 32,41                  | X                   | 31,10                  | IX                  | 29,55                  | XI                  |
| 28                                             | 90,32 | 1973-74 | 148,67                                    | 21,96                  | VII             | 19,02                  | VIII            | 45,88                  | XI                  | 35,89                  | X                   | 25,92                  | IX                  |
| 29                                             | 93,55 | 1964-65 | 142,40                                    | 30,53                  | VII             | 25,18                  | VIII            | 34,47                  | XI                  | 27,59                  | X                   | 24,62                  | IX                  |
| 30                                             | 96,77 | 1972-73 | 133,14                                    | 25,71                  | VII             | 20,36                  | VIII            | 33,96                  | XI                  | 31,61                  | X                   | 21,51                  | IX                  |
| Среднее                                        |       |         | 169,94                                    | 36,29                  | VII-9<br>VIII-1 | 29,33                  | VIII-9<br>VII-1 | 41,63                  | XI-6<br>X-3<br>IX-1 | 33,88                  | X-6<br>IX-3<br>XI-1 | 28,81                  | IX-6<br>XI-3<br>X-1 |
| Принятое распределение, в % от сезонного стока |       |         | 100                                       | 21,4                   | VII             | 17,3                   | VIII            | 24,5                   | XI                  | 19,9                   | X                   | 17,0                   | IX                  |

По каждому столбцу таблицы рассчитывается средний объем месячного стока и указывается месяц, наиболее часто встречающийся в этом столбце (таблица 9).

Полученные месячные объемы стока выражаются в долях от среднего объема стока за сезон (по соответствующей группе водности) и принимаются в качестве модели относительного внутрисезонного распределения стока (таблица 9).

Таблица 11 – Расчетное внутрисезонное распределения стока для маловодной группы лет ( $P > 66,7 \%$ ); р. Луга – ст. Толмачево (метод компоновки)

| Размерность         | ВЕСНА |      |      |          | ЛЕТО-ОСЕНЬ |      |      |      |      |          | ЗИМА |      |      |      |          |
|---------------------|-------|------|------|----------|------------|------|------|------|------|----------|------|------|------|------|----------|
|                     | IV    | V    | VI   | За сезон | VII        | VIII | IX   | X    | XI   | За сезон | XII  | I    | II   | III  | За сезон |
| в % от сез.         | 52,4  | 35,3 | 12,3 | 100      | 21,4       | 17,3 | 17,0 | 19,9 | 24,5 | 100      | 30,7 | 22,7 | 20,2 | 26,4 | 100      |
| млн. м <sup>3</sup> | 293   | 197  | 69   | 558      | 33,1       | 26,7 | 26,3 | 30,9 | 38,0 | 155      | 33,2 | 24,5 | 21,8 | 28,5 | 108      |

Таблица 12 – Расчетное распределение стока по месяцам для водохозяйственного года обеспеченности  $P = 90 \%$  р. Луга – ст. Толмачево (метод компоновки)

| Размерность         | Месячный сток |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | Годовой сток |
|---------------------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------|
|                     | IV            | V    | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | I    | II   | III  |              |
| млн. м <sup>3</sup> | 293           | 197  | 69   | 33,1 | 26,7 | 26,3 | 30,9 | 38,0 | 33,2 | 24,5 | 21,8 | 28,5 | 821          |
| м <sup>3</sup> /с   | 113           | 73,5 | 26,4 | 12,4 | 10,0 | 10,1 | 11,5 | 14,6 | 12,4 | 9,2  | 8,9  | 10,6 | 26,0         |
| в % от год.         | 35,6          | 24,0 | 8,3  | 4,0  | 3,3  | 3,2  | 3,8  | 4,6  | 4,0  | 3,0  | 2,7  | 3,5  | 100          |

Используя модель относительного внутригодового распределения стока по сезонам и модели относительного внутрисезонного распределения стока получают модель относительного внутригодового распределения стока по месяцам водохозяйственного года (таблицы 11,12).

Расчетное распределение стока вычисляют путем умножения полученных месячных долей стока на годовой объем стока расчетной вероятности превышения.

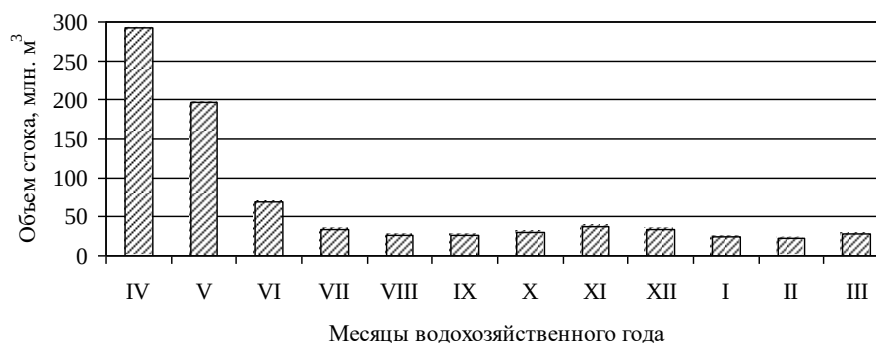


Рисунок 2.3 – Метод компоновки р. Луга - ст. Толмачево

## 2.4 Новый (ранговый) метод

Изложенная выше схема разбивки года на периоды и сезоны хорошо адаптирована для территорий, расположенных в средних широтах, где в большинстве случаев четко выделяются 4 сезона, но в других климатических поясах число сезонов может быть иным.

В субэкваториальных поясах с хорошо выраженным годовым ходом осадков различают только два климатических сезона – сухой и влажный. В экваториальном поясе с равномерным увлажнением и малой амплитудой температуры воздуха разделение года на климатические сезоны проводить вообще нецелесообразно.

Начало года выбирается так, чтобы критический период целиком находился внутри года. В большинстве случаев можно использовать календарный год.

Границы критического периода определяются в зависимости от проектируемых мероприятий. Например, в качестве критического периода могут рассматриваться период вегетации, период навигации, период выполнения ремонтных или строительных работ и т.д.

Ниже представлен алгоритм расчета ВГРС ранговым методом на примере среднемесячных расходов реки Днепр у города Могилев за 80 лет. В качестве критического периода приняты три зимних месяца (XII-II).

1. Формируется таблица среднемесячных расходов воды за весь период наблюдений. Для каждого водохозяйственного года рассчитываются суммы расходов за год ( $\Sigma_{\text{год}}$ ) и критический период ( $\Sigma_{\text{кп}}$ ). Производится ранжирование таблицы по столбцу  $\Sigma_{\text{кп}}$ . Выделяется маловодная группа лет, имеющих обеспеченность  $P > 66,7$  (таблица 13).

Таблица 13 – Среднемесячные расходы воды, маловодная группа, р. Днепр – г. Могилев

| №   | P%   | год  | III  | IV  | V   | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | Критический период |      |      | $\Sigma_{\text{год}}$ | $\Sigma_{\text{кп}}$ |
|-----|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|--------------------|------|------|-----------------------|----------------------|
|     |      |      |      |     |     |      |      |      |      |      |      | XII                | I    | II   |                       |                      |
| 54  | 66,7 | 1949 | 69,2 | 600 | 255 | 57,5 | 194  | 96,4 | 61,8 | 46,7 | 57,8 | 86,1               | 44,8 | 38,9 | 1608                  | 170                  |
| 55  | 67,9 | 1973 | 125  | 407 | 147 | 83,7 | 51,6 | 38,5 | 39,9 | 51,6 | 69,1 | 64,6               | 49,4 | 54,2 | 1182                  | 168                  |
| 56  | 69,1 | 1935 | 109  | 852 | 294 | 86,2 | 72   | 120  | 49,3 | 62,4 | 100  | 60,4               | 55,9 | 50,9 | 1912                  | 167                  |
| ... | ...  | ...  | ...  | ... | ... | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...                | ...  | ...  | ...                   | ...                  |
| 78  | 96,3 | 1944 | 149  | 528 | 297 | 103  | 82,2 | 47,1 | 40   | 40,7 | 49   | 42,3               | 31,2 | 31,3 | 1440                  | 105                  |
| 79  | 97,5 | 1946 | 89,5 | 638 | 273 | 52,6 | 44,5 | 39,3 | 48,9 | 80,9 | 46   | 34,3               | 32,3 | 31,2 | 1411                  | 98                   |
| 80  | 98,8 | 1939 | 103  | 436 | 226 | 52,8 | 36,1 | 28,8 | 27,2 | 30,8 | 35,4 | 34,9               | 23,5 | 26,6 | 1061                  | 85                   |

2. На основании таблицы 13 формируется таблица 14, в которой среднемесячные расходы за каждый год заменяются на их ранги. Самому большому расходу присваивается ранг 1, второму по величине ранг 2 и т. д. При назначении рангов удобно использовать функцию *MS Excel* «РАНГ.СП(число, ссылка, порядок)», где «число» – число, для которого определяется ранг; «ссылка» – массив (расходы за текущий год); «порядок» – число, определяющее порядок ранжирования (0 – по убыванию; 1 – по возрастанию). Если несколько значений имеют одинаковый ранг, возвращается среднее. На следующем этапе для каждого месяца рассчитывается среднее многолетнее ранговое значение. По строке «среднее» вновь рассчитываются ранги, но ранжирование производится по возрастанию, результат записывается в строку «характерный ранг». Затем для каждого месяца выделяются ячейки с характерными рангами (закрашены серым цветом), например в марте характерный ранг «3» фиксируется в 9 случаях из 23.



Таблица 14 – Месячные ранги для маловодной группы, р. Днепр – г. Могилев

| Год              | III      | IV       | V        | VI       | VII      | VIII     | IX        | X        | XI       | XII      | I         | II        |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
| 1949             | 6        | 1        | 2        | 9        | 3        | 4        | 7         | 10       | 8        | 5        | 11        | 12        |
| 1973             | 3        | 1        | 2        | 4        | 8,5      | 12       | 11        | 8,5      | 5        | 6        | 10        | 7         |
| 1935             | 4        | 1        | 2        | 6        | 7        | 3        | 12        | 8        | 5        | 9        | 10        | 11        |
| ...              | ...      | ...      | ...      | ...      | ...      | ...      | ...       | ...      | ...      | ...      | ...       | ...       |
| 1944             | 3        | 1        | 2        | 4        | 5        | 7        | 10        | 9        | 6        | 8        | 12        | 11        |
| 1946             | 3        | 1        | 2        | 5        | 8        | 9        | 6         | 4        | 7        | 10       | 11        | 12        |
| 1939             | 3        | 1        | 2        | 4        | 5        | 9        | 10        | 8        | 6        | 7        | 12        | 11        |
| среднее          | 4,7      | 1,1      | 2,1      | 5,0      | 6,4      | 7,9      | 9,3       | 7,6      | 6,0      | 7,6      | 9,9       | 10,4      |
| характерный ранг | <b>3</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>4</b> | <b>6</b> | <b>9</b> | <b>10</b> | <b>7</b> | <b>5</b> | <b>8</b> | <b>11</b> | <b>12</b> |
| случаев          | 9        | 23       | 19       | 11       | 4        | 2        | 6         | 3        | 7        | 2        | 7         | 9         |

3. На основании таблицы 13 формируется еще одна таблица, в которой месячные расходы заменяются на их процентную долю от годовой суммы расходов (таблица 15). В таблице 15 выделяются ячейки, с характерными для данного месяца рангами (см. таблицу 14). По этим ячейкам для каждого месяца рассчитывается средняя процентная доля от годовой суммы расходов. После осреднения сумма долей может немного отличаться от 100%, поэтому в следующей строке производится их корректировка. В результате получаем процентное распределение стока по месяцам ( $Z_i$ ).

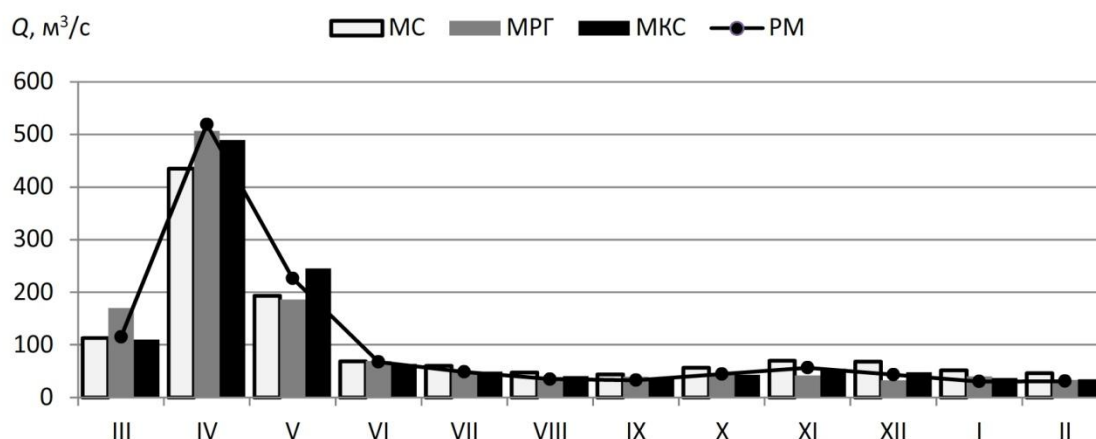
Таблица 15 – Процентное внутригодовое распределение стока для маловодной группы, р. Днепр – г. Могилев

| Год               | III  | IV    | V     | VI   | VII  | VIII | IX   | X    | XI   | XII  | I    | II   | Σгод |
|-------------------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1949              | 4,30 | 37,3  | 15,9  | 3,58 | 12,1 | 5,99 | 3,84 | 2,90 | 3,59 | 5,35 | 2,79 | 2,42 | 100  |
| 1973              | 10,6 | 34,4  | 12,4  | 7,08 | 4,37 | 3,26 | 3,38 | 4,37 | 5,85 | 5,47 | 4,18 | 4,59 | 100  |
| 1935              | 5,7  | 44,6  | 15,4  | 4,51 | 3,77 | 6,28 | 2,58 | 3,26 | 5,23 | 3,16 | 2,92 | 2,66 | 100  |
| ...               | ...  | ...   | ...   | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  | ...  |
| 1944              | 10,3 | 36,7  | 20,6  | 7,13 | 5,71 | 3,27 | 2,78 | 2,83 | 3,40 | 2,94 | 2,17 | 2,17 | 100  |
| 1946              | 6,35 | 45,2  | 19,4  | 3,73 | 3,15 | 2,79 | 3,47 | 5,74 | 3,26 | 2,43 | 2,29 | 2,21 | 100  |
| 1939              | 9,71 | 41,1  | 21,3  | 4,98 | 3,40 | 2,71 | 2,56 | 2,90 | 3,34 | 3,29 | 2,21 | 2,51 | 100  |
| среднее           | 9,02 | 40,69 | 17,77 | 5,30 | 3,81 | 2,75 | 2,58 | 3,48 | 4,44 | 3,41 | 2,38 | 2,44 | 98,1 |
| Корректировка (Z) | 9,2  | 41,5  | 18,1  | 5,4  | 3,9  | 2,8  | 2,6  | 3,5  | 4,5  | 3,5  | 2,4  | 2,5  | 100  |
| Q, м³/с           | 115  | 519   | 227   | 67,7 | 48,6 | 35,1 | 32,9 | 44,4 | 56,7 | 43,5 | 30,4 | 31,2 | 1252 |

4. В правую нижнюю ячейку таблицы 15 записываем сумму месячных расходов воды заданной обеспеченности (в данном примере для  $P = 90\%$ ) и определяем расчетное внутригодовое распределение стока:

$$Q_i = \frac{1252 \cdot Z_i}{100} \text{ (последняя строка таблицы 15).}$$

Для сравнения по посту р. Днепр – г. Могилев был выполнен расчет ВГРС методом среднего распределения по маловодной группе, методом реального года и методом компоновки сезонов. Была использована следующая разбивка года на периоды и сезоны: водохозяйственный год – с III по II месяц; лимитирующий период – с VI по II; лимитирующий сезон – с XII по II. Расчет выполнялся для года 90 %-ной обеспеченности. Расчетное ВГРС представлено на рисунках 2.4 и 2.5.



*МС – метод среднего распределения по маловодной группе; МРГ – метод реального года (1959); МКС – метод компоновки сезонов; РМ – ранговый метод.*

Рисунок 2.4 – Расчетное внутригодовое распределение стока для года обеспеченностью  $P = 90\%$ , полученное разными методами;  
р. Днепр – г. Могилев.

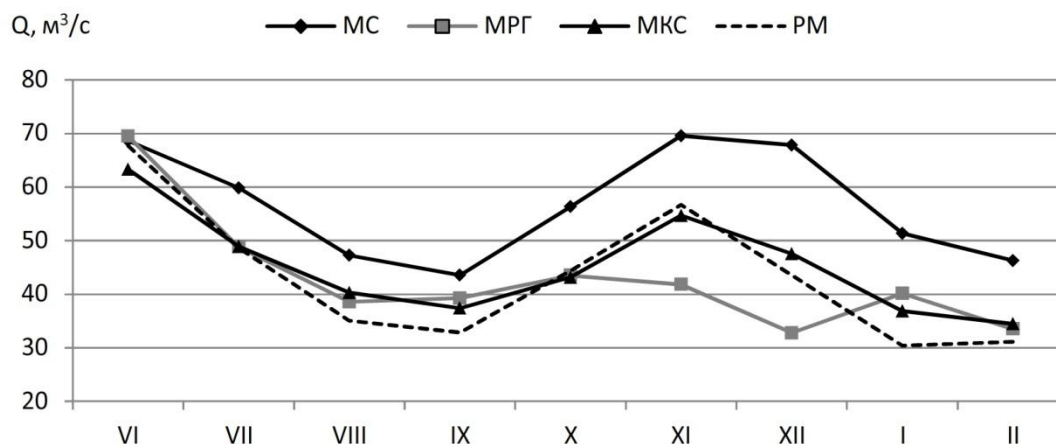


Рисунок 2.5 – Расчетное внутригодовое распределение стока для года обеспеченностью  $P = 90\%$  за месяцы с низкой водностью (VI – II), полученное разными методами; р. Днепр – г. Могилев.

На основании исследований, выполненных для нескольких регионов России, можно сделать следующие выводы.

Ранговый метод, как правило, дает расчетные расходы за критический период меньшие, чем метод среднего для характерной группы водности и близкие к методу компоновки. Метод реального года может давать расходы как больше, так и меньше, чем ранговый метод. Это связано с тем, что реальный год имеет обеспеченность близкую, но не равную расчетной обеспеченности.

Ранговый метод может применяться для любой климатической зоны и не требует разбивки года на климатические сезоны.

При использовании рангового метода критический период может включать в себя одновременно и маловодные и многоводные месяцы, так как границы критического периода назначаются в зависимости от проектируемых мероприятий (орошение полей в период вегетации, строительные или ремонтные работы, период навигации на судоходных реках и т. д.). Но нужно указать какая группа водности для критического периода является лимитирующей.

Как и при использовании стандартных методов, ранговый метод может применяться при отсутствии данных гидрометрических наблюдений. В этом случае процентное распределение стока по месяцам года рассчитывается по реке-аналогу.

В настоящей работе был выполнен расчет внутригодового распределения стока ранговым методом для различных районов земного шара. Для удобства сравнения расчетных гидрографов в качестве критического периода во всех случаях принимался непрерывный период продолжительностью 3 месяца с наиболее низким стоком.

### 3 ВНУТРИГОДОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА НА МАТЕРИКАХ ЗЕМЛИ

При расчете внутригодичного распределения стока были использованы метеорологические и гидрологические данные по 23 бассейнам рек, протекающих на разных материках земного шара.

Многолетние средние месячные расходы воды получены с сайта исследовательского центра при Институте экологических исследований Нельсона в Университете Висконсин-Мэдисон (*Center for Sustainability and the Global Environment (SAGE)*). Цель SAGE — улучшить понимание глобальной окружающей среды и того, как на неё влияет деятельность человека. Направления исследований: взаимодействие экологических систем, природных ресурсов и человеческой активности, качество воздуха, управление ресурсами, энергетические технологии и другие. Для достижения цели учёные SAGE разработали карты, компьютерные модели и наборы данных, которые описывают поведение наземных экосистем Земли, гидрологические системы и климат.

Данные климатических характеристик взяты с сайтов *ru.allmetsat.com* и *en.climate-data.org*.

Расчет внутригодичного распределения стока выполнен ранговым методом в соответствии с методикой, представленной в разделе 2.4. В качестве критического периода используются три наиболее маловодных месяца.

#### 3.1 Северная Америка

Климат Северной Америки разнообразен. На территории материка находятся шесть климатических поясов (рисунок 3.1), за исключением экваториального:

- Арктический пояс. На севере Северной Америки сформировался арктический климат с суровыми зимами (до  $-50^{\circ}$  в Гренландии) и холодным летом. В течение всего года часты снежные бури, туманы.
- Субарктический пояс. Охватывает северное побережье материка. Характеризуется сменой воздушных масс по сезонам: зимой – арктическая, летом – умеренная. Как следствие, зима здесь очень холодная, а лето прохладное с дождливой погодой.
- Умеренный пояс. Сформировался на большей части материка (между  $60^{\circ}$  и  $40^{\circ}$  с. ш.). В целом умеренный климат характеризуется холодной зимой со снегопадами и достаточно тёплым летом с дождями, быстрой сменой погоды.
- Субтропический пояс. Охватывает территории Северной Америки примерно между  $40^{\circ}$  и  $30^{\circ}$  с. ш. Температура в течение всего года в этом поясе выше  $0^{\circ}$ .
- Тропический пояс. Занимает узкую южную часть Северной Америки. Здесь выделяются 2 климатические области: тропический сухой климат с малым количеством осадков, жарким летом и тёплой зимой (характерен для полуострова Калифорния и Мексиканского нагорья) и тропический влажный климат с большим количеством осадков, жарким летом и тёплой зимой (характерен для полуострова Юкатан, островов Куба и Гаити).
- Субэкваториальный пояс. Занимает крайний юг материка. Климат отличается высокими температурами в течение всего года ( $+ 25^{\circ}\text{C}$ ), большим количеством осадков (до 2000 мм в год). Бывают тропические ливни.



Рисунок 3.1 – Климатические пояса Северной Америки.

### 3.1.1 Канада – река Уэйл

Канада – государство в Северной Америке, крупнейшее по площади на этом континенте и второе по площади в мире. Омывается Атлантическим, Тихим и Северным Ледовитым океанами, имея самую длинную береговую линию в мире (более 202 тыс. км). Граничит с Соединёнными Штатами Америки на юге и на северо-западе (Аляска), и с Данией (остров Ханс) на северо-востоке, имеет морскую границу с Францией (Сен-Пьер и Микелон) на востоке.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Уэйл.

Река Уэйл является притоком южного побережья залив Унгава. Течет на север, пересекая территорию Лос-Анджелеса. Ее главный приток – река Уиллер (течет с юго-запада). Длина – 400 км. Площадь водосборного бассейна – 31 857 км<sup>2</sup>. Среднегодовой расход воды – 589 м<sup>3</sup>/с.

Расположение реки Уэйл на географической карте представлено на рисунке 3.2.

Соседними водоразделами являются:

- северная сторона: залив Унгава;
- восточная сторона: река Марралик, река Курлутук, река Джордж;
- южная сторона: озеро Шампдоре, озеро Дикой хижины;
- западная сторона: Ложная река, река Уиллер.

Бассейн реки Уэйл расположен в субарктическом климатическом поясе. Зима долгая, холодная и снежная, в то время как лето теплое, но очень короткое из-за более высоких широт и большего влияния арктических воздушных масс (со средней дневной температурой выше 10 °C). Осадков также выпадает несколько меньше, чем на юге.

