

ПИТАНИЕ И РЕЖИМ РЕК ЧИЛИ

Логинава Е. В., Гледко Ю. А.
Белорусский государственный университет
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: lenaminsk3@mail.ru

В статье дается описание крупнейших рек Чили, проводится расчет основных гидрологических показателей крупнейших речных бассейнов, приводятся данные по географическому и гидролого-географическому районированию территории Чили.

Ключевые слова: Чили; гидрология; режим рек; питание рек; расход воды; сток; слой стока; гидрологическое районирование

WATER ALIMENTATION AND REGIME OF RIVERS OF CHILE

Loginova E. V., Hledko Yu. A.
Byelorussian state university
Minsk, Belarus, e-mail: lenaminsk3@mail.ru

A description of the largest rivers of Chile is given, the main hydrological indicators of the largest river basins are calculated, the geographical and hydrological-geographical zoning of the territory of Chile is described.

Key words: Chile; hydrology; water regime; water alimentation; water discharge; river run-off; depth of run-off; hydrological zoning

Чили отличается большим разнообразием типов климата, который изменяется как в широтном отношении под влиянием климатических факторов, так и в меридиональном отношении под влиянием изменения высоты над уровнем моря, а также огромным разнообразием геоморфологических разностей. Эти факторы определяют большие различия в режиме питания и стока рек. Здесь встречаются и почти безводные области, и озерно-речные районы, равнинные и горные реки и многое другое, что может заинтересовать гидролога.

Крупнейшие реки Чили. В Чили нет очень длинных рек, так как большинство из них стекают с западного склона Анд в Тихий океан, а это очень короткое – до 500 км – расстояние. Самыми длинными реками Чили являются Лоа, Био-Био и Бейкер, по площади водосбора – Лоа, Бейкер и Био-Био, по расходу – Био-Био, Бейкер и Вальдивия. Реки с максимальными расходами расположены почти исключительно в южной части Чили, за исключением реки Мауле, находящейся на самом юге центральной части страны. Причина этого очевидна – огромное количество (до 8000 мм) осадков, выпадающих на юге Чили, который получил нарицательное название «мокрого угла» Южной Америки, и невысокие температуры воздуха большую

часть года. На севере, наоборот, реки из-за крайнего недостатка осадков или даже отсутствия любых осадков, кроме тумана-каманчакас, имеют очень низкие расходы воды.

Водный сток и расход воды. Реки на севере Чили несут мало воды, и расходы воды колеблются от десятых долей до десятка кубических метров в секунду, к тому же сток распределен крайне неравномерно. В центральном регионе расход воды в реке повышается до 30 кубических метров в секунду, распределение воды в году также очень неравномерно. К югу от региона Мауле реки становятся гораздо более многочисленными и полноводными, а расходы воды увеличиваются до 400 м³/сек. К югу от реки Био-Био режим рек более равномерный, реки более мощные. Наиболее крупные реками с точки зрения расхода (мощности водного потока) являются Био-Био в одноименном регионе и Бейкер в регионе Айсен, где расход воды близок к 900 м³/сек.

Характеристики поверхностного стока. Расчет характеристик стока проводился по известным формулам их расчета: модуль стока (л/с/км²) – $M = Q \times 1000 / F$, где Q – средний расход воды в м³/с, F – площадь водосбора в км²; слой стока (мм) – $h = W / F \times 1000$, где W – объем стока, рассчитываемый по формуле $W = 31,54 \cdot 10^6 \times Q$, F – площадь водосбора в км².

Реки северного Чили отличаются очень низкими расходами – до 10 м³/сек. Другие показатели стока рек также очень невысокие: слой стока до 25 мм, модуль стока – 1 литр в секунду с квадратного километра, коэффициент стока составляет до 0,25 (таблица 1).

В центральной части Чили расходы воды в реках увеличиваются, причем в северной подзоне они еще невелики и не превышают 30 м³/с, модуль стока – до 5 литра в секунду с квадратного километра, слой стока – до 40 мм, коэффициент стока составляет до 0,35, а в южной подзоне центрального Чили все показатели намного выше.

В южной части Чили величина расхода воды большинства крупных рек превышает 500 м³/с, слой стока доходит до более, чем 2000 мм, модуль стока – выше 35 литров в секунду с квадратного километра, коэффициент стока – более 0,40, хотя на Огненной Земле показатели расходов воды падают.

