



ПОСТРОЕНИЕ ГИПСОГРАФИЧЕСКОЙ КРИВОЙ ВОДОСБОРА РЕКИ АМУР И ВНУТРИГОВОДОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТОКА

А.Х. Алиева, студентка,
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Построена гипсографическая кривая водосбора р. Амур. Найдена теоретическая кривая обеспеченности. Установлен расход 15%-ной обеспеченности. Внутригодовое распределение стока рассчитано методом реального года.

гипсографическая кривая, расход воды, река Амур, обеспеченность

Амур образуется слиянием р. Шилки и Аргуни, протекает преимущественно в широтном направлении с запада на восток. Общая длина водотока составляет 2824 км. Как видно по рис. 1, бассейн р. Амур расположен на территории трёх государств: в России около 54 % водосборного бассейна, в Китае – 44,2 и оставшиеся 1,8 – в Монголии. Российский сектор бассейна реки принято делить на три части: верхний Амур от слияния р. Шилки и Аргуни до Благовещенска со средней скоростью течения 1,4 м/с; средний Амур – от Благовещенска до Хабаровска, средняя скорость течения 1,5 м/с, и нижний Амур – от Хабаровска до устья (скорость – 1,2 м/с) [1].

Важнейшая особенность гидрологического режима Амура – значительные колебания уровня воды, обусловленные летне-осенними муссонными дождями, которые составляют до 75 % годового стока. Колебания уровня в русле реки относительно межени составляют 10–15 м в верхнем и среднем и 6–8 – на нижнем Амуре.

Во время сильных летне-осенних ливней разливы на среднем и нижнем Амуре могут достигать 10–25 км и держаться до 70 дней [1–2]. В [1] это явление на реке неправильно называют летне-осенними паводками. Так как это ежегодно повторяющееся явление, в соответствии с общепринятой классификацией [3], его следует называть половодьем. Именно во время половодья (август 2013 г.) после многодневных проливных дождей в бассейне р. Амур произошло наводнение, самое разрушительное за время наблюдений.

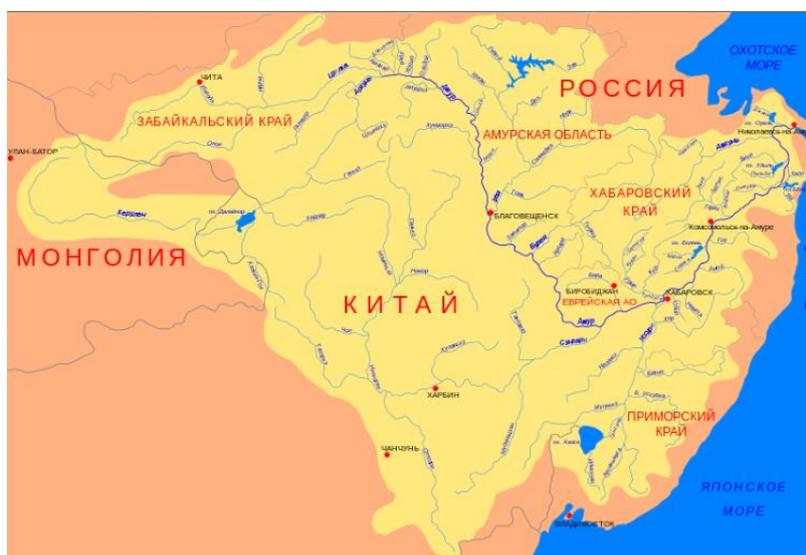


Рисунок 1 – Карта бассейна реки Амур [1]

В настоящее время ведутся споры о том, к какому морю относится устье р. Амур. В одних источниках его относят к Японскому морю, в других – к Охотскому морю.

Многие исследователи относят Амур к наиболее загрязненным рекам России (см., например, [4]). Такое состояние обусловлено комплексным воздействием на качество воды природных и антропогенных процессов в водосборном бассейне. Ситуация особенно обострилась в конце 2005 г., после аварии на китайском химическом заводе в г. Цзилинь, когда в Амур попало более 100 т нитробензола. В межень при низких уровнях остро встает вопрос качества исходной воды в г. Хабаровск, Благовещенск, Комсомольск-на-Амуре [4]. Указанные проблемы водоснабжения привели к повышенному вниманию к гидрологическим характеристикам р. Амур.