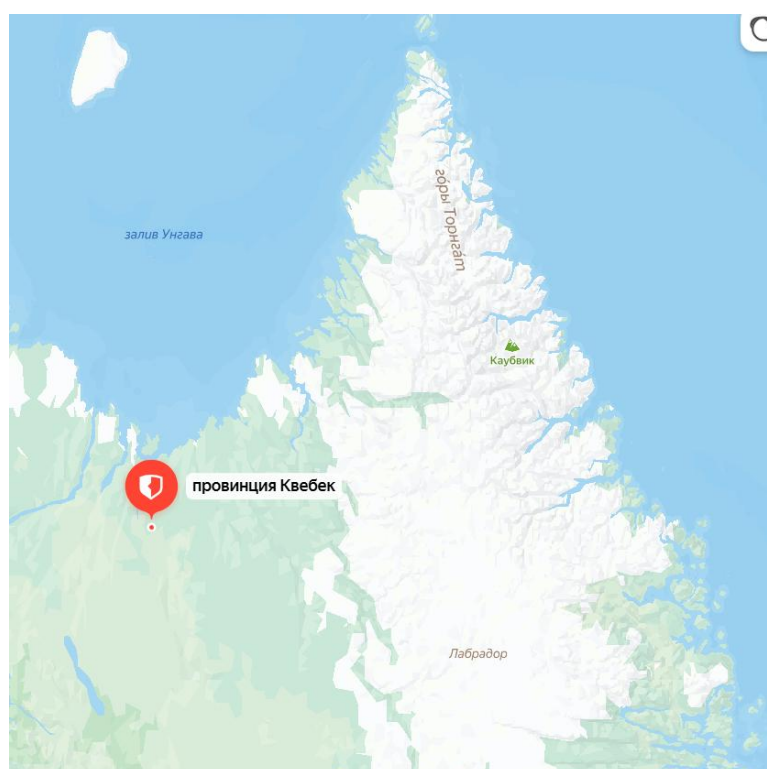


Рисунок 3.2 – Расположение реки Уэйл на географической карте.

На рисунке 3.3 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по



метеорологической станции Квебек, расположенной в районе бассейна реки Уэйл.

На рисунке 3.4 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Уэйл.

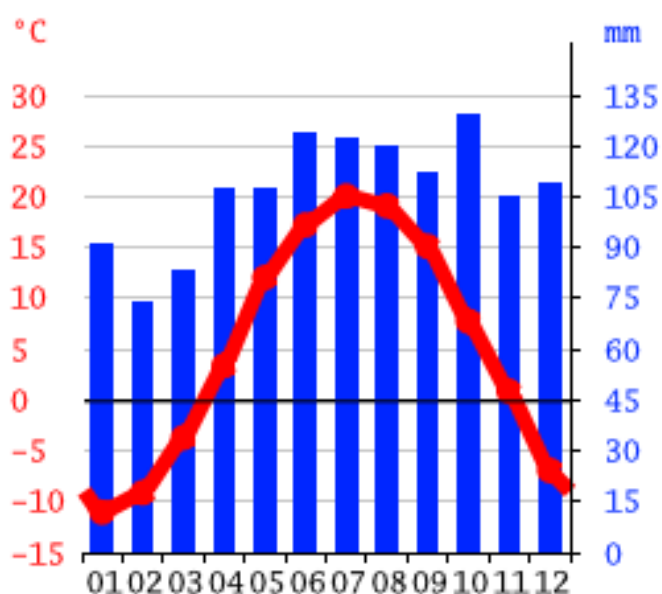


Рисунок 3.3 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Квебек (Канада).

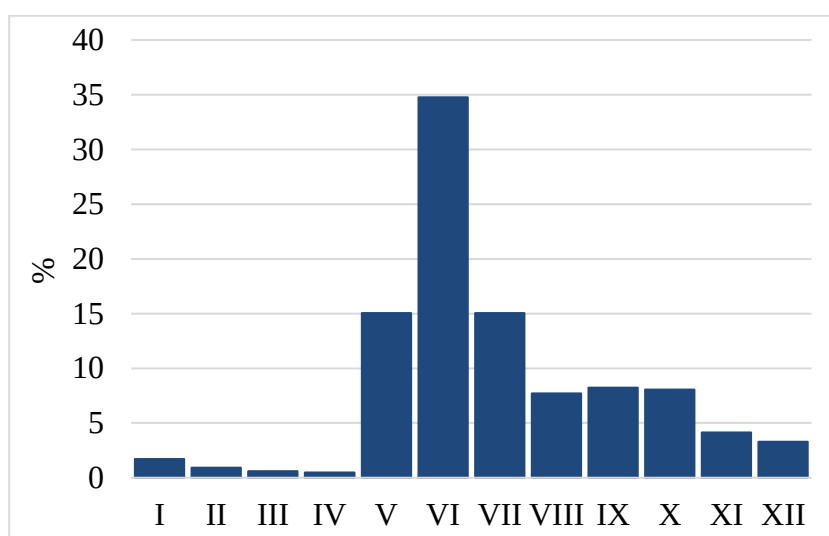


Рисунок 3.4 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Уэйл – 40,2 км от устья, критический период февраль–апрель.

Как видно, на рисунке 3.4 максимум приходится на июль, минимум – на апрель. В качестве критического принят период с февраля по апрель и составляет 1,99 % от годового стока.

### 3.1.2 Соединенные Штаты Америки – река Колорадо

Соединенные Штаты Америки – государство в Северной Америке площадью в 9,8 млн км<sup>2</sup>. Граничат на севере с Канадой, на юге – с Мексикой, имеют также морскую границу с Россией на западе (по линии перемены дат) и с Кубой на юге. Омываются Тихим океаном с запада, Атлантическим океаном – с востока, и Северным Ледовитым океаном – с севера.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Колорадо.

Колорадо – крупная река на юго-западе США и крайнем северо-западе Мексики. Длина – 2334 км. Площадь бассейна – 637 137 км<sup>2</sup>.

Берёт начало в Скалистых горах штата Колорадо и течёт преимущественно на юго-запад, вплоть до водохранилища Мид на границе Аризоны и Невады, откуда резко поворачивает на юг и течёт в этом направлении уже вплоть до своего устья. Пересекая границу с Мексикой, река Колорадо образует обширную дельту, впадая в Калифорнийский залив Тихого океана.

Плотина Гувера, дамба Гувера – уникальное гидротехническое сооружение в США, бетонная арочно-гравитационная плотина высотой 221 м и гидроэлектростанция, сооружённая в нижнем течении реки Колорадо. Расположена в Чёрном каньоне, на границе штатов Аризона и Невада, в 48 км к юго-востоку от Лас-Вегаса, в нескольких километрах от городка Боулдер-Сити, образует озеро (водохранилище) Мид.

Расположение реки Колорадо на географической карте представлено на рисунке 3.5.

Бассейн реки Колорадо расположен в субтропическом климатическом поясе. Климатические условия, преобладающие в Колорадо-Спрингс, отличаются прохладной и умеренной погодой. В Колорадо-Спрингс в течение всего года выпадает значительное количество осадков. Даже в самый сухой месяц выпадает много осадков. Среднегодовая температура в Колорадо-Спрингс составляет 8,0 °С. Каждый год выпадает примерно 532 мм осадков.

Колорадо-Спрингс находится в северном полушарии. Лето здесь начинается в конце июня и заканчивается в сентябре.



Рисунок 3.5 – Расположение реки Колорадо на географической карте.

На рисунке 3.6 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по

метеорологической станции Колорадо Спрингс, расположенной в районе бассейна реки Колорадо.

На рисунке 3.7 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Колорадо за водохозяйственный год.

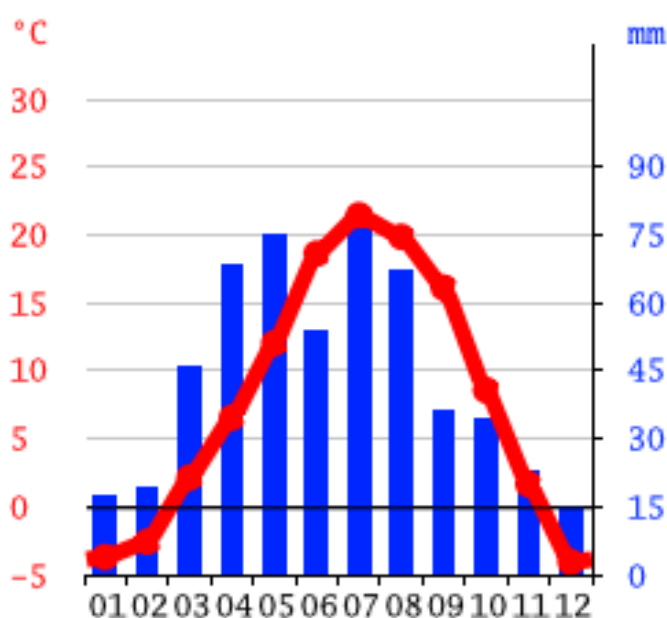


Рисунок 3.6 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Колорадо Спрингс (США).

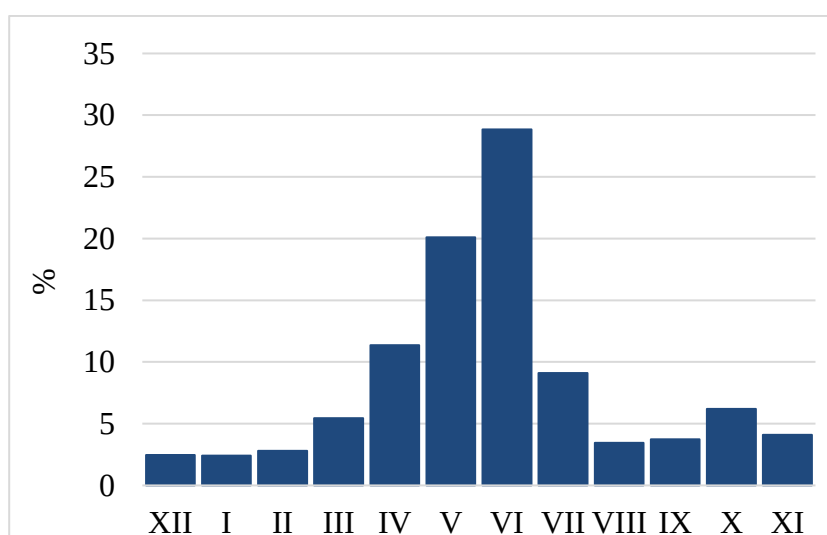


Рисунок 3.7 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Колорадо – Лисферри, Аризона, критический период декабрь-февраль.

Как видно, на рисунке 3.7 максимум приходится на июнь, минимум – на январь. В качестве критического принят период с декабря по февраль и составляет 7,68 % от годового стока.

### 3.2 Центральная Америка

Климат Центральной Америки жаркий и влажный. Температура редко опускается ниже 24 °С. На побережье климат жарче, а в горах и на плоскогорьях – прохладнее.

Центральная Америка лежит в тропическом (до впадины Республика Никарагуа) и субэкваториальном климатических поясах. В связи с положением в низких широтах (7–22° с. ш.) она получает много солнечного тепла и имеет высокие температуры в течение всего года.

В южной части тропического пояса средние минимальные температуры 21–23 °С, максимальные 26–27 °С, в субэкваториальном поясе в течение всего года температуры почти постоянны 26–27 °С. В горах, на атлантических склонах выше 1100 м, среднегодовые температуры менее 12°С.

С июня по сентябрь в некоторых областях выпадает более 300 мм осадков в месяц.

#### 3.2.1 Панама – река Табасара

На территории Панама климат субэкваториальный, жаркий и влажный. Внутригодовые амплитуды температур невелики, среднемесячные температуры на побережьях 25–28 °С. Суточные перепады температур составляют 6–8 °С. Постоянно высокая относительная влажность воздуха (80 %). В горах проявляется вертикальная климатическая зональность (выше 700

м среднемесячные температуры уменьшаются до 18–20 °С). Среднегодовые суммы осадков на северных склонах гор и на побережье Карибского моря составляют 2500–3500 мм (осадки обильны в течение года с небольшим максимумом с апреля по декабрь), на юго-западе – до 1500–2000 мм (в январе – марте выражен сухой сезон).

В качестве объекта исследования рассматривалась река Табасара, длина которой составляет 109 км. Относится к бассейну Тихого океана. Климатические условия в этом регионе характеризуются тропическим климатом. В большинстве месяцев года выпадает значительное количество осадков. Короткий сухой сезон оказывает незначительное влияние. Средняя температура составляет 25,2 °С. Ежегодно выпадает около 3904 мм осадков.

Расположение реки Табасара на географической карте представлено на рисунке 3.8.

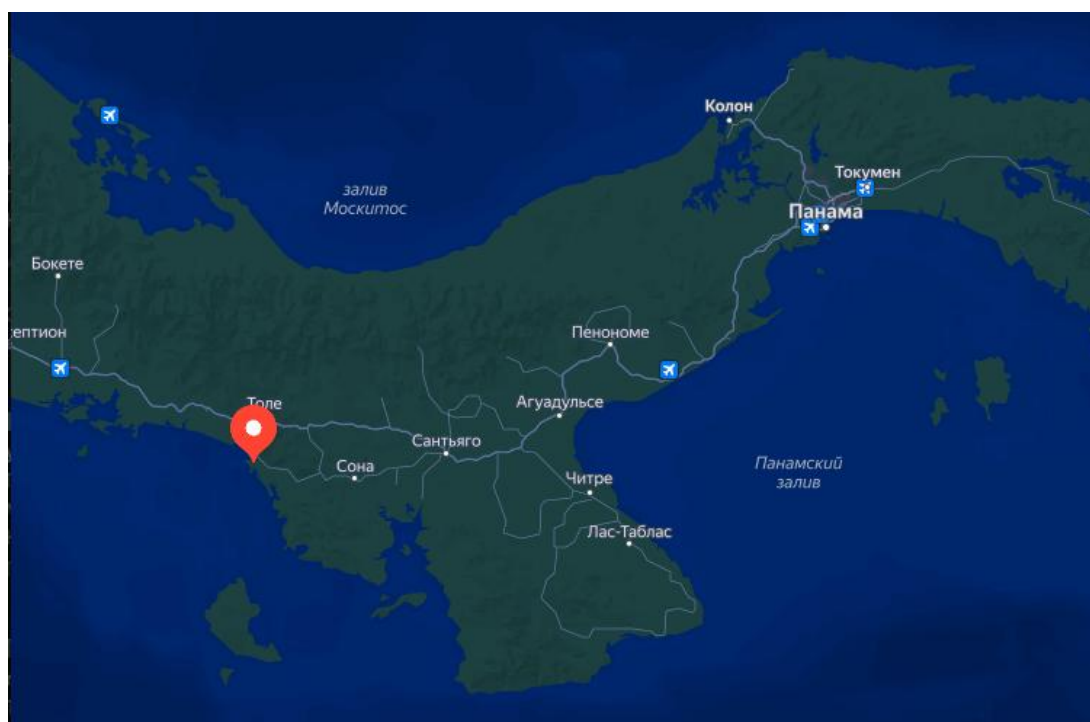


Рисунок 3.8 – Расположение реки Табасара на географической карте.

На рисунке 3.9 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по

метеорологической станции Дэвид, расположенной в районе бассейна реки Табасара.

На рисунке 3.10 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Табасара.

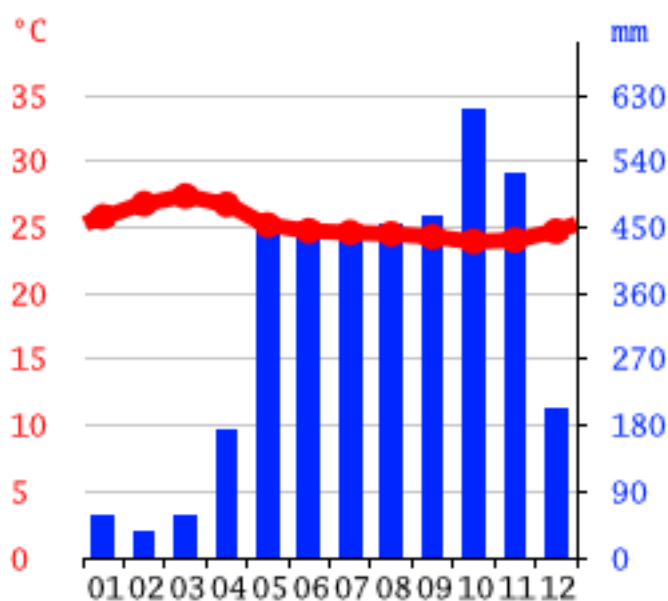


Рисунок 3.9 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Дэвид (Панама).

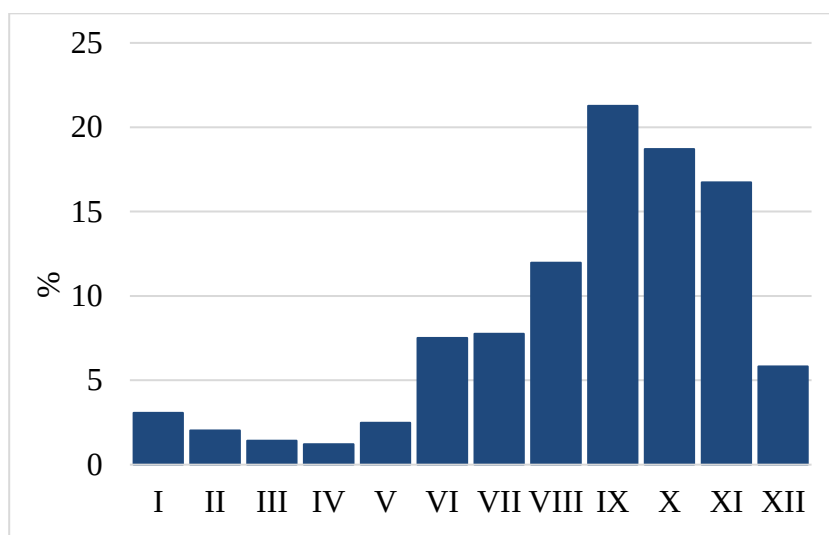


Рисунок 3.10 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Табасара – Камарон, критический период февраль-апрель.

Как видно, на рисунке 3.10 максимум приходится на сентябрь, минимум – на апрель. В качестве критического принят период с февраля по апрель и составляет 4,67 % от годового стока.

### 3.3 Южная Америка

Южная Америка – самый влажный материк на Земле. Это обусловлено положением основной части её территории в жарких и влажных климатических поясах – субэкваториальном и тропическом (рисунок 3.11).

Территорию Южной Америки пересекают пять климатических поясов:

- Экваториальный климатический пояс. Вдоль экватора, от Тихого океана на восток до Атлантического океана, находится широкая тропическая климатическая зона, влажная и тёплая. Больше всего осадков выпадает на севере материка, в северо-западной части Бразилии в бассейне реки Амазонка, а также на северо-восточном побережье Южной Америки.
- Субэкваториальный климатический пояс. Выше и ниже экваториального пояса в Южной Америке расположен субэкваториальный пояс. На границе с экваториальным климатическим поясом из-за близкого расположения с океаном выпадает большое количество осадков (до 2000 мм в год). В глубине материка преобладает континентальный климат, с меньшим выпадением осадков (от 500 до 1000 мм в год).
- Тропический климатический пояс. Занимает на материке относительно узкую полосу побережья Тихого океана и пространство к югу от субэкваториального пояса. Здесь царит влажный и жаркий климат в течение всего года, с обильными осадками, прерываемыми лишь коротким периодом засухи.
- Субтропический климатический пояс. Находится как к северу, так и к югу от тропического пояса. Он охватывает плодородные равнины



Пампы, а также некоторые районы Бразилии. Здесь климат более мягкий, с чётко выраженной сменой сезонов и летними дождями.

- Умеренный климатический пояс. Пояс занимает южную часть континента. В основном это пустыни, которые образуются под влиянием Фолклендских, Западных, Перуанских холодных воздушных масс. Здесь выпадает очень маленькое количество осадков (менее 250 мм в год). Из-за влияния Антарктики температура воздуха в этой области всегда небольшая: зимой поднимается до  $+20^{\circ}\text{C}$ , летом опускается ниже  $0^{\circ}\text{C}$ .

На формирование климата Южной Америки влияют широтное положение материка, Атлантический океан и пассаты, которые приносят влагу, рельеф материка и морские течения.



Рисунок 3.11 – Климатические пояса Южной Америки.

### 3.3.1 Бразилия – река Пирайба-ду-Сул

Климат Бразилии разнообразен. Страна находится в нескольких климатических поясах: северная часть – в основном в экваториальном, центральная и южная – в субэкваториальном и тропическом, крайняя юго-восточная – в субтропическом.

Для большей части территории характерен жаркий климат. Средние температуры воздуха в январе составляют 21–27 °С (в северо-восточной части до 30 °С), в июле – 15–26 °С (в среднегорьях восточной части Бразилии и на возвышенностях южной части страны опускаются до 12 °С).

В качестве объекта исследования рассматривалась река Пирайба-ду-Сул.

Река Пирайба-ду-Сул протекает в юго-восточной части Бразилии. Длина реки составляет около 1120 км. Образуется при слиянии рек Параитинга и Параибуна. Расход воды – 840 м<sup>3</sup>/с. Бассейн реки Пирайба-ду-Сул расположен в тропическом поясе.

Расположение реки Пирайба-ду-Сул на географической карте представлено на рисунке 3.12.

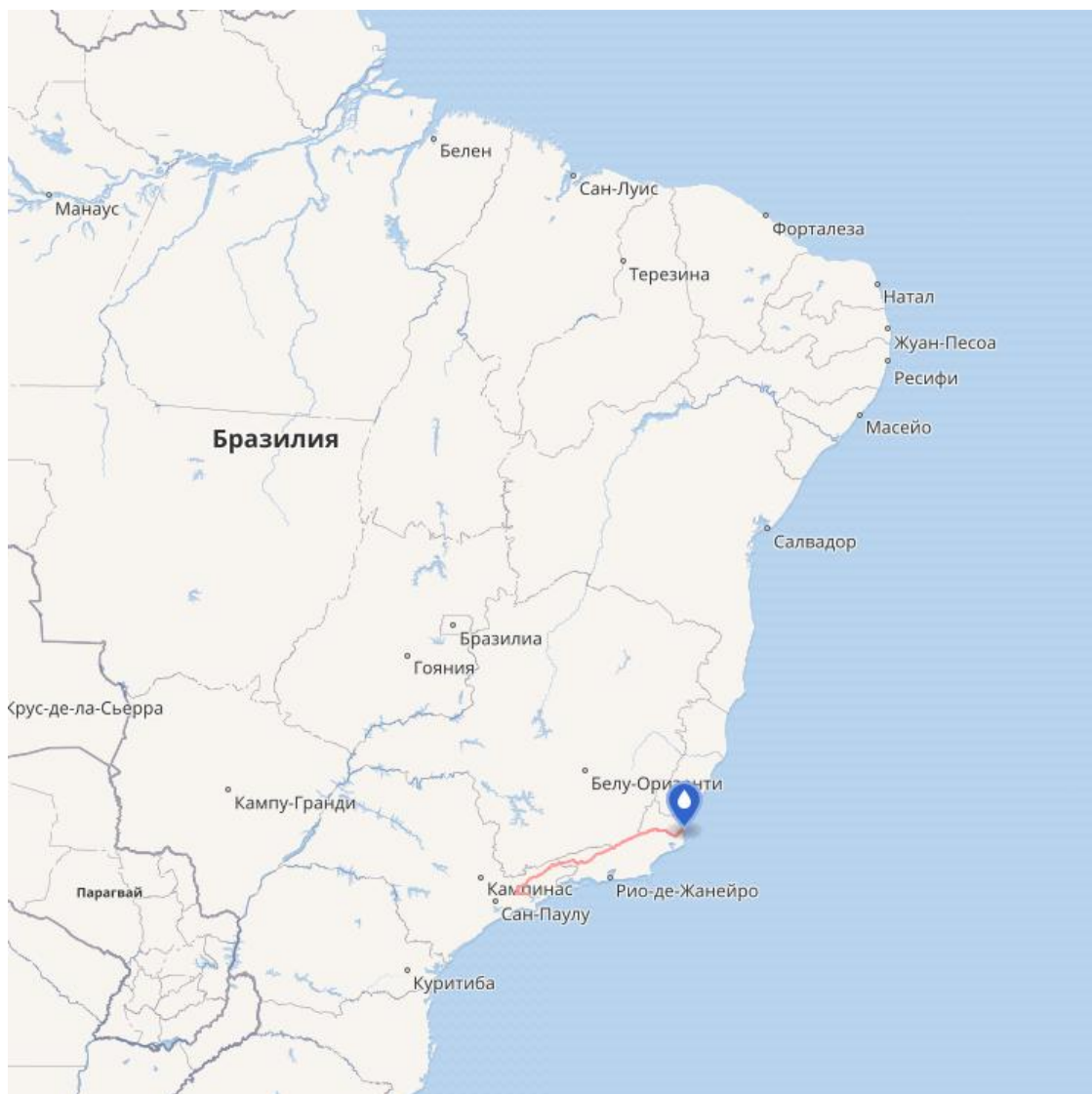


Рисунок 3.12 – Расположение реки Параиба-ду-Сул на географической карте.

На рисунке 3.13 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Рио-де-Жанейро, расположенной в районе бассейна реки Параиба-ду-Сул.