Таблица 1 – Гидрологические характеристики стока (рассчитано авторами по [1, 5 - 8])

Река	Расход	Слой стока, мм	Модуль стока, л/с/км ²	Коэффициент стока
Лоа	2,70	2,5	0,08	0,21
Уаско	3,35	11	0,34	0,11
Майпо	92,3	189	6,00	0,33
Мауле	467	726	23,01	0,67
Био-Био	899	1180	37,41	0,98
Тольтен	572	2288	72,53	0,99
Вальдивия	687	2188	69,38	0,84
Айсен	628	1697	53,79	0,56
Бейкер	875	1033	32,74	0,41
Серрано	61	262	8,30	0,26

Достаточно высокие коэффициенты стока рек, которые протекают в условиях засушливого климата (особенно это касается реки Лоа, которая к тому же имеет большую водосборную площадь) связаны с высокими величинами уклонов местности, что позволяет воде быстро скатываться в океан, если вода вообще может его достигнуть и не испаряется.

Режим рек. Реки питаются дождевыми водами или водами от таяния ледников и снега в Андах, а также грунтовыми водами. Расходы воды в реках определяется в кубических метрах, проходящих за единицу времени (секунду) через живое сечение реки. Результаты приведены на гидрографах, которые показывают распределение расходов в течение года. Эти графики имеют очень важное значение, так как дают возможность узнать, какое питание имеют реки в течение года и каков режим уровней рек, и тем самым можно избежать риска неожиданного наводнения или паводка.

Реки Чили имеют различные режимы питания из-за различия физико-географических условий водосборов:

1. *Реки с ледниковым режимом.* Реки с ледниковым режимом характеризуются небольшими уровнями в зимний период и наводнениями летом или поздней весной. Уровень воды в реках растет под влиянием таяния снега и льда в горах, поэтому расходы и уровни воды зависят прежде всего от солнечной радиации. Поскольку период таяния ледников относительно постоянен, то реки с ледниковым режимом отличаются довольно регулярными весенне-летними подъемами уровней из года в год (рисунок 1). Такие реки находятся в основном на самом юге Чили.

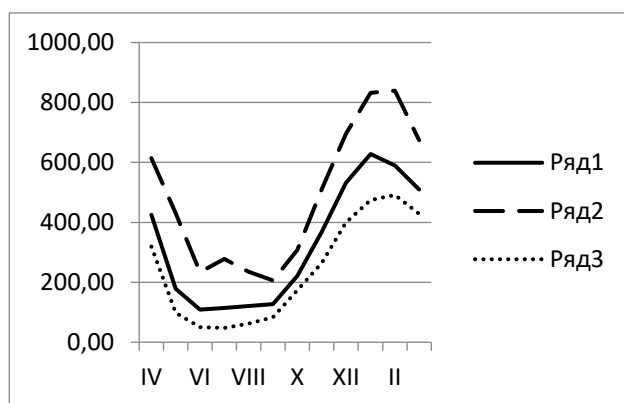


Рисунок 1 – График распределения расходов (m^3/c) реки Серрано в устье (ряд 1 – год 50 % обеспеченности, ряд 2 – год 5 % обеспеченности, ряд 3 – год 95 % обеспеченности*)

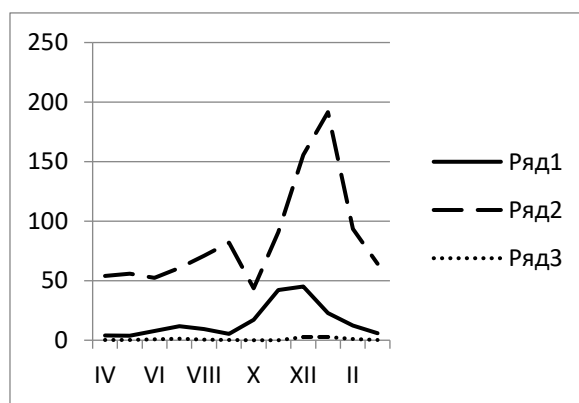


Рисунок 2 – График распределения расходов (m^3/c) реки Аконкагуа у города Сан-Филипе (ряд 1 – год 50% обеспеченности, ряд 2 – год 5 % обеспеченности, ряд 3 – год 95 % обеспеченности)

2. *Реки со снеговым режимом.* Реки со снеговым режимом похожи на реки с ледниковым режимом, но половодья на них менее постоянны, так как

зависят от количества накопленного снега. К тому же, половодье бывает раньше, чем на реках с ледниковым режимом (ноябрь – декабрь), то есть в основном в весенний период (рисунок 2). Основной район распространения – Норте Чико и север Центрального Чили.