Гипсографическая кривая характеризует распределение площади бассейна по высоте. По ней также можно определить среднюю высоту бассейна. Для ее построения вначале определяют площади между горизонталями (высотными интервалами). Последовательно суммируя площади, начиная от наивысших отметок и относя значения к нижним границам интервалов, получают плавную гипсографическую кривую, как показано в табл. 1.

Таблица 1 – Данные к построению гипсографической кривой водосбора реки Амур

№ п/п	Отметка горизонтали, м	Площадь между горизонталями, км ²	Нарастание площади, км ²
1	95,8	0	0
2	95,0	4	40
3	90,0	56	60
4	85,0	76	136
5	80,0	132	268
6	81,0	108	376
7	80,0	8	384
8	75,0	60	444
9	70,0	20	464
10	68,40	14	478

Площадь, ограниченная гипсографической кривой и осями координат:

$$A = N \cdot 250 = 100 \cdot 250 = 25000 \text{ км}^2 \cdot \text{м}.$$

Средняя высота бассейна:

$$H_{\text{ср}} = \frac{A}{F_{\text{бас}}} = \frac{25000}{476} = 52,5 \text{ м}.$$

На рис. 2 представлены среднегодовые расходы воды р. Амур в створе г. Хабаровска по данным [5].

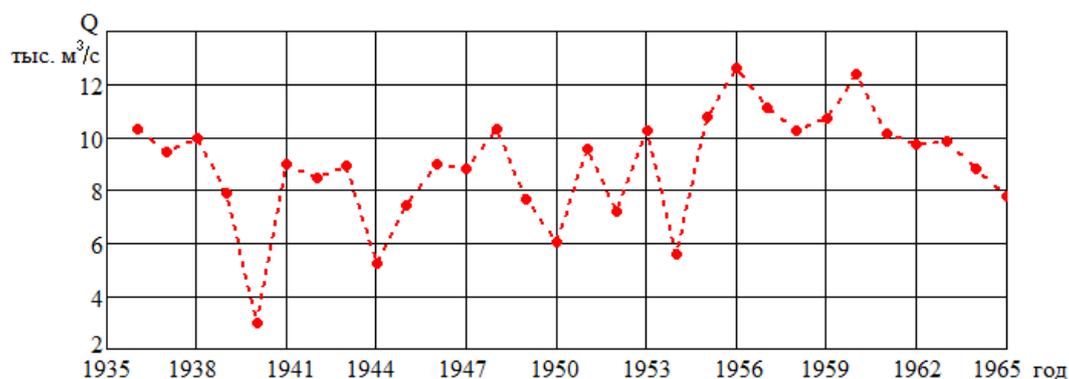


Рисунок 2 – Гидрологический ряд р. Амур в створе г.Хабаровска

На рис. 3 по данным [5] построена теоретическая кривая обеспеченности Крицкого-Менкеля методом, подробно описанным в [6, 7].