На рисунке 3.14 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Параиба-ду-Сул.

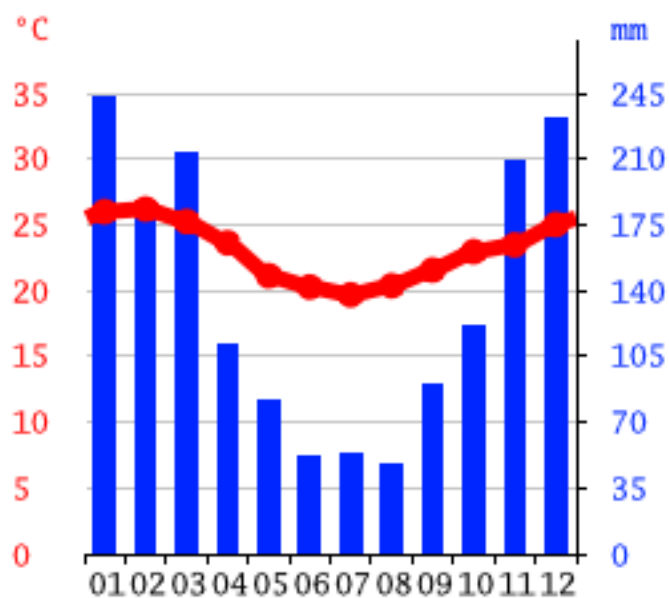


Рисунок 3.13 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Рио-де-Жанейро (Бразилия).

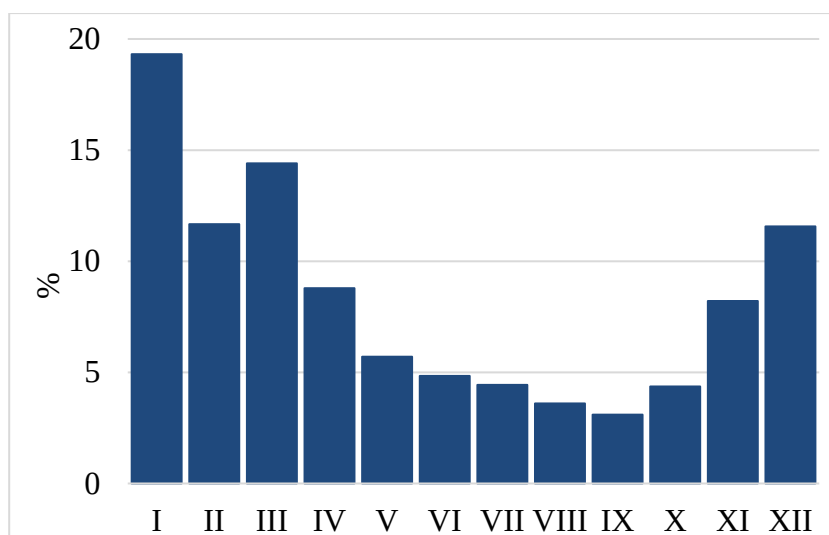


Рисунок 3.14 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Пирайба-ду-Сул – Кампос, критический период июль-сентябрь.

Как видно, на рисунке 3.14 максимум приходится на январь, минимум – на сентябрь. В качестве критического принят период с июля по сентябрь и составляет 11,1 % от годового стока.

### 3.3.2 Уругвай – река Негро

Климат в Уругвае – субтропический, океанический.

Лето длится с декабря по март, оно умеренно жаркое, сухое и солнечное. Температура воздуха в разгар пляжного сезона – +23–+27 °С, вода в Рио-де-ла-Плата прогревается до +22 °С, в Атлантическом океане чуть прохладнее – до +18–+20 °С.

Зима мягкая, местами дождливая, но заморозки здесь большая редкость. С апреля по ноябрь бывают ливневые дожди и сильный ветер, но температура воздуха даже в июле, самом холодном месяце в году, обычно не опускается ниже +10–+12 °С.

Больше всего осадков приходится на период с апреля по сентябрь, а самое комфортное время для поездок – начало весны и лето, период с ноября по март.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Негро, бассейн которой расположен в субтропическом климатическом поясе.

Река Негро, река в Уругвае, берущая начало на южном нагорье Бразилии к востоку от Баге. Негро течёт на юго-запад в Уругвай, где у Пасо-де-лос-Торос на ней построена плотина для создания водохранилища Ринкон-дель-Бонете (также называемого водохранилищем Габриэль-Терра или водохранилищем Негро), которое является одним из крупнейших искусственных озёр в Южной Америке (413 квадратных миль (1070 квадратных километров)). Ниже по течению находятся две плотины, Байгоррия (Ринкон-де-Байгоррия) и Пальмар, которые являются основным источником гидроэлектроэнергии в Уругвае. Площадь водосборного бассейна Негро составляет около 69 700 квадратных километров.

В течение года температура в Негро значительно меняется. Январь и февраль – самые жаркие месяцы, температура достигает 30°С, а с июня по июль – самый холодный период, когда минимальная температура опускается примерно до 7°С – 9°С. Летом в регионе много солнечного света, световой

день длится до 11 часов, а зимой сокращается до 6 часов. Осадки равномерно распределяются в течение года, при этом наибольшее количество осадков выпадает в весенние месяцы с сентября по ноябрь и в осенние месяцы с марта по май, достигая 132 мм.

Расположение реки Негро на географической карте представлено на рисунке 3.15.



Рисунок 3.15 – Расположение реки Негро на географической карте.

На рисунке 3.16 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Фрай Бентос, расположенной в районе бассейна реки Негро.

На рисунке 3.17 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Негро.

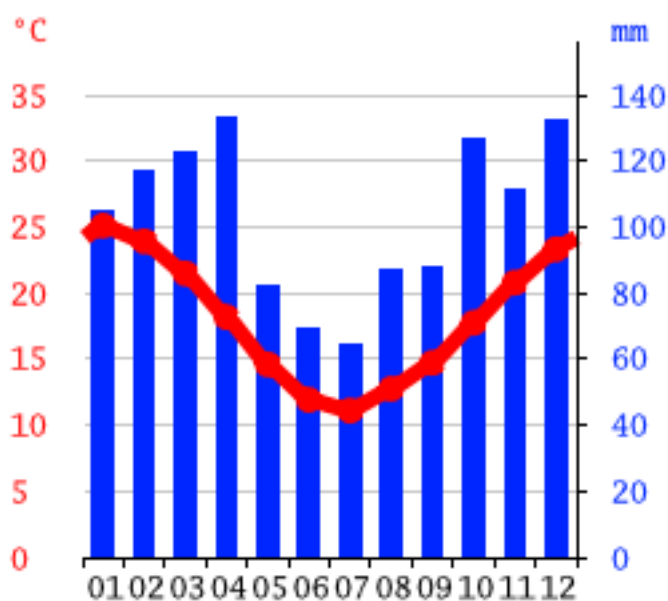


Рисунок 3.16 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Фрай Бентос (Уругвай).

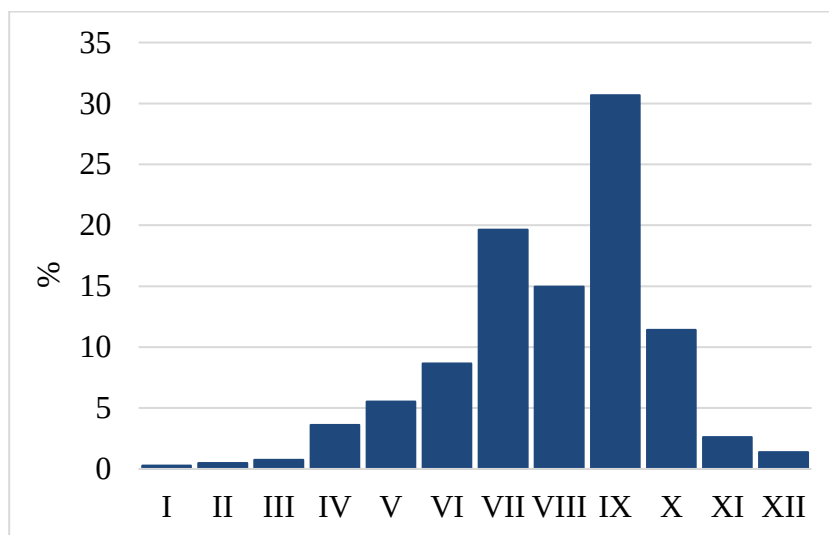


Рисунок 3.17 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Негро – Пальмар, критический период январь-март.

Как видно, на рисунке 3.17 максимум приходится на сентябрь, минимум – на январь. В качестве критического принят период с января по март и составляет 1,50 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки Негро расположен каскад гидроэлектростанций (плотины Ринкон-дель-Бонет, Байгоррия, Палмар). Плотины, расположенные на реке Негро представлены на рисунке 3.18.



Рисунок 3.18 – Расположение плотин на реке Негро.



### 3.4 Африка

Африка – самый жаркий материк Земли. В обоих полушариях среднемесячные летние температуры составляют 25–30 °; зимой 10–25 °С. В апреле–октябре более прогрето Северное полушарие, в ноябре–марте – Южное.

На территории Африки выделяются климатические пояса (рисунок 3.19):

- Экваториальный пояс. Проходит через центральные районы Африки, прибрежные районы Гвинейского залива. Характерно отсутствие времен года, влажные и горячие воздушные массы, обильные осадки на протяжении всего года. Воздух прогревается до +25 °С. Среднегодовая норма осадков – 2000–3000 мм. В экваториальной области произрастают влаго- и теплолюбивые растения. Много густых вечнозеленых лесов – гилей.
- Субэкваториальные пояса. Расположены к северу и югу от экватора. Занимает более трети всей территории Африки. Есть смена сезонов: сухого и влажного. Наличие сезонов обусловлено поочередным влиянием экваториальных и тропических воздушных масс, температурным режимом и условиями увлажнения. Лето – сезон дождей, преобладают влажные экваториальные воздушные массы; зима – сухой сезон, господствует сухой воздух тропических пассатов. Продолжительность сухого сезона – от 2 до 10 месяцев. Среднегодовая норма осадков – до 1000 мм. Продолжительность сезона дождей и количество осадков уменьшаются по направлению к окраинам субэкваториального пояса. В северных районах осадков выпадает меньше. Самое жаркое время – начало сезона дождей. Среднемесячная температура может достигать +30 °С.

Зона саванн. Протянулась в пределах субэкваториального пояса. На климат зоны саванн ограничивают влияние Атлантического и Индийского океанов горные массивы, расположенные в северных, восточных и юго-

восточных районах континента. Особенности растительного и животного мира определяются чередованием сезонов (сухого и влажного), недостатков полноводных русел и влаги для произрастания полноценных лесов.

- Северный и южный тропические пояса. Характерная особенность – высокие температуры и малое количество осадков, что способствует образованию пустынь. Значительные территории испытывают воздействие аридного тропического климата. Здесь наблюдаются наивысшие температурные показатели: от  $+35^{\circ}\text{C}$  до  $+40^{\circ}\text{C}$ .

Северная Африка получает крайне мало влаги и много солнечной радиации. Температура воздуха редко опускается ниже  $+20^{\circ}\text{C}$ . В тропиках на горных вершинах лежит снег, а у подножий раскинулись пустынные и полупустынные области.

Сахара – крупнейшая пустыня Африке. На ее территории были зафиксированы температурный максимум  $+58^{\circ}\text{C}$  и температурный минимум, который составил  $-3^{\circ}\text{C}$ . Днем, на раскаленном песке температура может достигать  $+60\text{--}70^{\circ}\text{C}$ , а ночью опускаться до  $+10^{\circ}\text{C}$ . Суточные колебания температур могут достигать до  $50^{\circ}\text{C}$ . Осадков в пустынях выпадает крайне мало – до 100 мм в год. Иногда осадки не доходят до поверхности земли и высыхают в воздухе. Жизнь коренного населения сосредоточена в оазисах.

- Субтропический пояс. Занимает юг Африки и узкую полосу северного побережья. Климат здесь субтропический средиземноморский. Это переходный пояс, его особенности определяются свойствами атмосферного воздуха умеренных и тропических широт. Характерно чередование двух сезонов: сухого и дождливого. Много осадков, максимальное их количество приходится зимой на северо– и юго–западные районы континента, а летом – на юго–восточные.

В экваториальном поясе произрастают многоярусные густые влажные тропические леса, в субэкваториальном поясе преобладают галейные леса, на

водораздельных пространствах встречаются разных типов саванны. В устьях рек, впадающих в Гвинейский залив, произрастают мангровые заросли.

В настоящее время наблюдается аридизация климата материка, пустыни продвигаются на юг и север. Одновременно происходят частые разливы рек. Катастрофические природные изменения связывают с антропогенной деятельностью: интенсивной вырубкой деревьев, повсеместным строительством дорог, городов, активным развитием скотоводства и земледелия.



Рисунок 3.19 – Климатические пояса Африки.

### 3.4.1 Мадагаскар – река Мандраре

Климат Мадагаскара разнообразен. В северной части острова он субэкваториальный, в южной – влажный тропический.

На северо–западном побережье наиболее жарко. В летнее время (с декабря по февраль) дневные температуры воздуха могут достигать 35 °С, ночные – 25 °С. Зимой (с июня по июль) на северо-западе днём отмечается около +32 °С, ночью – около +23 °С.

С продвижением на юг, дальше от экватора, температура воздуха понижается. Так, на юго–востоке страны в летнее время дневные температуры поднимаются до 30 °С, а ночные составляют около +22 °С. Зимой в дневные часы здесь отмечается около 24 °С, в ночные – около +16 °С.

В районе центрального плато на высотах от 1000 до 1600 м температура воздуха летом в дневное время поднимается до +26 °С, ночью падает до +16 °С, зимой в дневные часы отмечается около 20 °С, ночью – около 10 °С. В более возвышенных областях плато зимой нередко случаются заморозки.

На Мадагаскаре за год выпадает от 400 до 3600 мм осадков. Наибольшее их количество отмечается на восточном побережье острова, куда в течение всего года приходят влажные воздушные массы с Индийского океана, а наименьшее – на юго–западе страны.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Мандраре.

Мандраре – река в регионе Аноси на юге Мадагаскара. Она впадает в Индийский океан недалеко от Амбоасари–Суд. В некоторые месяцы года она пересыхает. Длина – 270 км. Площадь водосборного бассейна – 12 435 км<sup>2</sup>. Река расположена в тропическом поясе.

Расположение реки Мандраре на географической карте представлено на рисунке 3.20.



Рисунок 3.20 – Расположение реки Мандраре на географической карте.

На рисунке 3.21 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных значений минимальных и максимальных дневных температур воздуха по метеорологической станции Траномаро, расположенной в районе бассейна реки Мандраре.

На рисунке 3.22 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Мандраре.

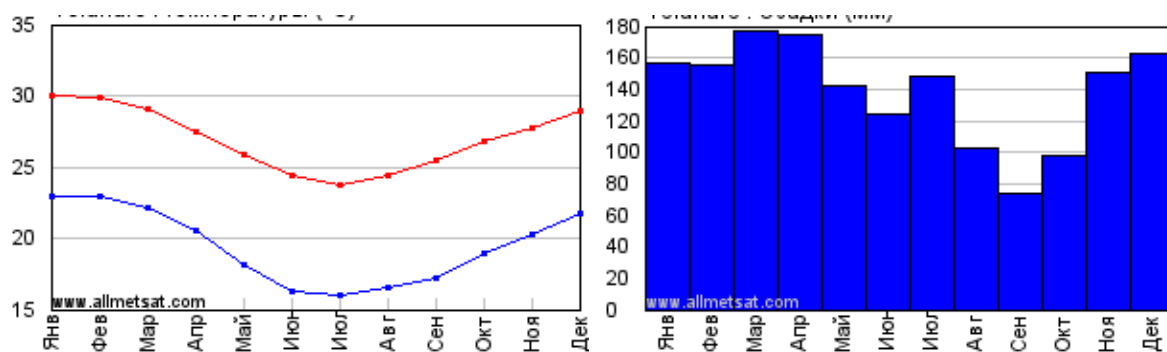


Рисунок 3.21 – Средние многолетние суммы месячных осадков и средние месячные значения минимальных и максимальных дневных температур воздуха по МС Траномаро (Мадагаскар).

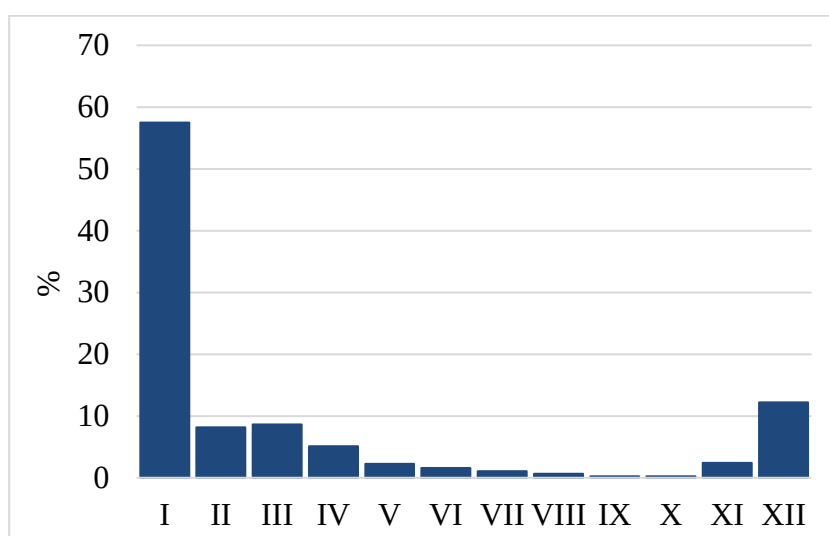


Рисунок 3.22 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Мандраре – Амбассадор, критический период август–октябрь.

Как видно, на рисунке 3.22 максимум приходится на январь, минимум – на сентябрь–октябрь. В качестве критического принят период с августа по октябрь и составляет 1,09 % от годового стока.

### 3.4.2 Лесото – река Цхеляняне

Климат страны обусловлен её высотным положением, поэтому Атлантический и Индийский океаны оказывают на него незначительные

воздействия, и Лесото находится под воздействием субтропической зоны высокого давления, в связи с чем в циркуляции преобладают антициклоны. Климат Лесото сравнительно холодный – хотя летом в январе–феврале в Масеру и долинах температура достигает 30 °С, зимы бывают морозными, и температуры варьируются от –7 °С в равнинных районах до –18 °С в горных. Между маем и сентябрём горные районы покрываются снегом.

Количество осадков сильно варьируется в зависимости от высоты местности и составляет от 500 до 1200 мм. Основное количество осадков выпадает в тёплый период года с октября по апрель, максимальное – с декабря по февраль, когда ежемесячное количество осадков составляет 100 мм. Наименьшее количество осадков наблюдается зимой в июне и составляет менее 15 мм. Средняя месячная испаряемость составляет 60–70 мм в июне–июле и 175–225 мм в декабре–январе, средняя годовая испаряемость составляет от 1400 мм в горных местностях до 1600 на равнинах. В целом испаряемость превышает количество осадков.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Цхеляняне.

Река Цхеляняне протекает по территории Лесото, в субтропическом климатическом поясе. Площадь водосбора в створе составляет 57 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды – 0,825 м<sup>3</sup>/с.

Расположение реки Цхеляняне на географической карте представлено на рисунке 3.23.

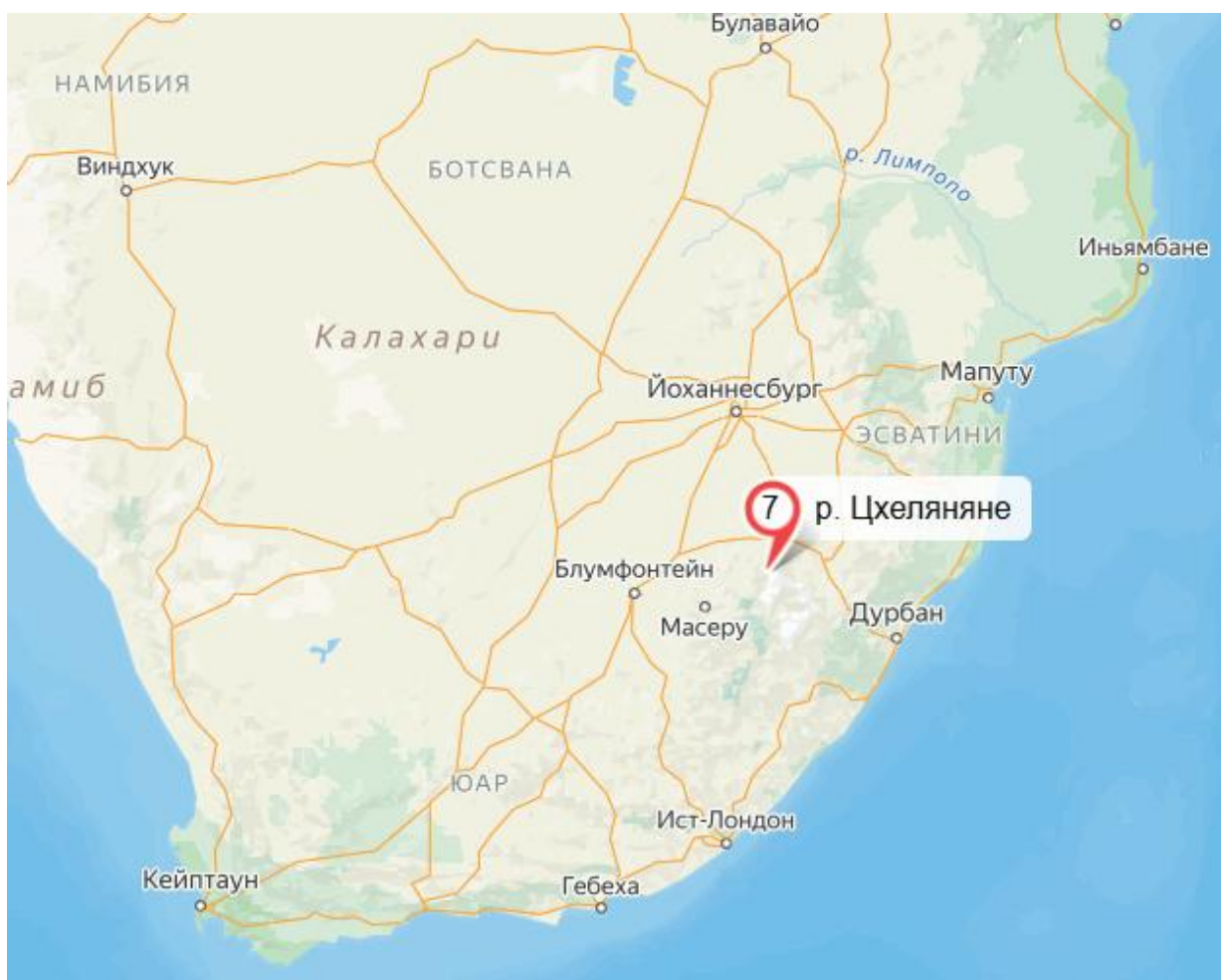


Рисунок 3.23 – Расположение реки Цхеляняне на географической карте.

На рисунке 3.24 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Масеру, расположенной в районе бассейна реки Цхеляняне.

На рисунке 3.25 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Цхеляняне.



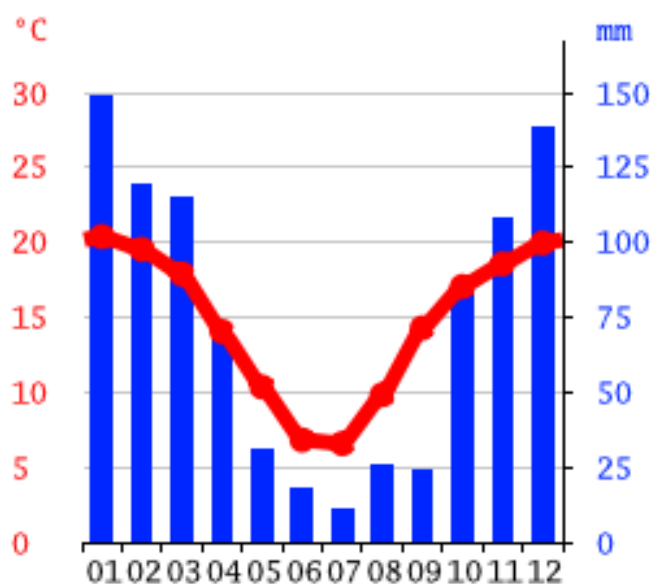


Рисунок 3.24 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Масеру (Лесото).