3. *Реки с дождевым режимом.* В режиме этих рек наиболее важное значение имеют атмосферные осадки в жидкой форме. Наводнения бывают зимой, меженный период с очень низкими расходами – поздней весной и летом (рисунок 3). Встречаются по всей стране, однако, наибольшее распространение таких рек – в южной части Чили, хотя реки с дождевым режимом встречаются даже в пустыне Атакама, следует при этом отметить, что расходы таких рек чрезвычайно малы – до 0,5 м³/с, дожди выпадают в зимнее время в горах, но в многоводные годы бывают достаточно сильные дожди в январе-феврале (тогда максимальные расходы повышаются до 1-2 м³/с, а максимальный сток отмечается летом). Обычно такие годы – это годы действия течения Эль-Ниньо или исключительно теплые годы, когда снег в горах тает очень активно.

4. *Реки со смешанным режимом.* В питании таких рек основную роль играют два источника питания. Таким образом, можно выделить реки с снегово-ледниковым, снегово-дождевым, дождево-снеговым, дождево-ледниковым типами питания. Основные районы распространения – южная часть Центрального Чили и Южное Чили (кроме крайнего юга).

Например, река Мауле, как показано на рисунке 4, имеет дождево-снеговой тип питания – наблюдаются два подъема уровней: один в зимний период в связи с прохождением осадков и второй летом в результате таяния снега в горах.

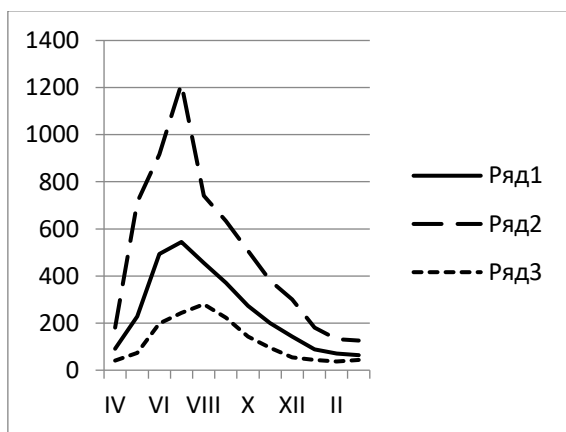


Рисунок 3 – График распределения расходов (м³/с) реки Каутин у Альмагро (ряд 1 – год 50 % обеспеченности, ряд 2 – год 5 % обеспеченности, ряд 3 – год 95 % обеспеченности)

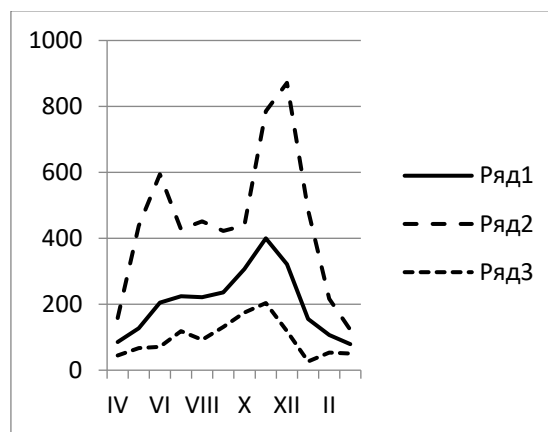


Рисунок 4 – График распределения расходов (м³/с) реки Мауле у Армерильо (ряд 1 – год 50 % обеспеченности, ряд 2 – год 5% обеспеченности, ряд 3 – год 95 % обеспеченности)

Региональные отличия по укрупненным физико-географическим регионам. *Реки района Норте Гранде.* Реки в этом регионе Чили имеют

крайне неравномерный режим стока, а расходы чрезвычайно низки большую часть года. Сток рек в значительной степени зависит от деятельности человека, особенно при разборе воды в верхних частях водосбора, что резко снижает сток ниже по течению.