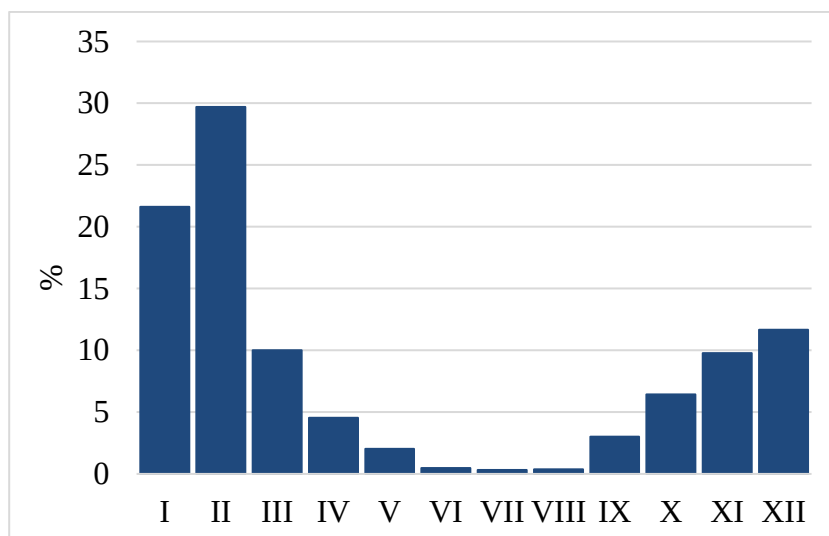


Рисунок 3.25 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Цхеляняне – Оксбоу, критический период июнь–август.

Как видно, на рисунке 3.25 максимум приходится на февраль, минимум – на июль. В качестве критического принят период с июня по август и составляет 1,17 % от годового стока.

### 3.4.3 Кения – река Тана

Индийский океан оказывает важное влияние на климат страны. К северу от экватора с декабря по март преобладают северо-восточные ветры, к югу от экватора в это время преобладают юго-восточные ветры. В эти месяцы довольно сухо, хотя в некоторых районах может выпадать небольшое количество осадков. Сезон дождей продолжается с конца марта по май с преобладанием восточных воздушных масс в обоих полушариях. С июня по август выпадает сравнительно немного осадков, на севере обычны юго-западные ветры, на юге – юго-восточные.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Тана.

Тана – самая длинная река Кении, расположенная в тропическом поясе. Её длина составляет около 1000 км, площадь водосборного бассейна – около 100 000 км<sup>2</sup>, и её можно разделить на верховья и нижнюю Тану, состоящую из участка ниже по течению от Кору, где река течёт около 700 км по полувасушливым равнинам. К его притокам относятся некоторые крупные реки Центрального региона, такие как Тика, Рагати, Ньяминди, Тиба, Матиоя, Чания, Туси и Мутонга. Река берёт начало на горе Кения в Ньери. Сначала она течёт на юго-запад, затем поворачивает на юг вокруг массива горы Кения и извивается вплоть до Индийского океана.

Расположение реки Тана на географической карте представлено на рисунке 3.26.

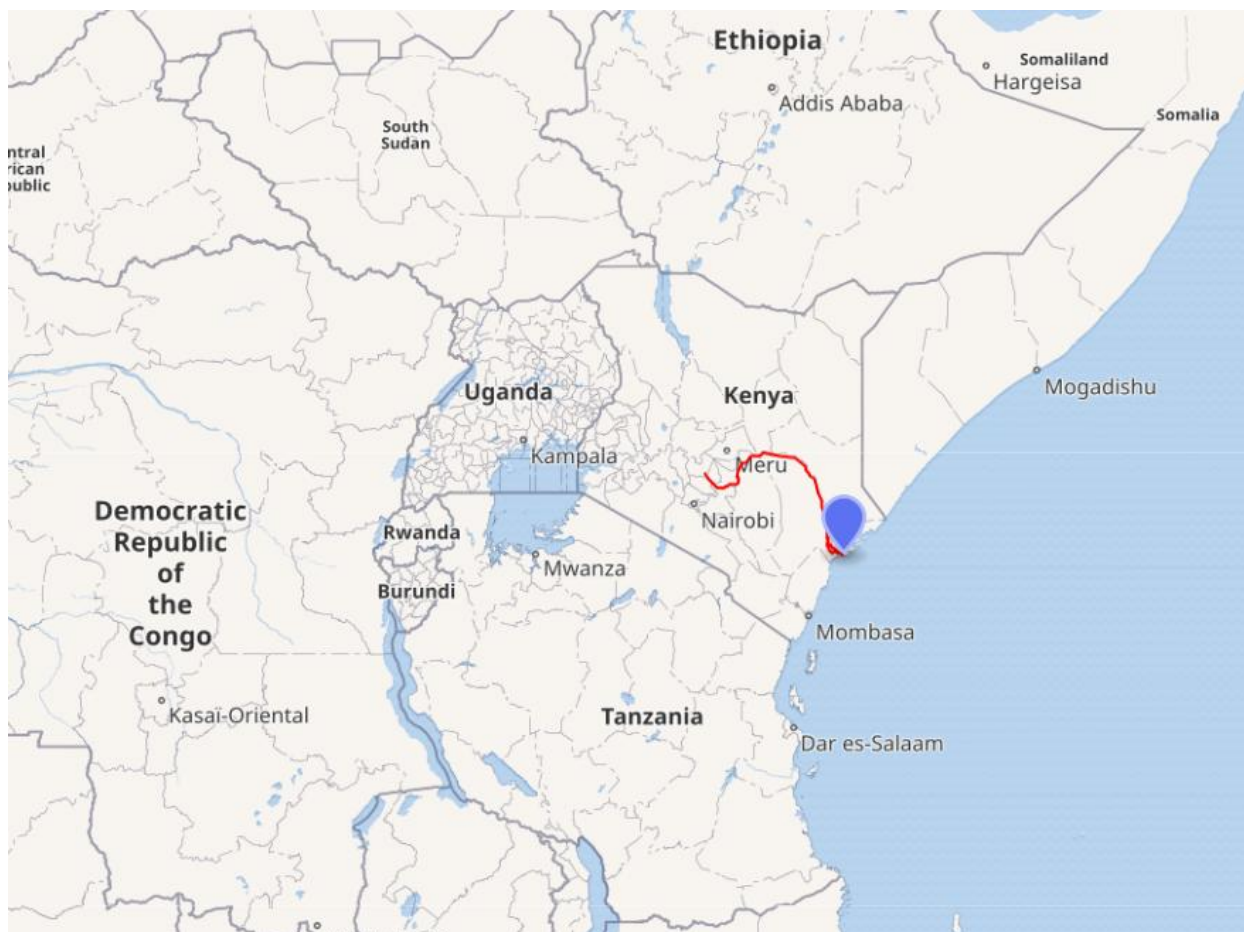


Рисунок 3.26 – Расположение реки Тана на географической карте.

На рисунке 3.27 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Фафсула, расположенной в районе бассейна реки Тана.

На рисунке 3.28 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Тана.

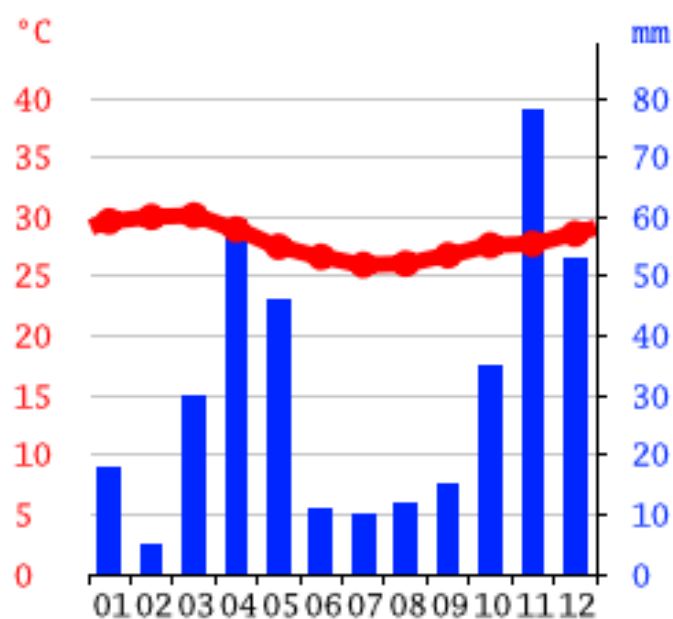


Рисунок 3.27 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Фафсула (Кения).

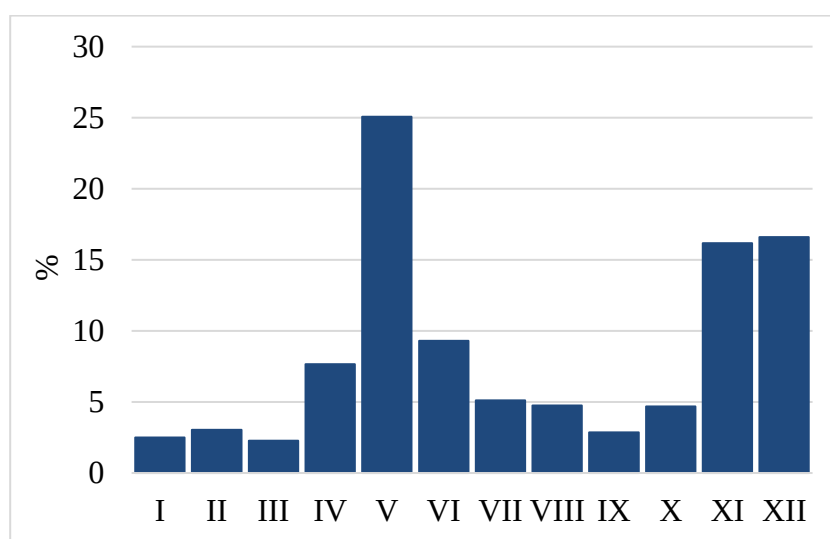


Рисунок 3.28 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Тана – Гарисса, критический период январь–март.

Как видно, на рисунке 3.28 максимум приходится на май, минимум – на март. В качестве критического принят период с января по март и составляет 7,81 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки Тана расположен

каскад гидроэлектростанций (плотины Масинга, Камбуру, Гитару, Киндарума, Киамбере).

#### 3.4.4 Габон – река Огове

Климат Габона жаркий и влажный, с переходом от экваториального на севере к субэкваториальному на западе и юге, с коротким сухим сезоном (с июня-июля по август-сентябрь).

Средние месячные значения температуры: от +22 °С до +24 °С в июле и от +25 °С до +27 °С в апреле, на юго-востоке в жаркие месяцы превышают +32 °С.

Сезон дождей продолжается с середины января по середину мая и с начала октября по середину декабря.

Среднегодовое количество осадков: 1500–2000 мм в год, на севере береговой полосы до 2500–4000 мм.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Огове, расположенная в экваториальном поясе.

Огове – одна из крупнейших рек Западной Африки. Длина составляет около 1200 километров, бассейн охватывает площадь 223856 км<sup>2</sup> на территории Габона, Конго, Камеруна и Экваториальной Гвинеи.

Истоки реки находятся в Кенгуе, на северо-востоке плато Батеке в Республике Конго. Из-за порогов не является судоходной, для судоходства используется лишь дельта от города Нджоле и до её впадения в Гвинейский залив, южнее города Порт-Жентиль.

Расположение реки Огове на географической карте представлено на рисунке 3.29.

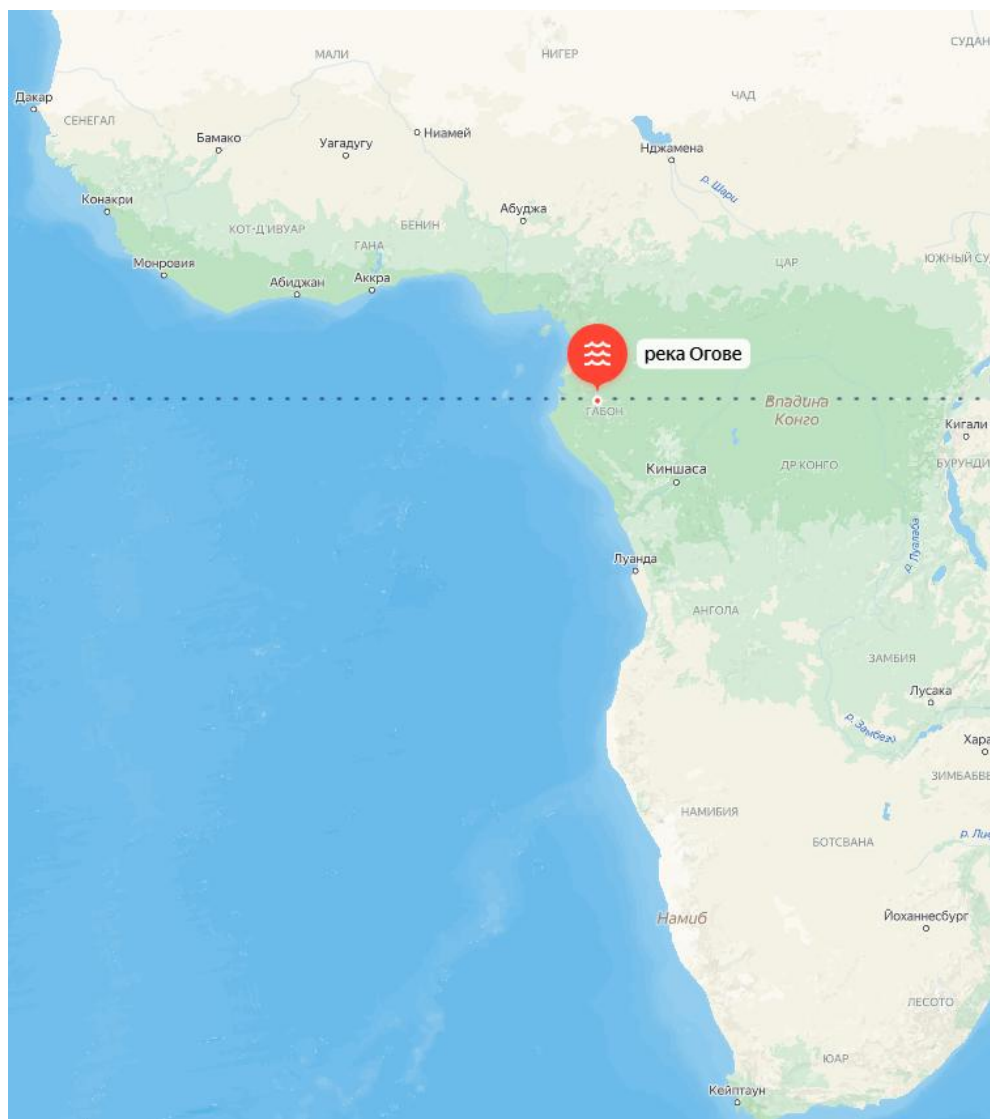


Рисунок 3.29 – Расположение реки Огове на географической карте.

На рисунке 3.30 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Моунана, расположенной в районе бассейна реки Огове.

На рисунке 3.31 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Огове.

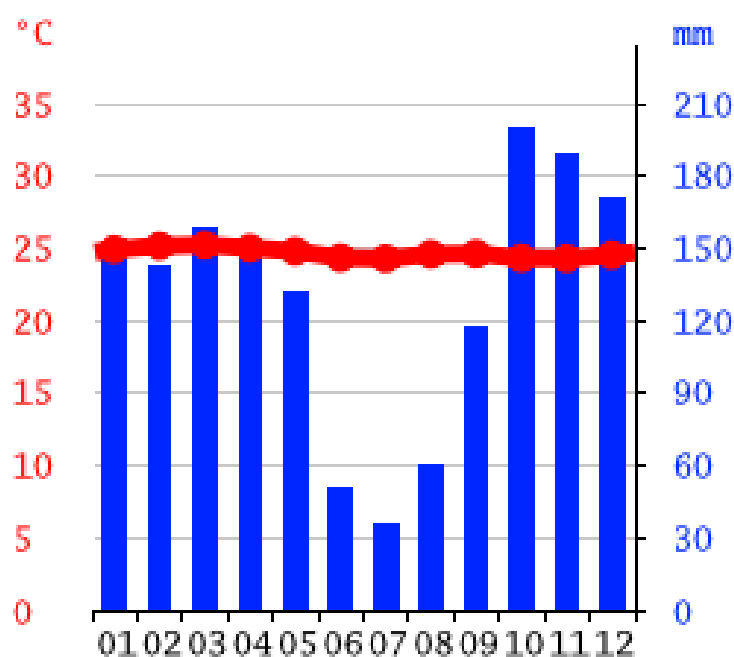


Рисунок 3.30 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Моунана (Габон).

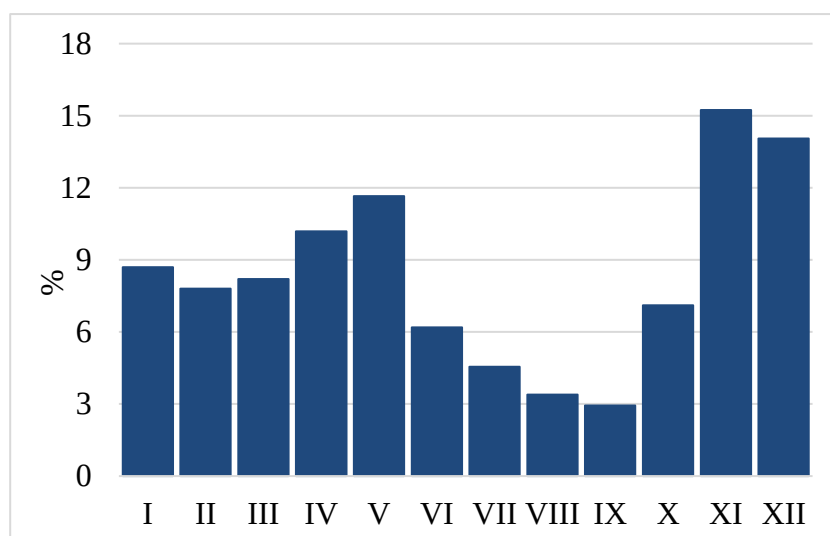


Рисунок 3.31 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Огове – Либревиль, критический период июль–сентябрь.

Как видно, на рисунке 3.31 максимум приходится на ноябрь, минимум – на сентябрь. В качестве критического принят период с июля по сентябрь и составляет 10,9 % от годового стока.

### 3.4.5 Египет – река Нил

Климат Египта – тропический пустынный и субтропический средиземноморский.

В пустынной части страны климат характеризуется низким количеством осадков, высокими температурами и большими амплитудами. Лето жаркое, днём температура часто поднимается до  $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Зима более прохладная, дневные температуры в пределах  $+20\text{--}25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ночью до 0 и  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

На средиземноморском побережье климат субтропический средиземноморский. Суточные и сезонные показатели температур меньше, чем во внутренних районах. Осадков выпадает больше, до 200 мм, преимущественно зимой.

В Египте бывает два сезона – жара с апреля по октябрь и прохлада с ноября до конца марта. Особенно жаркий период – с июля по октябрь, когда среднесуточная температура воздуха составляет  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  на севере страны и  $+34\text{ }^{\circ}\text{C}$  – на юге.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Нил. На территории реки – пустынный климат (тропический), в течение года практически не бывает осадков.

Этот регион, расположенный недалеко от экватора, характеризуется трудноопределимым временем года.

Река Нил в Египте берёт начало на Восточно-Африканском плоскогорье и впадает в Средиземное море, образуя дельту площадью 24 000 км<sup>2</sup>. Длина Нила от озера Виктория до Средиземного моря — примерно 5600 км. Водная система Нила считается самой длинной на Земле. Среднегодовой расход воды в устье Нила 2900 м<sup>3</sup>/с.

В верхнем течении принимает крупные притоки — Эль-Газаль (левый) и Асуа, Собат, Голубой Нил и Атбара (правые). Ниже устья правого притока Атбары Нил течёт по полупустыне, не имея притоков на протяжении последних 3000 км.



Расположение реки Нил на географической карте представлено на рисунке 3.32.



Рисунок 3.32 – Расположение реки Нил на географической карте.

На рисунке 3.33 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Асуан, расположенной в районе бассейна реки Нил.

На рисунке 3.34 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Нил.

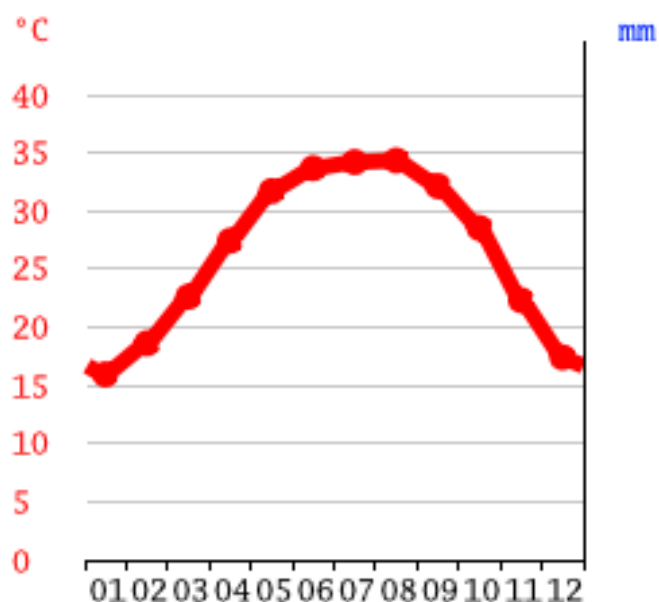


Рисунок 3.33 – Средние многолетние суммы осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Асуан (Египет).

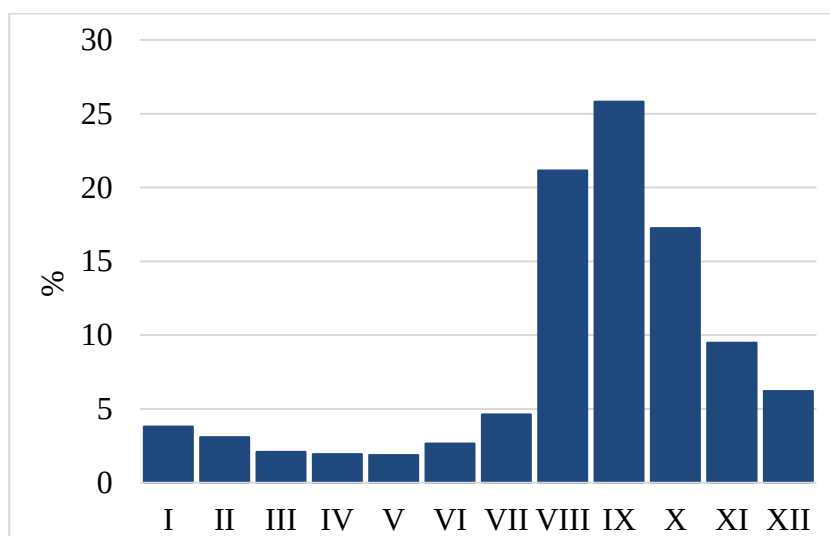


Рисунок 3.34 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Нил – Асуан, критический период март–май.

Как видно, на рисунке 3.34 максимум приходится на сентябрь, минимум – на май. В качестве критического принят период с марта по май и составляет 5,91 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки Нил расположено Асуанское водохранилище.

#### 3.4.6 Мали – река Нигер

Климат Мали – тропический, жаркий и сухой. На крайнем юге – субэкваториальный.

Выделяют три сезона:

- дождливый (с июня по октябрь);
- сухой и прохладный (с ноября по февраль);
- сухой и жаркий (с марта по май).

Количество осадков и продолжительность сезона дождей сокращаются с юга на север.

Также выделяют три климатических района (с севера на юг):

- Сахарский (среднемесячные температуры от 19,5 °С до 34 °С, годовое количество осадков до 150 мм).
- Сахельский (среднемесячные температуры от 22,5 °С до 34,5 °С, годовое количество осадков 200–600 мм).
- Суданский (23,5–35,5 °С и 600–1500 мм соответственно).

В качестве объекта исследования рассматривалась река Нигер.

Нигер – важная река в Западной Африке, протекающая в субэкваториальном поясе. Длина 4180 км, площадь бассейна 2 117 700 км<sup>2</sup>. Расход воды составляет 8630 м<sup>3</sup>/с.

Исток реки находится на склонах Леоно-Либерийской возвышенности на юго-востоке Гвинеи. Река течёт по территории Мали, Нигера, по границе с Бенином, а затем по территории Нигерии. Впадает в Гвинейский залив

Атлантического океана, формируя в районе впадения дельту. Крупнейший приток Нигера – река Бенуэ.

Расположение реки Нигер на географической карте представлено на рисунке 3.35.



Рисунок 3.35 – Расположение реки Нигер на географической карте.

На рисунке 3.36 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных значений минимальных и максимальных дневных температур воздуха по метеорологической станции Бамако, расположенной в районе бассейна реки Нигер.

На рисунке 3.37 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Нигер.

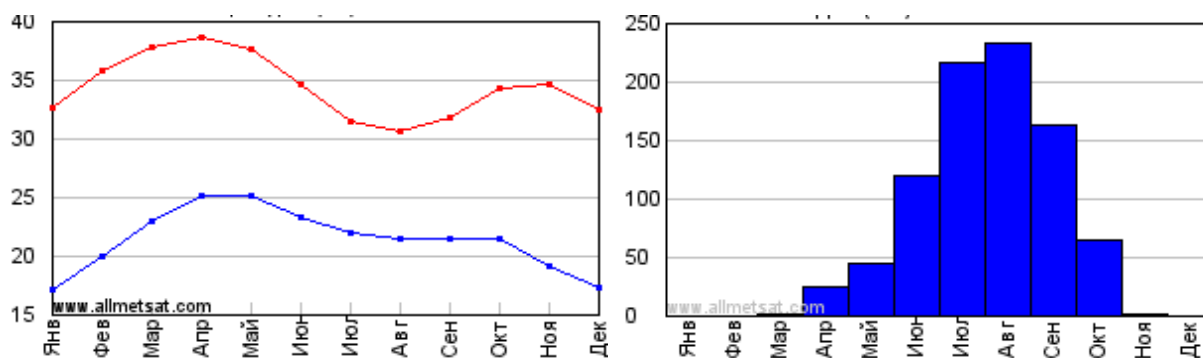


Рисунок 3.36 – Средние многолетние суммы месячных осадков и средние месячные значения минимальных и максимальных дневных температур воздуха по МС Бамако (Мали).

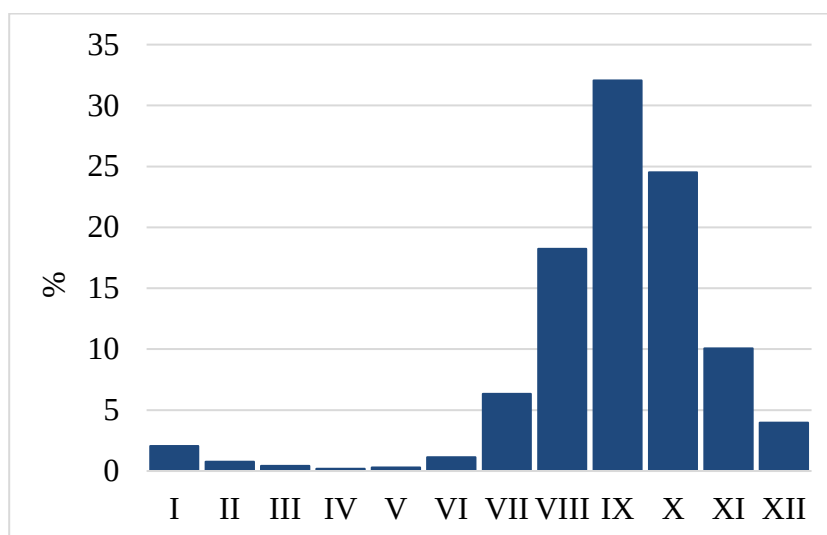


Рисунок 3.37 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Нигер – Куликоро, критический период март–май.

Как видно, на рисунке 3.37 максимум приходится на сентябрь, минимум – на апрель. В качестве критического принят период с марта по май и составляет 0,90 % от годового стока.

### 3.4.7 Марокко – река Уерга

Климат Марокко изменчив и зависит от региона.

На средиземноморском побережье климат мягкий, субтропический. Средняя температура летом составляет около +24—+28 °С, а зимой – +10—+12 °С.

При движении на юг климат становится всё более континентальным: лето жаркое (до +37 °С), а зима прохладная (до +5 °С). Суточный перепад температур может достигать 20 °С.

На северо-западную часть страны большое влияние оказывают воздушные массы с Атлантического океана. Из-за этого климат здесь более прохладный, а суточные перепады температур значительно сильнее, чем на остальной территории страны.

В горных районах Атласа климат сильно зависит от высоты места.

Осадков выпадает от 500–1000 мм в год на севере и менее 200 мм в год на юге.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Уерга площадью 6150 км<sup>2</sup>.

Согласно исследованиям, климат в районе водораздела средиземноморского типа и варьируется от влажных до полужасушливых условий. Этот климат характеризуется выраженными сезонными контрастами и очень резкими колебаниями количества осадков. Годовое количество которых колеблется от 497 мм до 1383 мм в год.

Расположение реки Уерга на географической карте представлено на рисунке 3.38.



Рисунок 3.38 – Расположение реки Уерга на географической карте.

На рисунке 3.39 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Фес, расположенной в районе бассейна реки Уерга.

На рисунке 3.40 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Уерга.

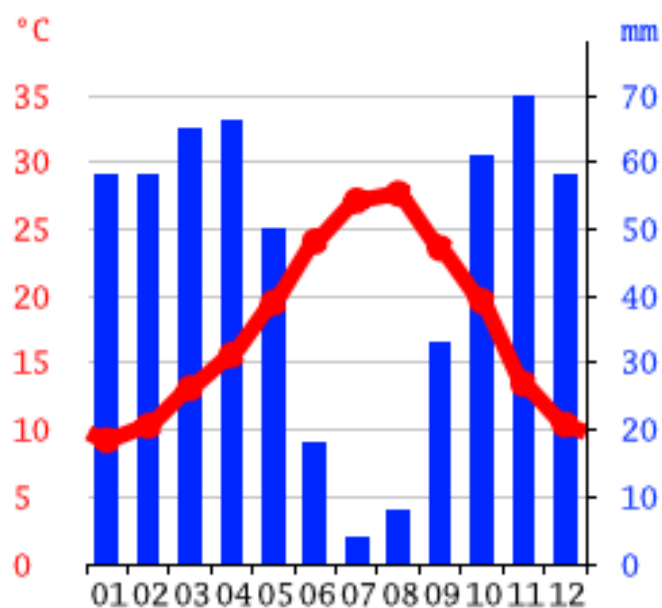


Рисунок 3.39 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Фес (Марокко).

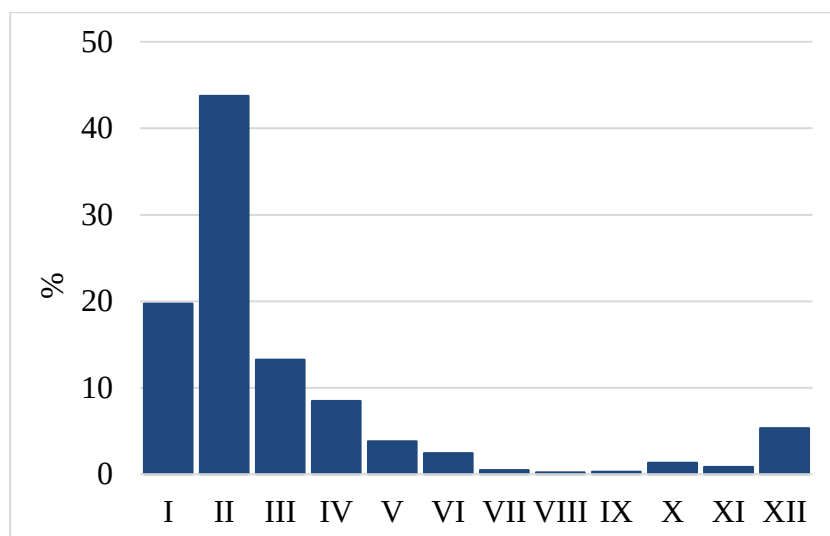


Рисунок 3.40 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Уерга – Урцаг, критический период июль–сентябрь.

Как видно, на рисунке 3.40 максимум приходится на февраль, минимум – на август. В качестве критического принят период с июля по сентябрь и составляет 0,97 % от годового стока.



### 3.5 Европа

Европейский климат преимущественно умеренный, на дальнем севере субполярный, на крайних островах – арктический, на южном краю – субтропический. В Западной Европе наблюдается морской климат (минимальный перепад температур), а в Восточной Европе – умеренно-континентальный климат (сбалансированный перепад температуры).

Средняя температура воздуха примерно +13. Зимой от -40 в полярных регионах до +20 в субтропических, летом – от 0 в полярных регионах до +35 (редко до +40) в субтропических. Влажность высокая.

Среди осадков в Европейском климате характерны дождь, туман, снег и гроза, ветер – не исключение.

Климатические пояса Европы представлены на рисунке 3.41.

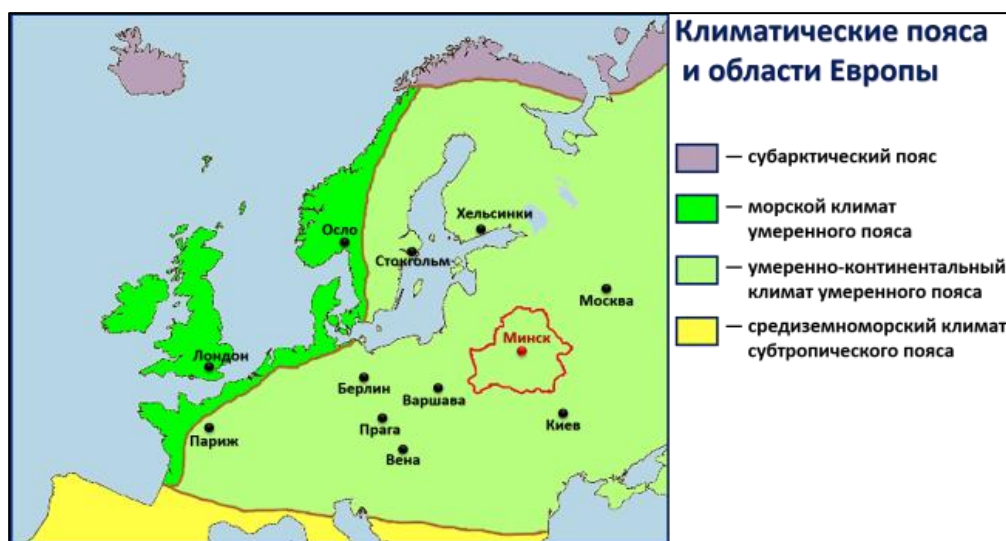


Рисунок 3.41 – Климатические пояса Европы.

#### 3.5.1 Нидерланды, Бельгия, Франция – река Маас

Климат в Нидерландах морской, умеренно-тёплый. Средняя температура в январе составляет от +1 до +3 °С, в июле – от +16 до +17 °С.

Солнечных дней мало, погода быстро меняется, часто возникают сильные туманы.

Осадков выпадает 650—750 мм в год, в основном в виде дождя. Снегопады редки.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Маас.

Река протекает на территориях Франции, Бельгии и Нидерландах. Длина — 925 км, площадь бассейна — 36 тыс. км<sup>2</sup>.

Берёт начало на плато Лангр во Франции, течёт на север до Седана и Шарлевиль-Мезьера, затем проходит по территории Бельгии. У Намюра поворачивает на северо-восток, течёт западнее Арденн, после Льежа поворачивает на север. На территории Нидерландов течёт на север до Венло, затем поворачивает на запад. Соединяется с рукавом Рейна, образуя общую дельту и впадает в Северное море.

Питание преимущественно дождевое, а также снеговое. Средний расход воды в нижнем течении 300-400 м<sup>3</sup>/с, наибольший до 3 тысяч м<sup>3</sup>/с.

Судоходна до верховьев, соединена каналами с такими реками, как Шельда, Сена, Рейн и др. Судоходный Арденский канал соединяет бассейны Мааса и Эны. Выше города Седан шлюзована. В нижнем течении уровень воды в реке на значительном протяжении расположен выше прилегающей низменной равнины, поэтому для предотвращения наводнений русло Мааса ограничено дамбами.

Расположение реки Маас на географической карте представлено на рисунке 3.42.

Бассейн реки расположен в умеренно-континентальном климате. В течение всего года выпадает значительное количество осадков. Даже в самый сухой месяц выпадает много осадков. Среднегодовая температура на МС Намюр составляет 10,3 °С. Ежегодно выпадает около 864 мм осадков.

Намюр находится в северном полушарии. Лето здесь начинается в конце июня и заканчивается в сентябре. Летние месяцы: июнь, июль, август, сентябрь.



Рисунок 3.42 – Расположение реки Маас на географической карте.

На рисунке 3.43 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Намюр, расположенной в районе бассейна реки Маас.

На рисунке 3.44 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Маас.

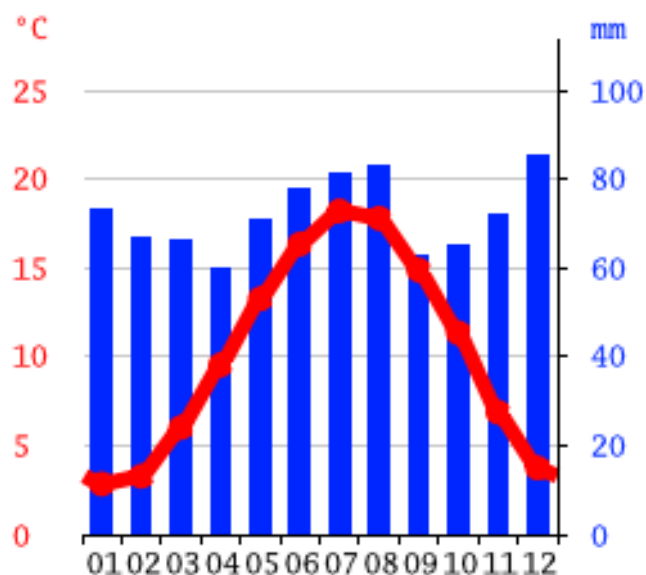


Рисунок 3.43 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Намюр (Бельгия).

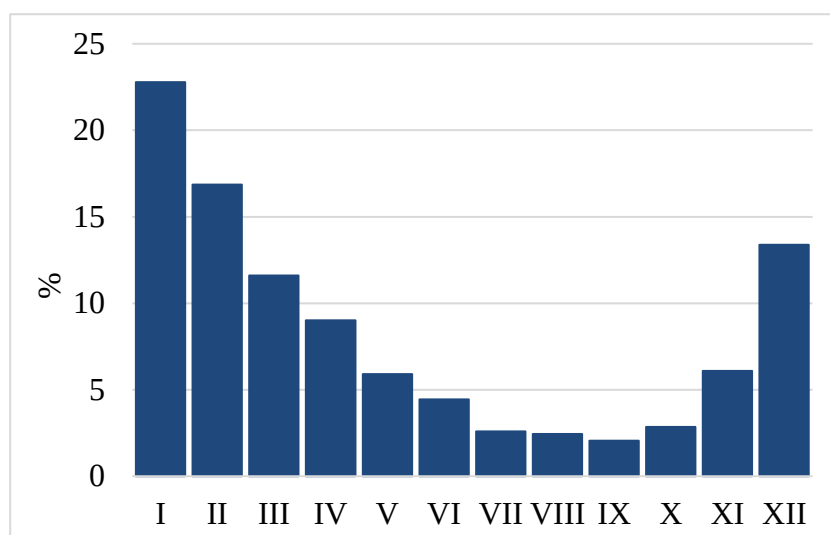


Рисунок 3.44 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Маас – Лит, критический период июль–сентябрь.

Как видно, на рисунке 3.44 максимум приходится на январь, минимум – на сентябрь. В качестве критического принят период с июля по сентябрь и составляет 7,09 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, поскольку в верхнем течении река Маас шлюзована.

### 3.5.2 Португалия, Испания – река Дуэро

Климат Португалии – средиземноморский, с заметно выраженным влиянием океана. Север страны, в особенности горный район, отличается высокой влажностью, со средними годовыми суммами атмосферных осадков от 1 до 2 м и более. К югу влажность постепенно уменьшается, климат становится гораздо суше, с продолжительным ясным и жарким летом; на юге среднее годовое количество осадков местами менее 500 мм. В северной Португалии ярко проявляется высотная климатическая зональность, горные местности обладают прохладным климатом, зимой здесь держится несколько недель снеговой покров.

Несмотря на различие климата северной и южной Португалии, растительный покров страны сравнительно однородный, типично средиземноморский. Вертикальная зональность растительности выражена, отчетливо, но несколько смягчена влиянием океана, влажностью воздуха.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Дуэро.

Река Дуэро – река Пиренейского полуострова, берущая начало на территории Испании и впадающая в Атлантический океан в Португалии. Общая протяжённость – 925 км (по другим данным, 938 км), площадь водосборного бассейна около 95 тыс. км<sup>2</sup>, расход воды – 675 м<sup>3</sup>/с.

Река протекает на территории с средиземноморским субтропическим климатом, где среднегодовая температура составляет 12,5 °С, осадков – 490 мм. Лето начинается в конце июня и заканчивается в сентябре. Летние месяцы: июнь, июль, август, сентябрь.

Расположение реки Дуэро на географической карте представлено на рисунке 3.45.

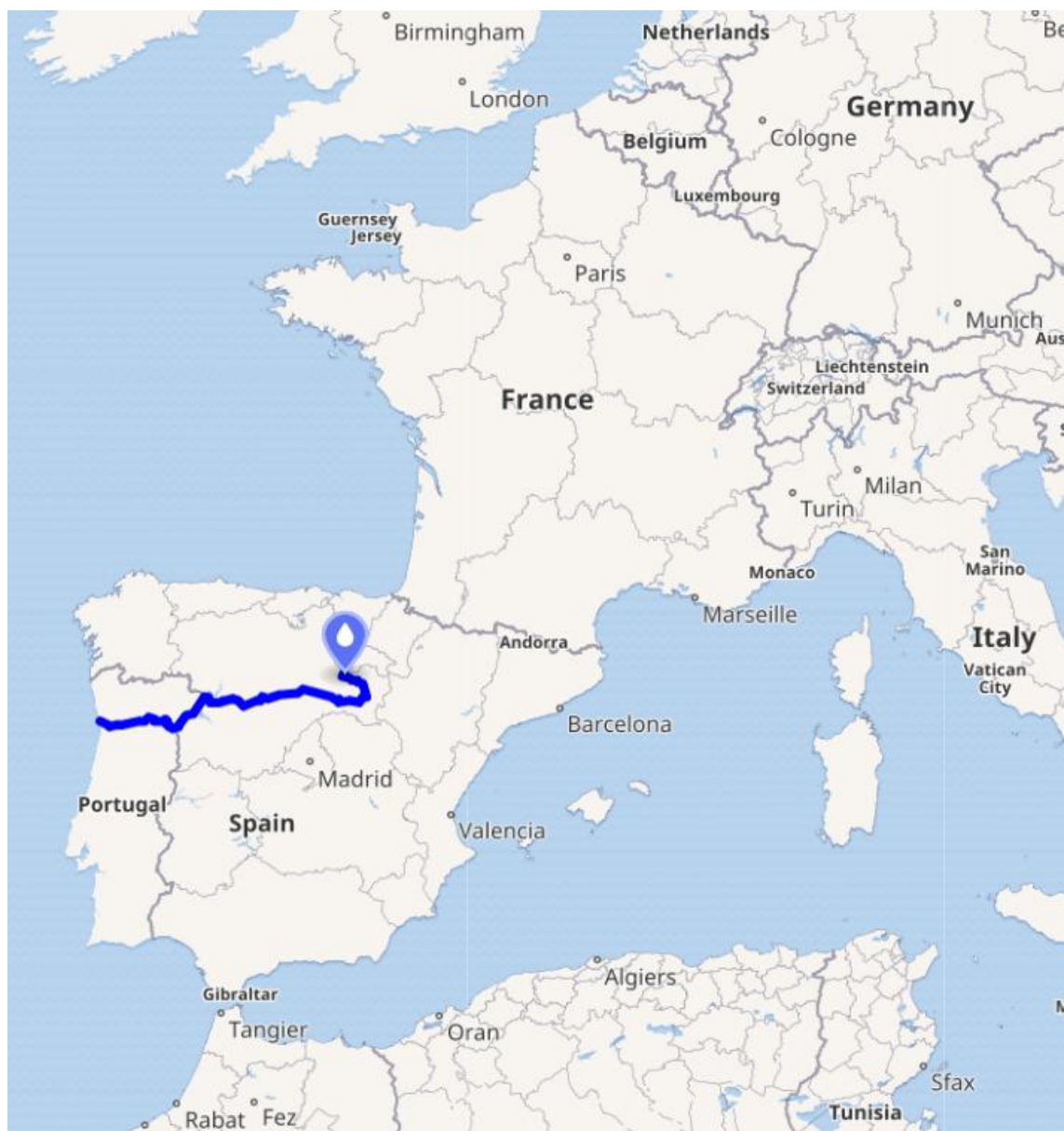


Рисунок 3.45 – Расположение реки Дуэро на географической карте.

На рисунке 3.46 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Вальядолид, расположенной в районе бассейна реки Дуэро.

На рисунке 3.47 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Дуэро.

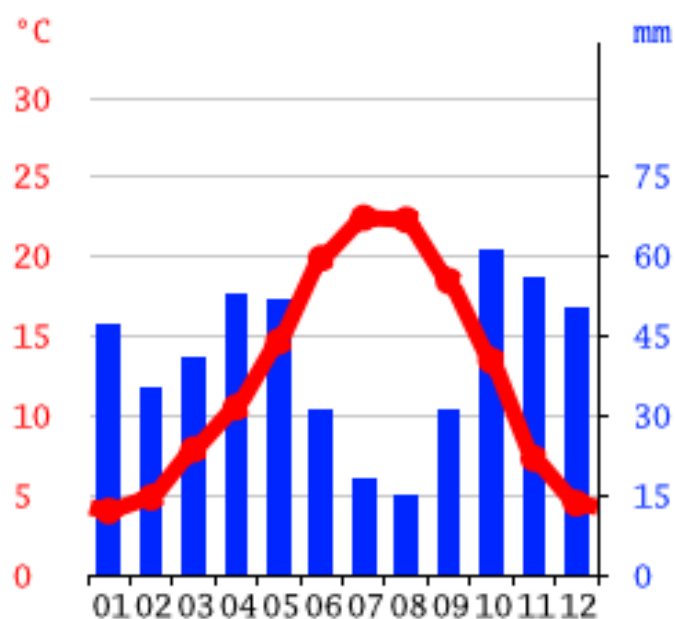


Рисунок 3.46 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Вальядолид (Испания).

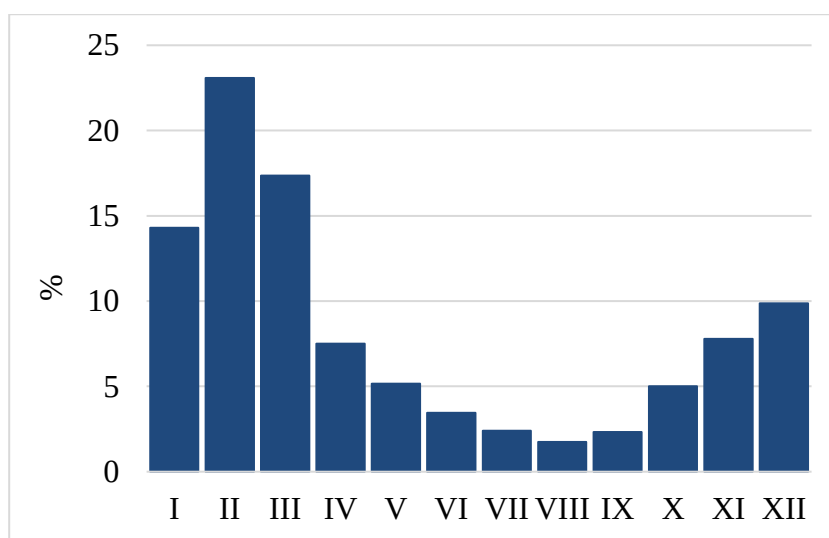


Рисунок 3.47 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Дуэро – Регуа, критический период июль–сентябрь.

Как видно, на рисунке 3.47 максимум приходится на февраль, минимум – на август. В качестве критического принят период с июля по сентябрь и составляет 6,47 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки Дуэро расположена испанская бетонная арочно-гравитационная плотина Альдеадавила, находящееся на границе между Испанией и Португалией.