Наиболее важным водотоком является река Лоа; несмотря на очень небольшой расход воды $1,9 \text{ м}^3$ в секунду, она играет чрезвычайную роль в регионе Антофагаста. Эта река имеет самый большой водосборный бассейн и самую большую длину реки (440 километров). Ее исток находится на высоте 4000 метров в области Альтиплано недалеко от вулкана Миньо, и впадает в Тихий океан недалеко от Пунта Чипана.

Река Лоа снабжает водой значительную часть населения региона, а также месторождение меди Чукикамата и орошает долины Конча, Ласана, Чиу-Чиу и Кильягуа.

Реки района Норте Чико. Реки в этом регионе имеют низкие расходы воды, формируются водой от зимних дождей и таяния снегов и льда в Андах. Они проходят через долины, которые простираются между поперечных хребтами, и как правило, образуют поперечные долины.

Основными реками района являются (с севера на юг) реки Копьяпо, Уаско, Эльки, Лимари, Чоапа и Аконкагуа. Их расходы обычно низкие и составляют от 2 до $30 \text{ м}^3/\text{с}$, а режим рек чрезвычайно неравномерен. Несмотря на низкий расход, они имеют важное значение для водного регулирования, сельского хозяйства и горнодобывающей промышленности. В этой области есть много водохранилищ, созданных для орошения, плотин и каналов, которые позволяют получать экспортную сельскохозяйственную продукцию.

Реки центральной зоны. Реки в этом регионе питаются в основном тающим снегом и льдом зимой и, следовательно, имеют снего-дождевой тип питания и максимальные расходы наблюдаются в ноябре – декабре. В этот период могут быть даже сильные наводнения. Кроме того, они питаются дождевой водой.

От реки Мауле на юге региона реки, как правило, получают большее количество осадков, и имеют более регулярный сток, но в северной части района режим рек по-прежнему очень неравномерный. Река Майпо имеет расход порядка $70-90 \text{ м}^3/\text{с}$, но в режиме реки просматриваются сильные сезонные и годовые различия. Более южные реки – Мауле и Био-Био – более многоводны, их расходы составляют соответственно около 400 и $899 \text{ м}^3/\text{с}$.

Все эти реки испытывают сильное антропогенное давление почти на всем протяжении, а особенно в центральной и нижней части течения. В этом районе развита промышленность, сельское хозяйство, здесь находятся почти все крупнейшие города Чили. Большинство рек используются для питьевого водоснабжения, получения электрической энергии на ГЭС, а также для водных видов спорта.

Реки Рапель и Мауле питают энергетические системы Рапель, Колбун-Мачикура, Исла, Кипресес и другие, которые относятся к большой системе,

управляемой энергетической компанией ENDESA и являются основными реками для снабжения населения гидравлической энергией.

До начала девяностых годов река Био-Био не использовалась в промышленном и энергетическом снабжении, но со строительством электростанций в Антуко, Эль-Торо и Абанико, а также электростанции Пангуэ в верхней части Био-Био, которая вступила в строй в начале 1997 года, картина значительно изменилась.

Кроме того, река Био-Био является источником воды для городской агломерации Консепсьон – Талькауано. В устье и в нижнем течении река Био-Био сильно загрязнена в результате промышленного, сельскохозяйственного и бытового загрязнения.

Реки южной зоны. В этой области расходы воды в реках значительно увеличиваются, достигая около 300 м³/с. В питании рек преобладает дождевое питание (реки дождево-снегового питания) и расходы более равномерны в течение года.

Речные системы дренируются крупными озерами, сохраняющими высокие расходы воды в реках. Реки южной части Чили имеют гораздо меньшие уклоны, чем те, которые находятся в северной или центральной частях страны, некоторые из них судоходны для небольших судов в нижнем течении. В верхнем течении эти реки имеют большой гидроэнергетический потенциал, так как имеют достаточные уклоны.

Река Тольтен вытекает из озера Вильяррика, которое в свою очередь соединено с озером Кабургуа. Реки Вальдивия и Калье-Калье берут начало из озера Риньиуэ, которое в свою очередь соединяется с озерами Пангипульи, Пириуэйко и Лакар (последнее находится в Аргентине). Более южная река Буэно вытекает из озера Ранка, река Маульин – из большого озера Льянкиуэ, река Петроуэ – из озера Тодос Лос Сантос.