### 3.5.3 Франция – река Луара

Климат Франции, за исключением горных районов, преимущественно умеренный, с мягкими зимами (за исключением северо-востока страны), на южном побережье – субтропический. Атлантика оказывает большое влияние на северо-запад, где погода характеризуется высокой влажностью, частыми сильными западными ветрами и обилием дождей.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Луара.

Река Луара – самая длинная река во Франции, протяжённостью 1012 км, площадь водосборного бассейна – 115 тысяч км<sup>2</sup>, что составляет более одной пятой площади Франции, в то время как её средний расход воды составляет 835 м<sup>3</sup>/с. Берёт начало в департаменте Ардеш на юге Франции, на горе Жербье-де-Жон, в восточной части Центрального массива, течёт на север через Невер до Орлеана, дальше на запад через Тур и Нант. Впадает в Бискайский залив Атлантического океана возле Сен-Назера, образуя эстуарий.

Климат считается самым приятным на севере Франции, с более тёплой зимой и с меньшими экстремальными температурами летом, редко превышающими 38 °С. Он определяется как умеренный морской климат и характеризуется отсутствием засушливых сезонов и проливными дождями, и снегопадами зимой, особенно в верховьях. Количество солнечных часов в



году колеблется между 1400 и 2200 и увеличивается с северо-запада на юго-восток. В регионе выпадает 690 мм осадков вдоль побережья и 648 мм внутри региона.

Расположение реки Луара на географической карте представлено на рисунке 3.48.



Рисунок 3.48 – Расположение реки Луара на географической карте.

На рисунке 3.49 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Нанте, расположенной в районе бассейна реки Луара.

На рисунке 3.50 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Луара.

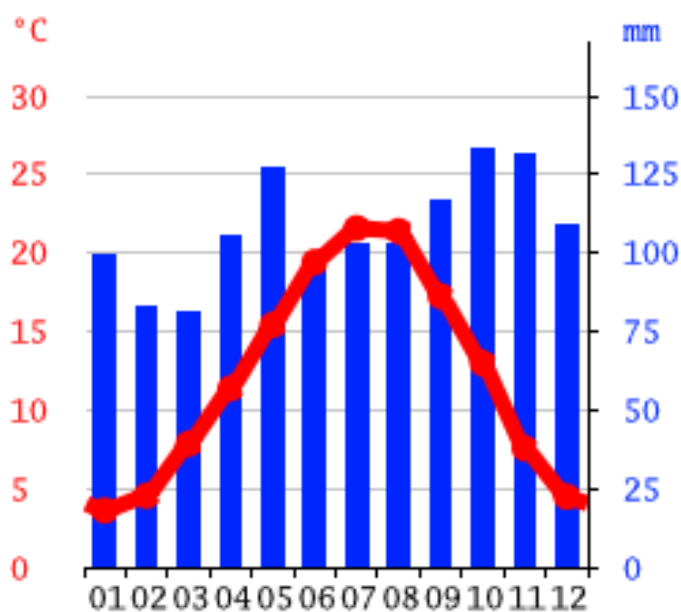


Рисунок 3.49 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Лион (Франция).

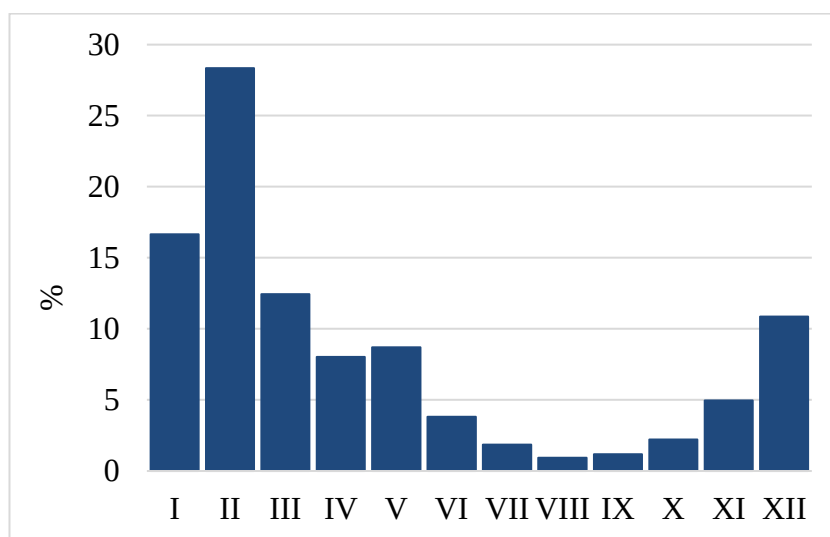


Рисунок 3.50 – Расчетное внутригодичное распределение стока в % от годового р. Луара – Жьен, критический период июль–сентябрь.

Как видно, на рисунке 3.50 максимум приходится на февраль, минимум – на август. В качестве критического принят период с июля по сентябрь и составляет 3,96 % от годового стока.

### 3.5.4 Турция, Сирия, Ирак – река Ефрат

Турция – страна преимущественно горная, потому климат носит в среднем горный характер и черты континентального. Лето во внутренних континентальных районах Турции повсеместно жаркое и засушливое, зимы снежные и холодные. На Эгейском и Средиземном море климат субтропический средиземноморский, с более мягкой зимой, устойчивый снежный покров не образуется.

На Чёрном море климат умеренно-морской с характерными для него тёплым летом и прохладной зимой. Средняя температура зимой (в январе) составляет примерно  $+5^{\circ}\text{C}$ , летом (в июле) – около  $+23^{\circ}\text{C}$ . Осадков выпадает до 1000–2500 мм в год. Летом среднесуточная температура может превысить  $+30^{\circ}\text{C}$  и (изредка)  $+35^{\circ}\text{C}$ , а жара может превысить  $+40^{\circ}\text{C}$ , но это бывает сравнительно редко на южном побережье Турции.

На юго-востоке Турции климат имеет черты тропического пустынного, и влажность низкая, в отличие от высокой влажности на берегу Чёрного моря.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Ефрат.

Ефрат – река в Турции, Сирии и Ираке, самая крупная в Западной Азии. Берёт начало на Армянском нагорье, откуда течёт на юг и, сливаясь с Тигром, образует Шатт-эль-Араб, являясь его правой и наиболее протяжённой составляющей. Длина – 2700 км, площадь бассейна – 673 тыс. км<sup>2</sup>, расход воды – от 300 до 400 м<sup>3</sup>/с.

Расположение реки Ефрат на географической карте представлено на рисунке 3.51.



Рисунок 3.51 – Расположение реки Ефрат на географической карте.

На рисунке 3.52 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Багдад, расположенной в районе бассейна реки Ефрат.

Климатические условия, преобладающие в Багдаде, характеризуются пустынным климатом. Осадки практически отсутствуют в течение всего года. Среднегодовая температура в Багдаде составляет 25,5 °С. За год выпадает 154 мм осадков.

Багдад расположен в северном полушарии. Лето начинается в конце июня и заканчивается в сентябре. Месяцы, составляющие этот сезон, называются июнь, июль, август, сентябрь.

На рисунке 3.53 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Ефрат.

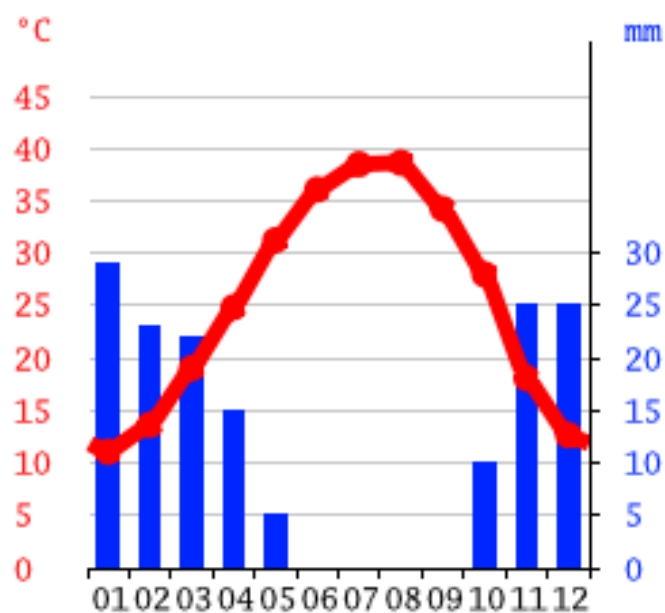


Рисунок 3.52 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Багдад (Ирак).

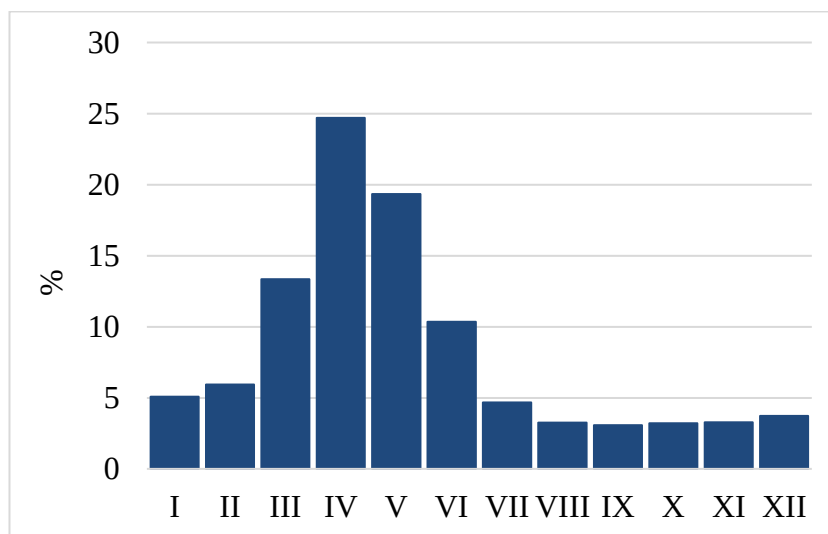


Рисунок 3.53 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Ефрат – Кебан, критический период август–октябрь.

Как видно, на рисунке 3.53 максимум приходится на апрель, минимум – на сентябрь. В качестве критического принят период с августа по октябрь и составляет 9,56 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки Ефрат расположена



каменно-набросная плотина и ГЭС Кебан, строительство которой началось в 1966 году, что послужило увеличению стока на данном посту в последующие годы. ГЭС введена в эксплуатацию в 1974 году.

### 3.5.5 Венгрия – река Тиса

Климат Венгрии характеризуется географическим положением страны. Венгрия находится в западной части Центральной Европы, приблизительно одинаково удалена от Северного полюса и экватора (более чем на 1000 км), а также находится примерно в 1000 км от Атлантического океана. Расстояние от венгерской границы до ближайшего морского побережья Средиземноморья составляет 500 км. Климат сформировался в результате экологических изменений в эпоху голоцена и является результатом столкновения континентального, океанического и средиземноморского климатов. Вследствие этого погода в Венгрии весьма переменчива.

Два важнейших фактора, влияющих на венгерский климат — расстояние от Атлантики и преобладающие западные ветра, приносящие сильные проливные дожди в страну. При этом в Венгрии климат не является резко континентальным, как в Восточной Европе и России, в частности. Также оказывает своё влияние Среднедунайская низменность, в которой находится Венгрия, а именно окружающие Венгрию горы. Так продвижение холодных атмосферных фронтов замедляется, а характер дующих ветров приближается к традиционным фёнам.

На погоду и климат Венгрии влияют два крупнейших атмосферных вихря: Исландский циклон и Азорский антициклон. Исландский циклон приносит в страну похолодание и дожди, снижая атмосферное давление. Азорский антициклон приходит зимой и летом, разгоняя облака и делая погоду сухой и солнечной. Но, помимо этого, сезонное воздействие

оказывает Сибирский антициклон, приносящий холодный воздух из Сибири и Восточной Европы зимой.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Тиса. Расположение реки на географической карте представлено на рисунке 3.54.

Тиса – река в Европе, левый и самый длинный приток Дуная. Длина реки – 966 км, площадь бассейна – 157 186 тыс. км<sup>2</sup>, расход воды – 800 м<sup>3</sup>/с.

Тиса берёт начало недалеко от Рахова в Украине, в месте слияния Белой Тисы и Чёрной Тисы. Оттуда Тиса течёт на запад, примерно вдоль границ Украины с Румынией и Венгрией, затем ненадолго становится границей между Словакией и Венгрией, после чего входит в Венгрию и, наконец, в Сербию. Тиса входит в Венгрию в Тисабече, пересекая страну с севера на юг. В нескольких километрах к югу от венгерского города Сегед она входит в Сербию. Наконец, она впадает в Дунай возле деревни Стари-Сланкамен в Воеводине, Сербия.



Рисунок 3.54 – Расположение реки Тиса на географической карте.

На рисунке 3.55 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных значений минимальных и максимальных дневных температур воздуха по метеорологической станции Сегед, расположенной в районе бассейна реки Тиса.

Климат здесь считается тёплым и умеренным. Количество осадков в Сегеде заслуживает внимания, так как дожди идут даже в самый засушливый месяц. Среднегодовая температура составляет 12,3 °С. Ежегодно выпадает около 594 мм осадков.

На рисунке 3.56 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Тиса.

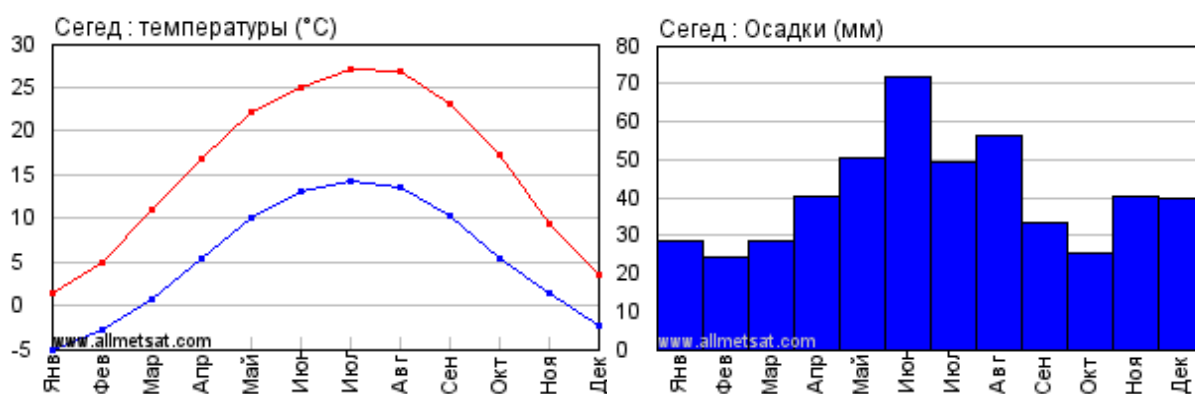


Рисунок 3.55 – Средние многолетние суммы месячных осадков и средние месячные значения минимальных и максимальных дневных температур воздуха по МС Сегед (Венгрия).



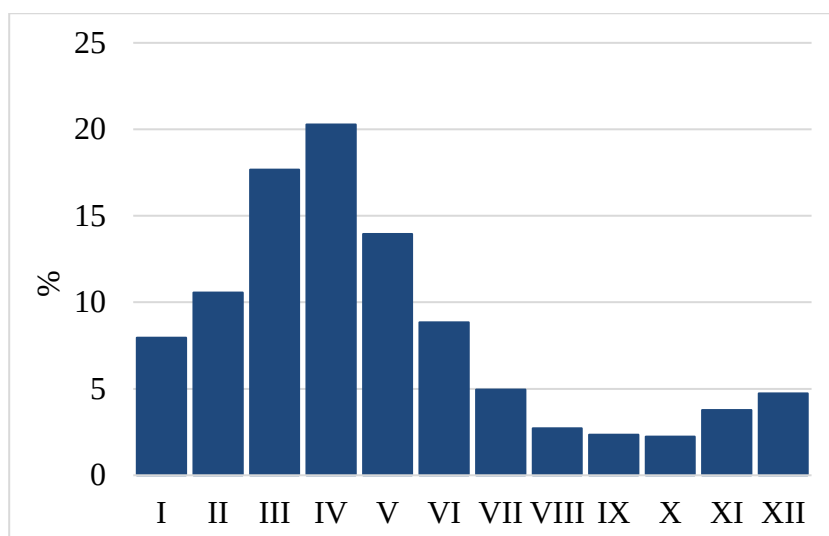


Рисунок 3.56 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Тиса – Сегед, критический период август–октябрь.

Как видно, на рисунке 3.56 максимум приходится на апрель, минимум – на октябрь. В качестве критического принят период с августа по октябрь и составляет 7,29 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки расположена плотина Тиса, а также она поддерживает работу гидроэлектростанции мощностью 28 МВт, крупнейшей в стране. Строительство плотины началось в 1968 году, а вместе с электростанцией было завершено в 1973 году.

### 3.5.6 Норвегия, Швеция – река Гломма

Климат Норвегии различается в зависимости от региона.

В прибрежных районах преобладает умеренный океанический климат с прохладным летом и мягкой зимой. Средняя температура зимой – от  $-17^{\circ}\text{C}$  на севере до  $+2^{\circ}\text{C}$  на юго-западе, летом – от  $+6^{\circ}\text{C}$  на севере до  $+15^{\circ}\text{C}$  на юге.

Во внутренних областях и горных районах климат континентальный, с холодной зимой и жарким летом. На горных склонах температура зимой не падает ниже  $-9^{\circ}\text{C}$ , а летом доходит до  $+17^{\circ}\text{C}$ .

В самых северных районах – субарктический климат, где зима сурова, а лето короткое и прохладное.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Гломма. Расположение реки на географической карте представлено на рисунке 3.57.

Гломма – река в восточной Норвегии. Самая длинная река в Норвегии (621 км). Бассейн Гломмы занимает около 13 % всей поверхности страны. Площадь водосборного бассейна – 42 441 км<sup>2</sup> (из них 422 км<sup>2</sup> на территории Швеции).

На Гломме расположен ряд крупных гидроэлектростанций (Фуннефосс, Роносфосс и др.).



Рисунок 3.57 – Расположение реки Гломма на географической карте.

На рисунке 3.58 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Хамар, расположенной в районе бассейна реки Гломма.

Погодные условия в Хамаре характеризуются прохладным и умеренным климатом. В Хамаре выпадает значительное количество осадков в течение года. Это справедливо даже для самого сухого месяца. Среднегодовая температура в Хамаре составляет 4,7 °С. Согласно метеорологическим данным, среднегодовое количество осадков составляет 864 мм.

На рисунке 3.59 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Гломма.

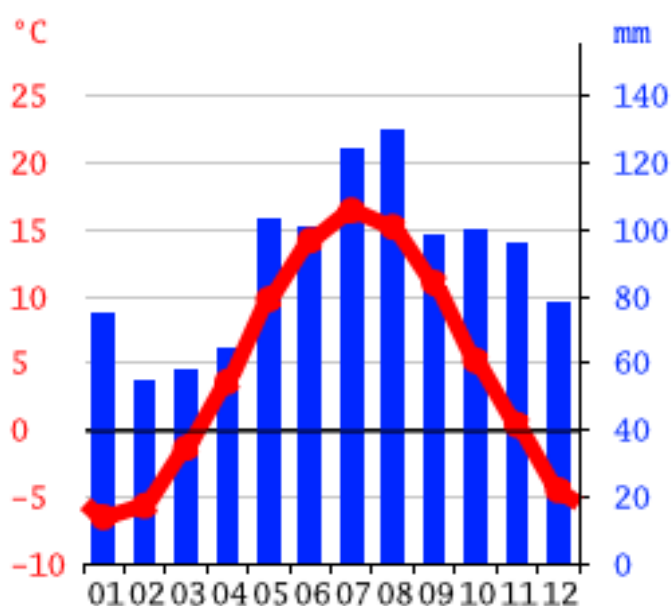


Рисунок 3.58 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Хамар (Норвегия).

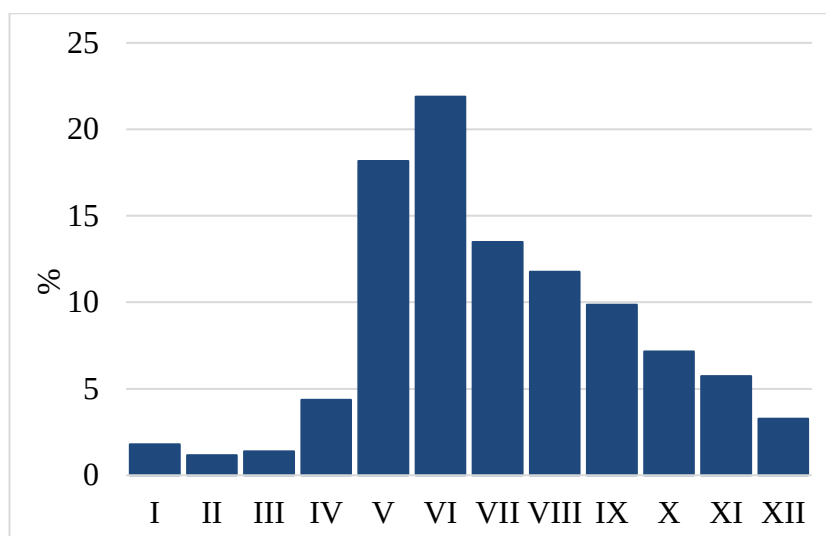


Рисунок 3.59 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Гломма – Сольбергфосс, критический период январь–март.

Как видно, на рисунке 3.59 максимум приходится на июнь, минимум – на февраль. В качестве критического принят период с января по март и составляет 4,34 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как река зарегулирована в верхнем течении.

### 3.7 Азия

Климат Азии сухой в юго-западной части континента. Некоторые из самых больших суточных колебаний температуры на Земле наблюдаются в западной части Азии. В южных и восточных регионах преобладает муссонная циркуляция из-за того, что Гималаи способствуют формированию термического минимума, который притягивает влагу летом. В юго-западной части континента из-за субтропического пояса высокого давления рельеф местности низкий; летом там жарко, зимой – от тёплой до прохладной погоды, а на больших высотах может идти снег.

Сибирь – одно из самых холодных мест в Северном полушарии, и она может служить источником арктических воздушных масс для Северной Америки. Самое активное место на Земле, где образуются тропические циклоны, находится к северо-востоку от Филиппин и к югу от Японии, а фаза Эль-Ниньо-Южного колебания определяет, в какой части Азии они с большей вероятностью обрушатся на сушу.

Климатические пояса Евразии представлены на рисунке 3.60.



Рисунок 3.60 – Климатические пояса Евразии.

### 3.7.1 Шри-Ланка – река Джингага

Климат Шри-Ланки тропический и влажный. На юге и западе – экваториальный, на севере и востоке – субэкваториальный.

Среднегодовая дневная температура воздуха колеблется от +26 (в низинах) до +35 °С. На больших высотах (около 2000 метров) температура может опускаться до 16 °С. Влажность воздуха составляет 80–90%. Самым жарким временем года является весна.



В качестве объекта исследования рассматривалась река Джингага, представленная на рисунке 3.61.

Джингага – река длиной 112,5 км, расположенная в районе Галле на Шри-Ланке. Истоки реки находятся в горном массиве Гонгала. Устье реки находится в Гинтоте, к северу от Галле, где она впадает в Индийский океан.

Река протекает мимо деревень Баддегама, Нагодэ, Теликада и Хегодэ.

В нижнем течении река перекрыта плотиной в Теликаде.

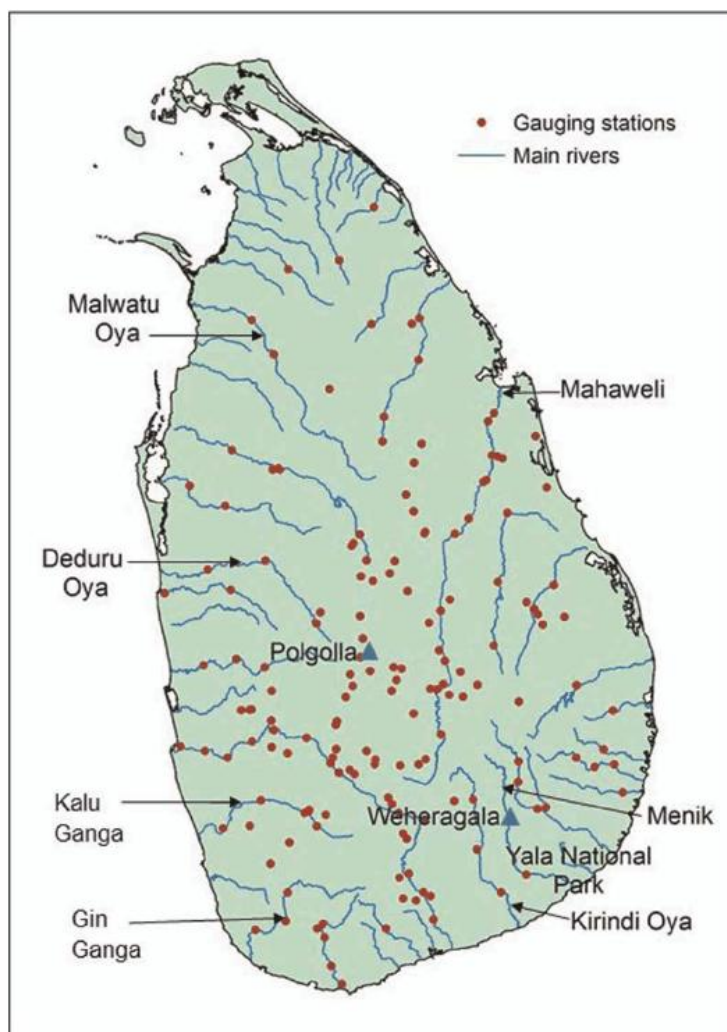


Рисунок 3.61 – Расположение реки Джингага на географической карте.

На рисунке 3.62 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по

метеорологической станции Элпития, расположенной в районе бассейна реки Джингага.

На рисунке 3.63 показан график расчетного внутригодичного распределения стока (в %) для реки Джингага.

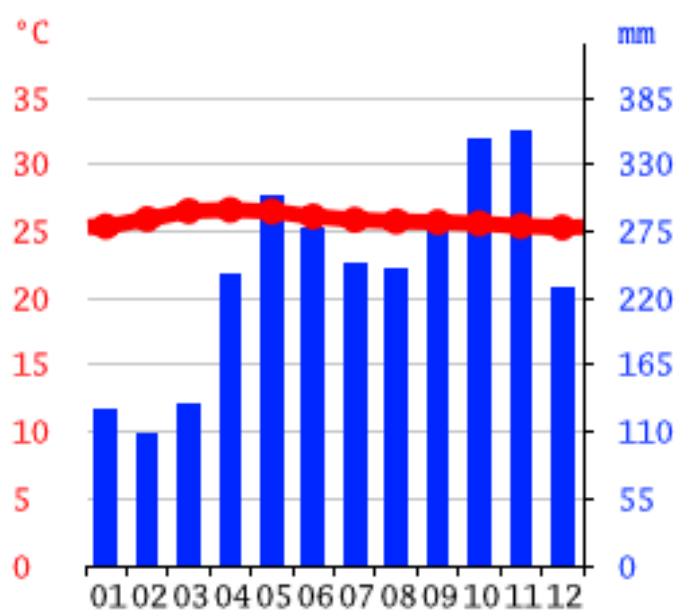


Рисунок 3.62 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднemesячные температуры воздуха по МС Элпития (Шри-Ланка).

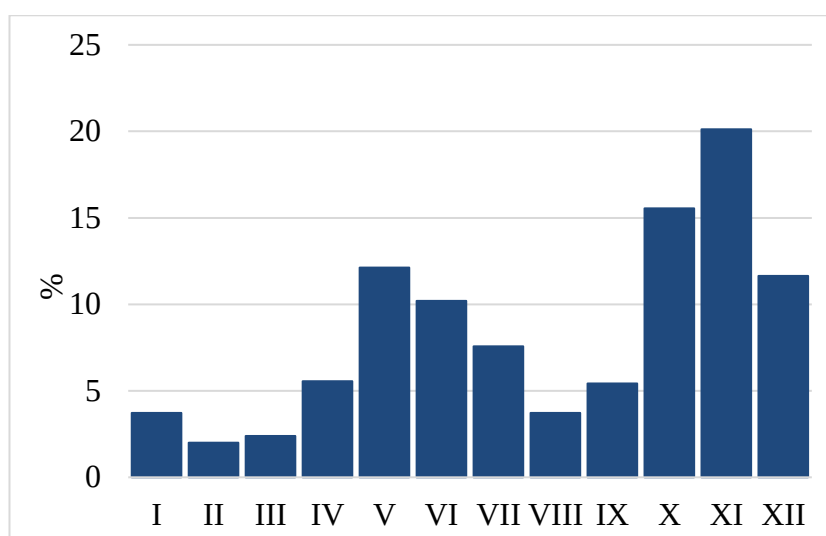


Рисунок 3.63 – Расчетное внутригодичное распределение стока в % от годового р. Джингага – Агалия, критический период январь–март.

Как видно, на рисунке 3.63 максимум приходится на ноябрь, минимум – на февраль. В качестве критического принят период с января по март и составляет 8,11 % от годового стока.

### 3.7.2 Таиланд – река Чи

Климат Таиланда разделяется на два основных типа: тропический климат на севере и тропический муссонный в южных и юго-восточных районах. В зависимости от района и времени года отмечаются значительные климатические различия.

На севере страны – влажная тропическая зона. Здесь выделяют три сезона: жаркий – с марта по май, влажный – с июня по октябрь и сухой прохладный – с ноября до февраля.

В центральной и южной частях страны преимущественно субэкваториальный климат, и здесь можно выделить два сезона: сухой – с ноября по март и влажный – с апреля до октября.

Температура воздуха держится на отметках от +28 до +35 °С. Температура воды в океане у побережья никогда не опускается ниже +26 °С из-за тёплых подводных течений.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Чи, расположенная в субэкваториальном климатическом поясе.

Чи – река в Северо-Восточном Таиланде. Длина реки – 765 км. Площадь водосборного бассейна – 9300 км<sup>2</sup>. Является одной из самых длинных рек Таиланда. Исток реки находится в горах Пхетчабун, далее река протекает по плато Корат на восток, где впадает в реку Мун недалеко от Меконга.

Расположение реки Чи на географической карте представлено на рисунке 3.64.

На рисунке 3.65 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по



метеорологической станции Ройет, расположенной в районе бассейна реки Чи.

Климат в Ройет тропический. Уровень осадков летом превышает уровень осадков зимой. Средняя температура в Ройете составляет 26,5 °С. Годовое количество осадков в этом месте составляет примерно 1369 мм.

На рисунке 3.66 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Чи.

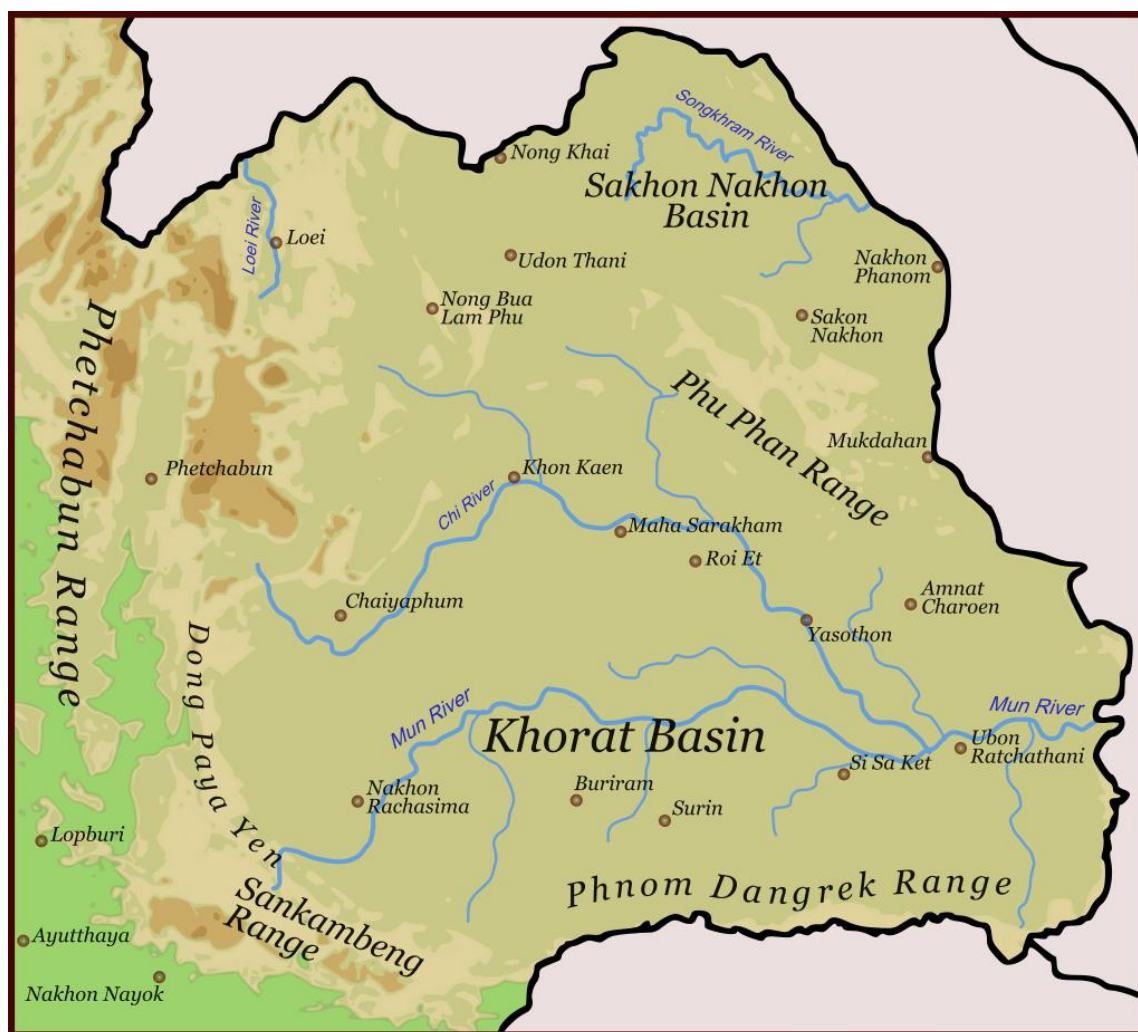


Рисунок 3.64 – Расположение реки Чи на географической карте.

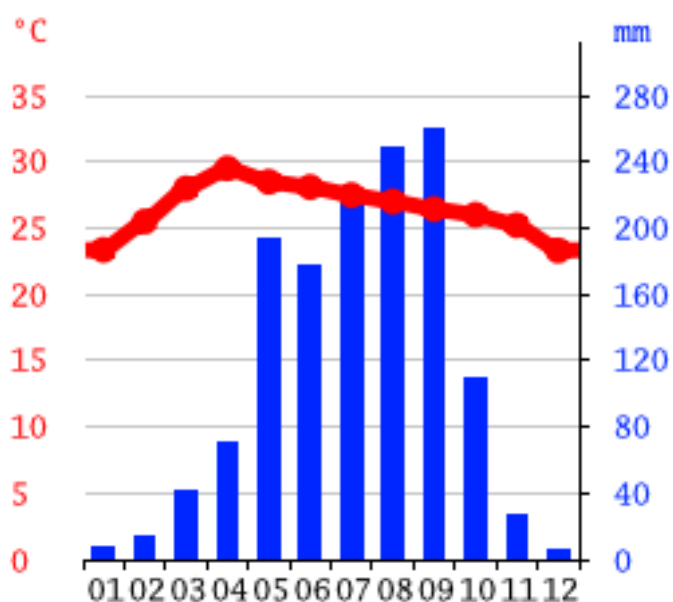


Рисунок 3.65 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Ройет (Тайланд).

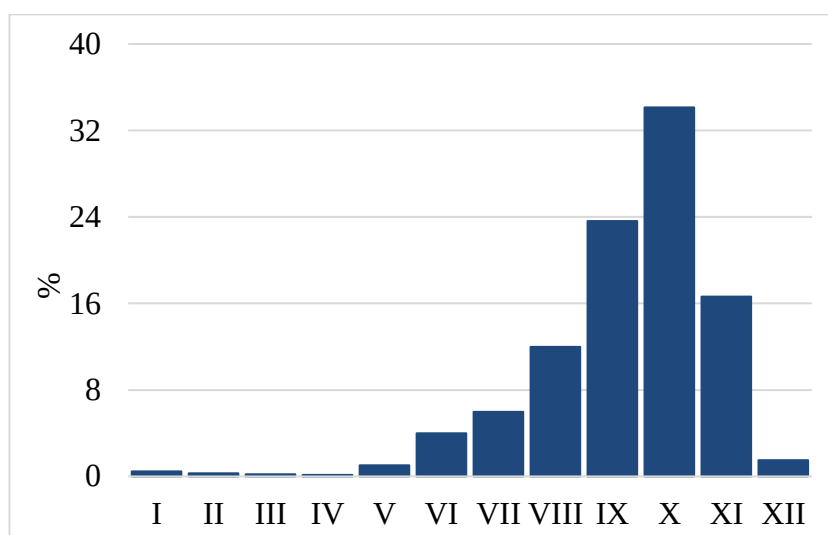


Рисунок 3.66 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Чи – Ясотон, критический период январь–март.

Как видно, на рисунке 3.66 максимум приходится на октябрь, минимум – на март. В качестве критического принят период с января по март и составляет 0,97 % от годового стока.

### 3.7.3 Индия – река Годавари

Климат Индии – субэкваториальный, с тёплой сухой зимой (средние температуры января – от +15 до +27 °С) и жарким влажным летом (средние температуры – от +28 до +35 °С). Климат Индии муссонный, с ярко выраженным сезоном дождей и сухим сезоном.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Годавари. Её расположение представлена на рисунке 3.67.

Река Годовари берёт начало у города Тримбак в штате Махараштра. Течёт на восток через штаты Махараштра и Андхра-Прадеш, впадает в Бенгальский залив. Средний расход воды — 3038 м<sup>3</sup>/с.

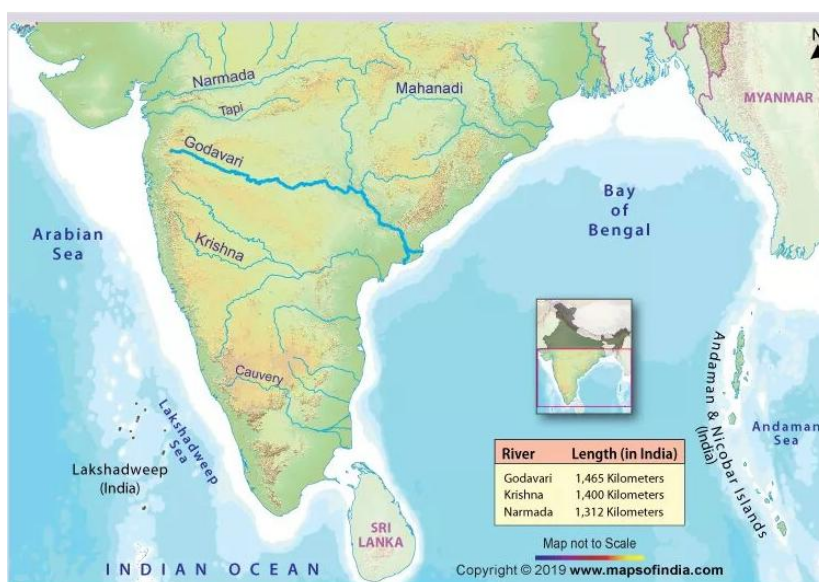


Рисунок 3. 67– Расположение реки Годавари на географической карте.

На рисунке 3.68 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных значений минимальных и максимальных дневных температур воздуха по метеорологической станции Вишакхапатнам, расположенной в районе бассейна реки Годавари.

На рисунке 3.69 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Годавари.

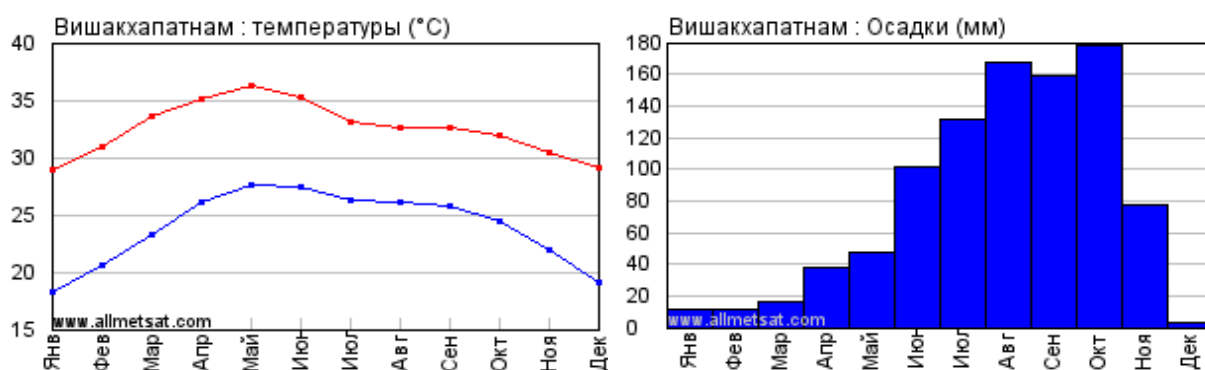


Рисунок 3.68 – Средние многолетние суммы месячных осадков и средние месячные значения минимальных и максимальных дневных температур воздуха по МС Вишакхапатнам (Индия).

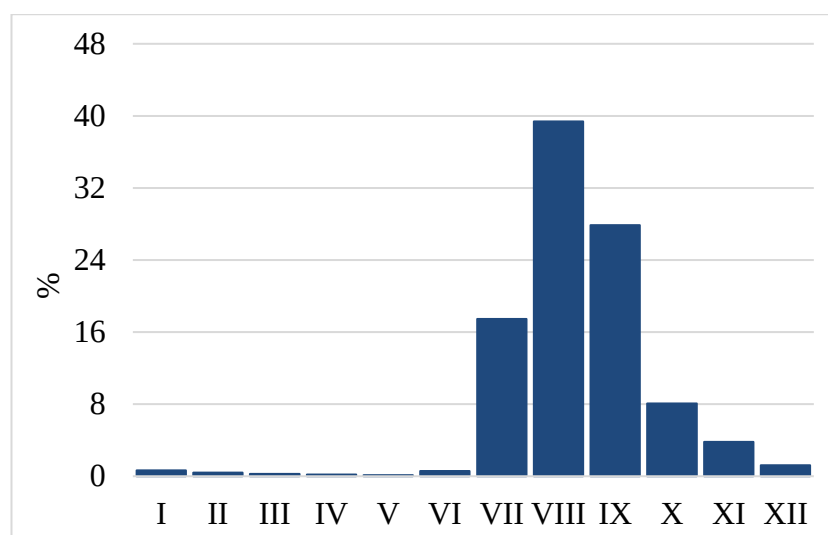


Рисунок 3.69 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Годавари – Полаварам, критический период март–май.

Как видно, на рисунке 3.69 максимум приходится на август, минимум – на май. В качестве критического принят период с марта по май и составляет 0,55 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, поскольку выше города Раджамандри построена плотина, обеспечивающая воду для орошения и выработку электроэнергии.

### 3.7.4 Малайзия – река Келантан

Климат Малайзии – экваториальный, муссонный, суточные и годовые амплитуды температур небольшие. Среднегодовые температуры составляют от 25 до 28 °С; в низменных районах, низовьях рек температура может повышаться до 36 °С. В горах климат более прохладный, на большой высоте – умеренный, прохладный.

Осадки выпадают равномерно в течение года, но отличаются более сухой и влажный сезоны, связанные с муссонами. Летом наблюдаются муссоны с Индийского океана, сильные и устойчивые, что обуславливает влажный летний сезон на Малаккском полуострове. На Борнео, особенно на севере, зимой наблюдаются муссоны с Тихого океана и там отличаются влажный зимний сезон.

В прибрежных и низменных районах выпадает 1500–2500 мм осадков в год, на севере Борнео осадков выпадает больше, чем на Малаккском полуострове. Во внутренних, горных районах выпадает 5000 мм осадков, местами до 6500. Дождливых дней отмечают 200 и более.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Келантан.

Келантан – река в Малайзии, протекающая по одноимённому штату. Длина реки составляет 248 км, площадь бассейна – 11900 км<sup>2</sup>.

Келантан образуется слиянием рек Галас и Лебир у Куала-Керай. Исток Галаса лежит в юго-западной части хребта Титивангса, исток Лебира – на хребте Тахан. Река течёт на север, петляя по широкой прибрежной равнине и протекая через города Танах-Мерах, Пасир-Мас и Кота-Бару, а затем впадает в Южно-Китайское море в 12 км к северу от Кота-Бару, образуя дельту. Крупнейшими притоками реки являются Галас (длина – 178 км, площадь бассейна – 7770 км<sup>2</sup>) и Лебир (длина – 91 км, площадь бассейна – 2430 км<sup>2</sup>).

Среднегодовая норма осадков в бассейне реки составляет 2505-2700 мм, большая часть осадков выпадает с ноября по декабрь, в сезон дождей. Сухой сезон длится с марта по май. 95 % бассейна занимают крутые горные

склоны, покрытые джунглями; в долинах расположены рисовые поля и каучуковые плантации.

Расположение реки Келантан на географической карте представлено на рисунке 3.70.

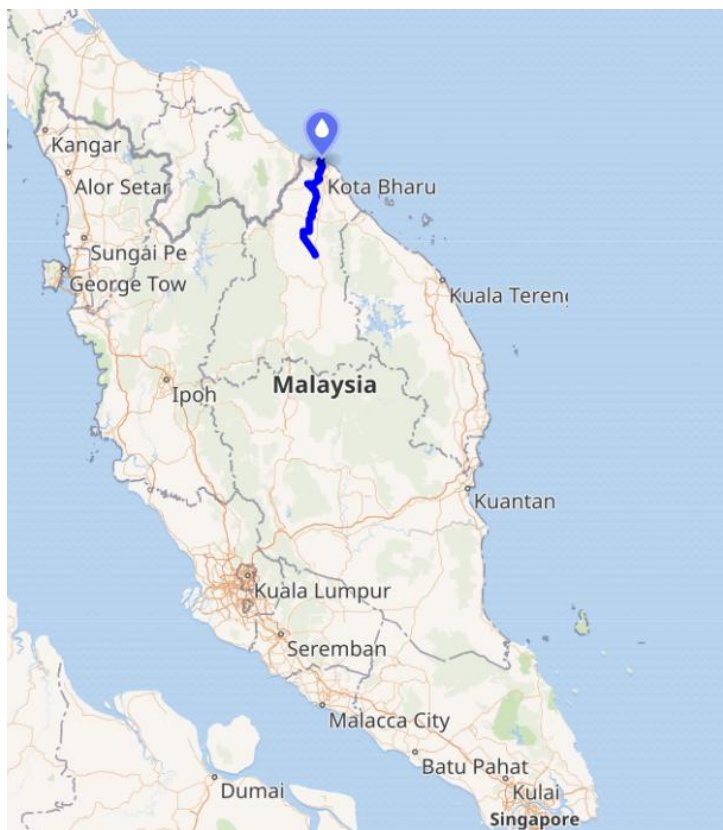


Рисунок 3.70 – Расположение реки Келантан на географической карте.

На рисунке 3.71 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Кота-Бару, расположенной в районе бассейна реки Келантан.

В этом городе тропический климат. В Кота-Бару выпадает значительное количество осадков даже в самый сухой месяц. Среднегодовая температура составляет 26,6 °С. За год выпадает 2251 мм осадков.

Этот регион, расположенный недалеко от экватора, характеризуется трудноопределимым временем года.

На рисунке 3.72 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Келантан.

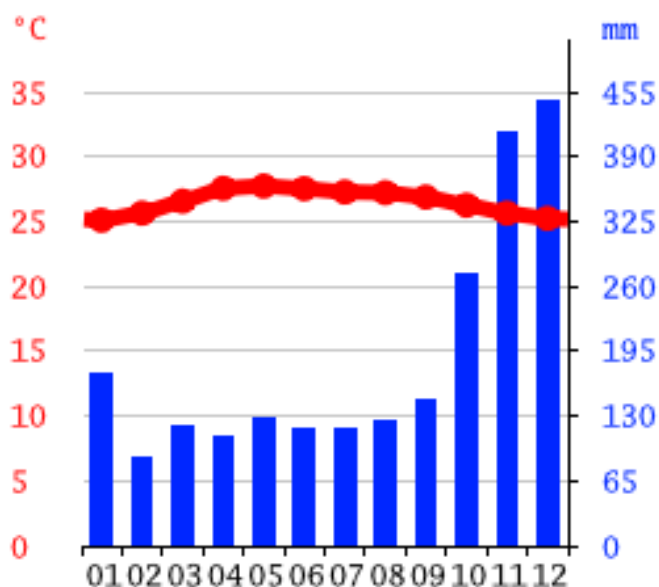


Рисунок 3.71 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Кота-Бару (Малайзия).