Эти озера и реки также используются для получения электроэнергии (на малых гидроэлектростанциях), питьевой воды, орошения и для лососевых ферм. Некоторые из водотоков и водоемов в разной степени загрязнены продуктами антропогенной деятельности.

В этом районе находится самое большое и глубокое озеро Чили – Хенераль Каррера. Это озеро является трансграничным, и на территории Аргентины имеет название Буэнос-Айрес.

Реки крайнего юга. Истоки реки на крайнем юге Чили находятся на восточном склоне Анд, протекают в долинах-ущельях между хребтами. Реки имеют высокие расходы воды благодаря обильному выпадению осадков, кроме того они питаются также тающим льдом с ледников и ледовых полей, а зимой – еще и снеговыми водами.

Патагонские реки имеют выровненный режим и большие расходы воды, а потому и высокий гидроэнергетический потенциал, который пока не используется. В этом регионе есть реки с расходами более 500 м³/с. Это такие реки как Пуэло, Айсен, Паскуа, а особенно река Бейкер, одна из самых многоводных рек Чили с расходом около 870 м³/с. Река Бейкер начинается в

озере Хенераль Каррера, расположенного к югу от Койайке, и являющегося трансграничным озером, имеющим на аргентинской стороне название Буэнос-Айрес.

Начало рек из озер также характерно и для других рек района, таких как река Ельчо, берущая начало из одноименного озера, река Паскуа, вытекающая из озера О Хиггинс (Сан-Мартин на аргентинской стороне), река Серрано в регионе Магальянес, которая связывает озера Грей, Торо, Пеоз и другие реки Южной Патагонии, которые берут начало на Южно-Патагонском ледовом поле.

Некоторые показатели речного стока по административным единицам Чили представлены в таблице 2.

Современные изменения климата могут привести к значительным изменениям водного режима и питания рек. Например, на севере Чили эти изменения уже в настоящее время сказываются в увеличении дифференциации стока по сезонам, увеличению экстремальных явлений, например, катастрофических наводнений. В Центральном Чили изменения климата в ближайшем будущем способны вызвать серьезный недостаток водных ресурсов в связи с увеличением засушливости климата, в то время как на юге Чили сток рек увеличивается благодаря активному таянию ледников и увеличению количества осадков, что особенно заметно на Огненной Земле [9].

Таблица 2 – Показатели речного стока по регионам Чили

Регионы	Суммарный расход воды, м ³ /с	Слой стока, мм
1	2	3
Арика и Паринакота, Тарапака	11,9	7,09
Антофагаста	0,93	0,23
Атакама	1,88	0,76
Кокимбо	22,2	17,5
Вальпараисо	40,7	83,7
Метрополитана	103	200
О Хиггинс	205	32
Мауле	767	784
Био-Био	1638	1173
Араукания	1041	1476
Лос Лагос, Лос Риос	5155	2423
Айсен	10134	2818
Магальянес	10124	2338
Всего	29244	1204

Библиографические ссылки

1. Salazar C. Situacion de los recursos hidricos en Chile. / C. Salazar / – Santiago, Fundacion Nirron, 2003. – 109 p.
2. Голубев Г.Н. Питание рек Чили / Г.Н. Голубев // Вестн. МГУ. Сер. География. – 1969. – №2. – С. 36-41.

3. Encina-Montoya F. Recursos hidricos. / F. Encina Montoya. – Pucon, Araucania, 2014. – 74 p.
4. Determinacion de caudales ecologicos en cuencas con fauna ictica native y en estado de conservacion. – Santiago, 2008. – 193 p.
5. Cuenca del rio Serrano. Santiago, SINIA, 2004. – 95 p.
6. Cuenca del rio Aconcagua. Santiago, SINIA, 2004. – 160 p.
7. Cuenca del rio Imperial. Santiago, SINIA, 2004. – 137 p.
8. Cuenca del rio Maule. Santiago, SINIA, 2004. – 152 p.
9. Fernandes B., Gironas J. Water resourses of Chile. / B. Fernandes, J. Gironas. – Texas, Springer, 2020. – 433 p.