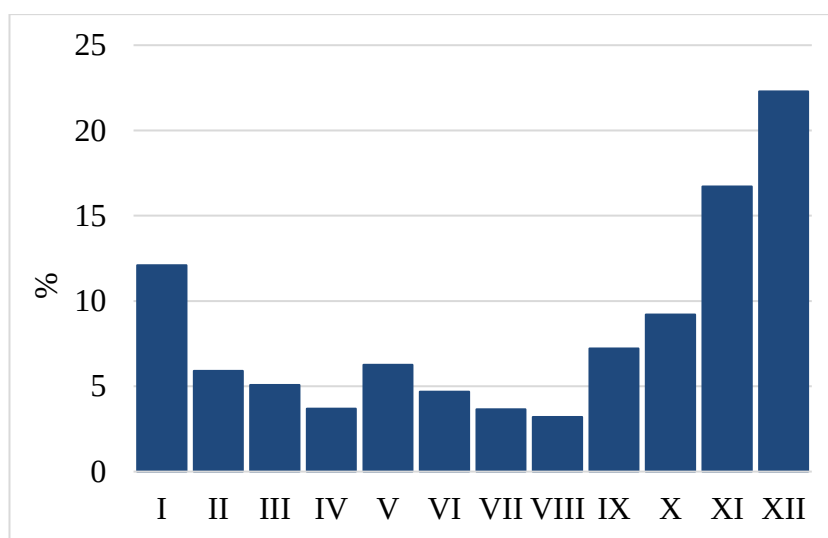


Рисунок 3.72 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Келантан – мост Гильемар, критический период июнь–август.

Как видно, на рисунке 3.72 максимум приходится на декабрь, минимум – на август. В качестве критического принят период с июня по август и составляет 11,5 % от годового стока.



### 3.7.5 Япония – река Тоне

Большинство регионов Японии, таких как Хонсю, Сикоку и Кюсю, относятся к умеренной зоне с влажным субтропическим климатом (*классификация климатов Кёппена Cfa*), для которого характерны четыре чётко выраженных сезона. Однако его климат варьируется от холодного влажного континентального климата (*по классификации Кёппена Dfb*) на севере, например на севере Хоккайдо, до тёплого тропического муссонного климата (*по классификации Кёппена Af*) на юге, например на островах Яэяма и Минами-Тори-сима.

В качестве объекта исследования рассматривалась река Тоне.

Тоне – река в Японии, протекает по территории региона Канто. Длина реки составляет 322 км, площадь бассейна – 16840 км<sup>2</sup>, расход воды – 250 м<sup>3</sup>/с.

Расположение реки Тоне на географической карте представлено на рисунке 3.73.

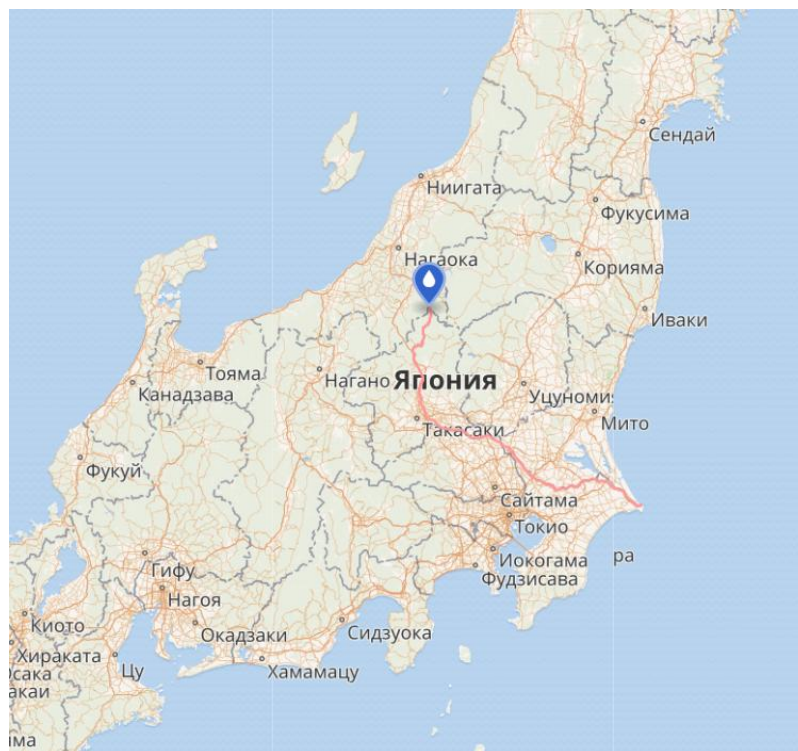


Рисунок 3.73 – Расположение реки Тоне на географической карте.



На рисунке 3.74 представлены графики средних многолетних сумм месячных осадков и среднемесячных температур воздуха по метеорологической станции Такасаки, расположенной в районе бассейна реки Тоне.

Климат здесь считается тёплым и умеренным. В Такасаки осадки выпадают в течение всего года, и даже в самый засушливый месяц выпадает значительное количество осадков. Среднегодовая температура в Такасаки составляет 13,2 °С. Годовое количество осадков в этом месте составляет примерно 2028 мм.

Описываемая территория расположена в северном полушарии нашей планеты.

На рисунке 3.75 показан график расчетного внутригодового распределения стока (в %) для реки Тоне за водохозяйственный год.

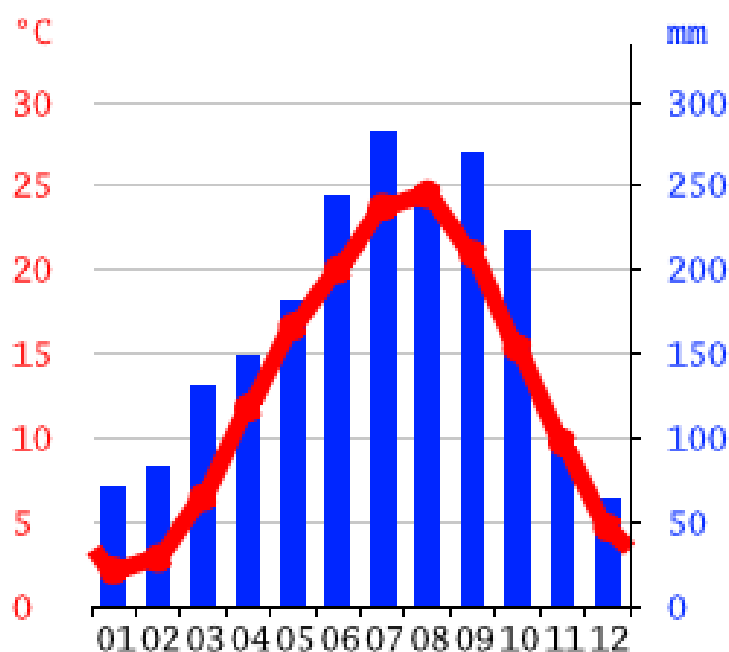


Рисунок 3.74 – Средние многолетние суммы месячных осадков и среднемесячные температуры воздуха по МС Такасаки (Япония).

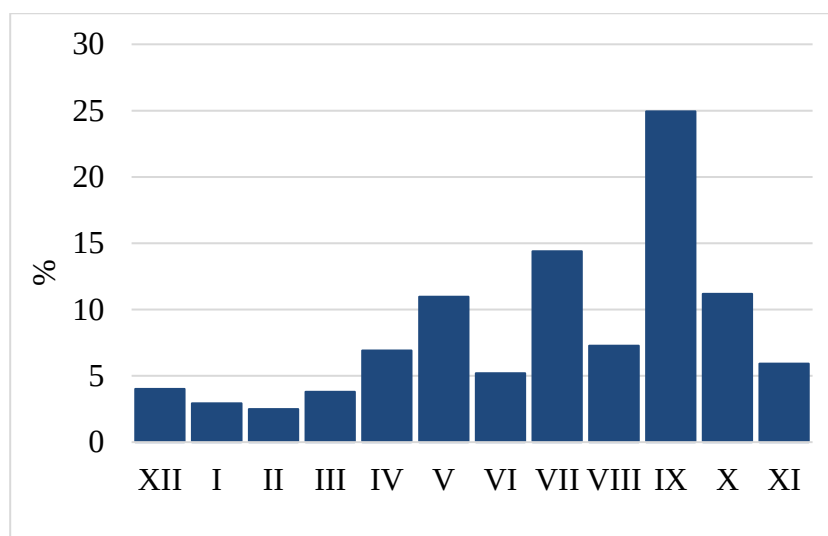


Рисунок 3.75 – Расчетное внутригодовое распределение стока в % от годового р. Тоне – Кирихаси, критический период декабрь–февраль.

Как видно, на рисунке 3.75 максимум приходится на сентябрь, минимум – на февраль. В качестве критического принят период с декабря по февраль и составляет 9,41 % от годового стока.

Следует отметить, что на данном посту внутригодовое распределение стока частично искажено, так как в верхнем течении реки Тоне расположена плотина Фудзивара, которая поддерживает работу одного гидроэлектростанции с турбиной Фрэнсиса мощностью 23 МВт, который был введён в эксплуатацию в 1957 году. Водохранилище, созданное плотиной, служит нижним резервуаром для гидроаккумулирующей электростанции «Тамахара» мощностью 1200 МВт, которая была введена в эксплуатацию в 1986 году.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований выяснилось, что на рассмотренных реках наиболее маловодный период чаще всего приходится либо на зимние, либо на летние месяцы.

Доля стока за три наиболее маловодных месяца колеблется от 1% до 12% и в среднем составляет 6%.

В настоящее время многие средние и крупные реки искусственно зарегулированы, в результате чего расходы в маловодный период выше, чем в естественных условиях.

Ранговый метод расчета внутригодового стока является универсальным и может использоваться в регионах с различным климатом.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Ouergha River / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Ouergha\\_River](https://en.wikipedia.org/wiki/Ouergha_River) (дата обращения: 21.02.2025).
- 2 Río Negro (Uruguay) / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Río\\_Negro\\_\(Uruguay\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Río_Negro_(Uruguay)) (дата обращения: 01.02.2025).
- 3 Tisza / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Tisza> (дата обращения: 01.03.2025).
- 4 Water resources management in Uruguay / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.08c64577-68207a70-832333a7-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Water\\_resources\\_management\\_in\\_Uruguay](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.08c64577-68207a70-832333a7-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Water_resources_management_in_Uruguay) (дата обращения: 30.01.2025).
- 5 Climate data for cities worldwide / [Электронный ресурс] // Climate Data: [сайт]. — URL: <https://en.climate-data.org/> (дата обращения: 02.11.2024).
- 6 Climate of Japan / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Climate\\_of\\_Japan](https://en.wikipedia.org/wiki/Climate_of_Japan) (дата обращения: 05.03.2025).
- 7 Douro / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Douro> (дата обращения: 25.02.2025).

- Fujiwara Dam / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL:   
 8 [https://translated.turbopages.org/proxy\\_u/en-ru.ru.70afe87a-682255a9-45343f2f-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Fujiwara\\_Dam](https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.70afe87a-682255a9-45343f2f-74722d776562/https/en.wikipedia.org/wiki/Fujiwara_Dam) (дата обращения: 05.03.2025).
- Geography of Panama / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL:   
 9 [https://en.wikipedia.org/wiki/Geography\\_of\\_Panama](https://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Panama) (дата обращения: 17.01.2025).
- Gin Ganga River / [Электронный ресурс] // Lanka Pradeepa: [сайт]. —   
 10 URL: <https://www.lankapradeepa.com/2021/04/gin-ganga-river.html> (дата обращения: 02.03.2025).
- Global River Discharge Database / [Электронный ресурс] // Center for Sustainability and the Global Environment (SAGE): [сайт]. — URL:   
 11 [https://sage.nelson.wisc.edu/riverdata/view\\_all.php](https://sage.nelson.wisc.edu/riverdata/view_all.php) (дата обращения: 03.09.2024).
- Kelantan River / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL:   
 12 [https://en.wikipedia.org/wiki/Kelantan\\_River](https://en.wikipedia.org/wiki/Kelantan_River) (дата обращения: 04.03.2025).
- Malibamat'so River / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL:   
 13 [https://en.wikipedia.org/wiki/Malibamat%27so\\_River](https://en.wikipedia.org/wiki/Malibamat%27so_River) (дата обращения: 10.02.2025).
- Mandrare River / [Электронный ресурс] // Wikipedia The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL:   
 14 [https://en.wikipedia.org/wiki/Mandrare\\_River](https://en.wikipedia.org/wiki/Mandrare_River) (дата обращения: 06.02.2025).

- 15 Rivièrè à la Baleine / [Электронный ресурс] // WikipediA L'encyclopédie libre: [сайт]. — URL: [https://fr.wikipedia.org/wiki/Rivièrè\\_à\\_la\\_Baleine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rivièrè_à_la_Baleine) (дата обращения: 09.01.2025).
- 16 Tabasara River / [Электронный ресурс] // WikipediA The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tabasara\\_River](https://en.wikipedia.org/wiki/Tabasara_River) (дата обращения: 17.01.2025).
- 17 Tisza Dam / [Электронный ресурс] // WikipediA The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tisza\\_Dam](https://en.wikipedia.org/wiki/Tisza_Dam) (дата обращения: 01.03.2025).
- 18 Tone River / [Электронный ресурс] // WikipediA The Free Encyclopedia: [сайт]. — URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Tone\\_River](https://en.wikipedia.org/wiki/Tone_River) (дата обращения: 05.03.2025).
- 19 Бразилия / [Электронный ресурс] // Библио Глобус: [сайт]. — URL: <https://www.bgoperator.ru/price.shtml?flt=100431113942&tid=-2&flt2=100510510093> (дата обращения: 25.01.2025).
- 20 Всё о Португалии / [Электронный ресурс] // Tripster: [сайт]. — URL: <https://experience.tripster.ru/articles/portugaliya/> (дата обращения: 25.02.2025).
- 21 Гитару (ГЭС) / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт]. — URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Гитару\\_\(ГЭС\)](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Гитару_(ГЭС)) (дата обращения: 10.02.2025).
- 22 Годавари / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Годавари> (дата обращения: 04.03.2025).
- 23 Европейский климат / [Электронный ресурс] // Fandom: [сайт]. — URL: [https://weather.fandom.com/ru/wiki/Европейский\\_климат](https://weather.fandom.com/ru/wiki/Европейский_климат) (дата обращения: 24.02.2025).
- 24 Ефрат / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт]. — URL: <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Евфрат> (дата обращения: 26.02.2025).

- Информация о Нидерландах / [Электронный ресурс] // Travel Imperia:  
25 [сайт]. — URL: <https://travelimperia.com/strany-i-kurorty/niderlandi> (дата обращения: 25.02.2025).
- Канада / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
26 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Канада> (дата обращения: 09.01.2025).
- Климат Азии / [Электронный ресурс] //: [сайт]. — URL:  
27 <https://edu.tsu.ru/eor/resource/1129/html/8.html> (дата обращения: 02.03.2025).
- Климат на Мадагаскаре / [Электронный ресурс] // tourweek: [сайт]. —  
28 URL: <https://tourweek.ru/countries/madagascar> (дата обращения: 06.02.2025).
- Климат Северной Америки / [Электронный ресурс] // Справочник от  
29 автор24: [сайт]. — URL: <https://spravochnick.ru/> (дата обращения: 09.01.2025).
- Климат Тайланда / [Электронный ресурс] // Тонкости туризма: [сайт].  
— URL:  
30 [https://tonkosti.ru/Климат\\_Таиланда?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://tonkosti.ru/Климат_Таиланда?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) (дата обращения: 03.03.2025).
- Климат Турции / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт]. — URL:  
31 [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Климат\\_Турции](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Климат_Турции) (дата обращения: 26.02.2025).
- Климат Шри-Ланки / [Электронный ресурс] // Туристер: [сайт]. —  
32 URL: <https://pogoda.tourister.ru/sri-lanka> (дата обращения: 02.03.2025).
- Климатические условия Африки / [Электронный ресурс] // Справочник от автор24: [сайт]. — URL:  
33 [https://spravochnick.ru/geografiya/prirodno-klimaticheskie\\_usloviya/klimaticheskie\\_usloviya\\_afriki/](https://spravochnick.ru/geografiya/prirodno-klimaticheskie_usloviya/klimaticheskie_usloviya_afriki/) (дата обращения: 05.02.2025).

- Климатические условия Египта / [Электронный ресурс] // Образовака  
34 : [сайт]. — URL: <https://obrazovaka.ru/geografiya/klimaticheskie-usloviya-egipta.html> (дата обращения: 20.02.2025).
- Лесото / [Электронный ресурс] // wikiway: [сайт]. — URL:  
35 <https://wikiway.com/lesotho/> (дата обращения: 10.02.2025).
- Луара / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт]. — URL:  
36 <https://ru.ruwiki.ru/wiki/Луара> (дата обращения: 26.02.2025).
- Маас / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт]. — URL:  
37 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Маас> (дата обращения: 25.02.2025).
- Малайзия: климат, особенности природы, рельеф / [Электронный  
38 ресурс] // Справочник от автор24: [сайт]. — URL:  
[https://spravochnick.ru/geografiya/malayziya\\_klimat\\_osobennosti\\_prirody\\_relef/](https://spravochnick.ru/geografiya/malayziya_klimat_osobennosti_prirody_relef/) (дата обращения: 04.03.2025).
- Мали / [Электронный ресурс] // Komandirovka.ru: [сайт]. — URL:  
39 <https://www.komandirovka.ru/countries/mali/> (дата обращения:  
21.02.2025).
- Марокко / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
40 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Марокко> (дата обращения: 23.02.2025).
- Никита Погодин Климат Земли: виды и характеристики  
41 климатических поясов / Никита Погодин [Электронный ресурс] //  
Фоксфорд: [сайт]. — URL: <https://externat.foxford.ru/polezno-znat/wiki-geografiya-tipy-klimata-zemli> (дата обращения: 15.11.2024).
- Нил / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
42 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нил> (дата обращения: 20.02.2025).
- Огове / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
43 <https://ru.wikipedia.org/wiki/Огове> (дата обращения: 20.02.2025).
- Плотина Гувера / [Электронный ресурс] // Википедия : [сайт]. —  
44 URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Плотина\\_Гувера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Плотина_Гувера) (дата обращения:  
12.01.2025).



- 45      Погода по месяцам в Таиланде: лучшее время для поездки /  
[Электронный ресурс] // Яндекс. Путешествия: [сайт]. — URL:  
<https://travel.yandex.ru/journal/pogoda-po-mesyacam-v-tailande/> (дата  
обращения: 03.03.2025).
- 46      река Колорадо / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Колорадо\\_\(река\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Колорадо_(река)) (дата обращения:  
12.01.2025).
- 47      Река Нигер / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт]. — URL:  
[https://ru.ruwiki.ru/wiki/Нигер\\_\(река\)](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Нигер_(река)) (дата обращения: 21.02.2025).
- 48      Река Пирайба-ду-Сул / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. —  
URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Парайба-ду-Сул\\_\(река\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Парайба-ду-Сул_(река)) (дата  
обращения: 18.01.2025).
- 49      Река Тана / [Электронный ресурс] // Большая российская  
энциклопедия: [сайт]. — URL: <https://bigenc.ru/c/tana-reka-9b03bb> (дата  
обращения: 15.02.2025).
- 50      Река Чи / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
[https://ru.wikipedia.org/wiki/Чи\\_\(река\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Чи_(река)) (дата обращения: 03.03.2025).
- 51      Реки Панамы / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL:  
[https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Реки\\_Панамы](https://ru.m.wikipedia.org/wiki/Реки_Панамы) (дата обращения:  
17.01.2025).
- 52      Республика Индия / [Электронный ресурс] // Фоксфорд: [сайт]. —  
URL: [https://foxford.ru/wiki/geografiya/respublika-  
indiya?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F](https://foxford.ru/wiki/geografiya/respublika-indiya?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F) (дата обращения:  
04.03.2025).
- 53      Скандинавский полуостров / [Электронный ресурс] // Рувики: [сайт].  
— URL: [https://ru.ruwiki.ru/wiki/Скандинавский\\_полуостров](https://ru.ruwiki.ru/wiki/Скандинавский_полуостров) (дата  
обращения: 01.03.2025).
- 54      Соединённые Штаты Америки / [Электронный ресурс] // Википедия:  
[сайт]. — URL:

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Соединённые\\_Штаты\\_Америки](https://ru.wikipedia.org/wiki/Соединённые_Штаты_Америки) (дата обращения: 12.01.2025).

СП 529.1325800.2023 «Определение основных расчетных гидрологических характеристик» / [Электронный ресурс] // Минстрой России: [сайт]. — URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/323116/> (дата обращения: 19.06.2024).

Средние многолетние климатические показатели / [Электронный ресурс] // Allmetsat: [сайт]. — URL: <https://ru.allmetsat.com/index.html> (дата обращения: 07.10.2024).

У природы разные погоды, или климат Венгрии / [Электронный ресурс] // Immigrant invest: [сайт]. — URL: <https://imigrant-hungary.com/blog/u-prirody-raznye-pogody-ili-klimat-vengrii/> (дата обращения: 01.03.2025).

Франция: география, климатические условия, особенности рельефа / [Электронный ресурс] // Справочник от автор24: [сайт]. — URL: [https://spravochnick.ru/geografiya/franciya\\_geografiya\\_klimaticheskie\\_usloviya\\_osobennosti\\_relefa/](https://spravochnick.ru/geografiya/franciya_geografiya_klimaticheskie_usloviya_osobennosti_relefa/) (дата обращения: 26.02.2025).

Центральная Америка / [Электронный ресурс] // Википедия: [сайт]. — URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральная\\_Америка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Центральная_Америка) (дата обращения: 15.01.2025).

David Oteiza, Waldir Freitas Oliveira Negro River / David Oteiza, Waldir Freitas Oliveira [Электронный ресурс] // Britannica: [сайт]. — URL: <https://www.britannica.com/place/Negro-River-Uruguay> (дата обращения: 30.01.2025).

Voyage Discovery Габон: Изумрудное Сердце Африки, где Древние Леса Шепчут Сказки Океану / Voyage Discovery [Электронный ресурс] // Дзен: [сайт]. — URL: <https://dzen.ru/a/Z6ezAyihNluAb36I> (дата обращения: 15.02.2025).

- 62 Андреев В. Г. Внутригодовое распределение речного стока [Текст] / Андреев В. Г. — Ленинград: Гидрометеорологическое издательство, 1960 — 328 с.
- 63 Владимиров А. М. Гидрологические расчеты [Текст] / Владимиров А. М. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1990 — 365 с.
- 64 Евстигнеев В. М. Речной сток и гидрологические расчеты [Текст] / Евстигнеев В. М. — Москва: МГУ, 1990 — 304 с.
- 65 Климанова О. А. Кения / Климанова О. А. [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия: [сайт]. — URL: <https://old.bigenc.ru/geography/text/2060435> (дата обращения: 10.02.2025).
- 66 Олег Р. Типы климата и особенности климатических зон / Олег Р. [Электронный ресурс] // TutorOnline: [сайт]. — URL: <https://blog.tutoronline.ru/klimaticheskie-pojasa-i-tipy-klimata> (дата обращения: 15.11.2024).
- 67 Сикан А. В. Методические рекомендации по определению расчётных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений [Текст] / Сикан А. В. — Нижний Новгород: Вектор-ТиС, 2007 — 134 с.
- 68 Сикан А. В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации [Текст] / Сикан А. В. — 2-е издание. — Санкт-Петербург: РГГМУ, 2007 — 279 с.
- 69 Сикан А. В. Новый (ранговый) метод расчета внутригодового распределения речного стока / Сикан А. В. [Текст] // Сборник материалов II Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы эффективного и комплексного использования водных ресурсов», приуроченной ко Всемирному дню водных ресурсов. — Минск: Национальная библиотека Беларуси, 2024. — С. 93-96.

70 Сыровацкая О. В. Климат Южной Америки / Сыровацкая О. В.  
[Электронный ресурс] // Образовака: [сайт]. — URL:  
<https://obrazovaka.ru/geografiya/klimat-yuzhnoy-ameriki-klimaticheskie-roysa.html> (дата обращения: 18.01.2025).