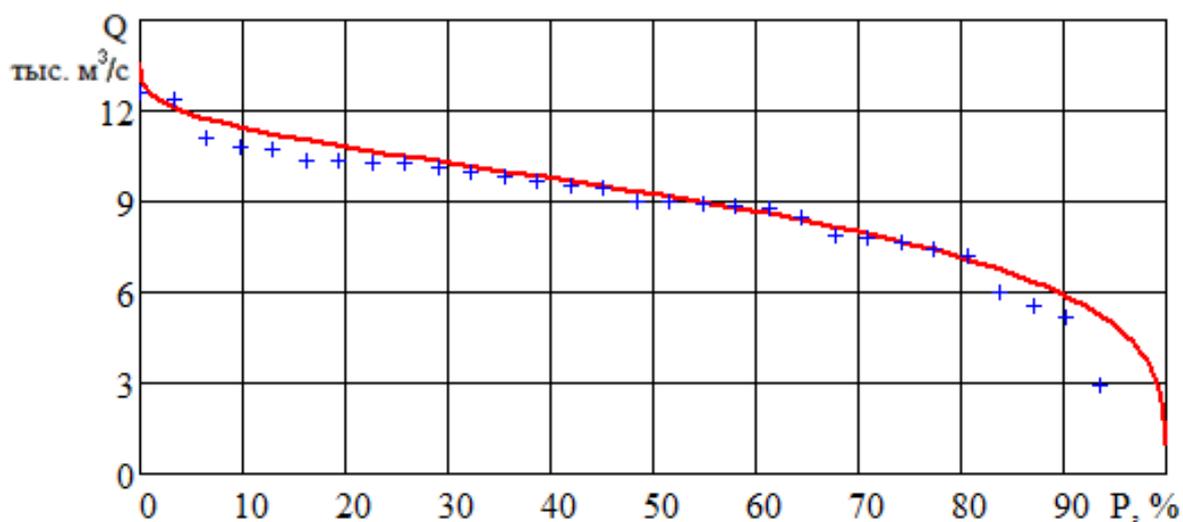


Рисунок 3 – Эмпирическая (точки) и теоретическая (линия) кривая обеспеченности среднегодовых расходов р. Амур в створе г. Хабаровска

На рис. 4 построено внутригодичное распределение стока р. Амур в створе г. Хабаровска, как в [8].

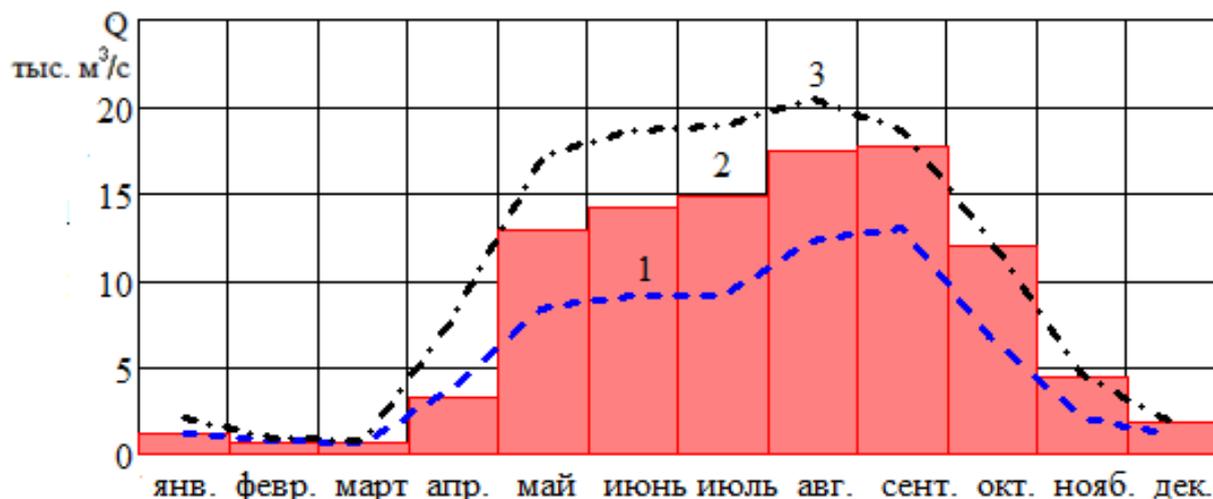


Рисунок 4 – Среднемесячное распределение стока р. Амур в створе г. Хабаровска:
1 – маловодный год; 2 – среднее многолетнее; 3 – маловодный год

Построим внутригодичное распределение стока методом реального года по табл. 2. Выбираем гидрологический период с апрель по октябрь; сезон – с июля по сентябрь; месяц – август (табл. 3, 4).

Обеспеченность по формуле [9]:

$$P = \frac{Q_i}{\sum Q_i} \cdot 100\%; \quad \sum \Gamma_{\text{Од } 15\%} = Q_{15\%} \cdot 12 = 2040 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$Q_{15\%} = Q_0 \cdot k_{15\%} = 8936 \cdot 1,34 = 11974 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таблица 2 – Среднемесячное распределение расхода за 15 лет, м³/с

Год	Месяцы											
	Янв	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Ноябрь	Дек.
1936	1070	612.	510.	1760.	14000.	18700	20000	24300.	21200	14800	4720	2220
1937	1230.	695.	554.	2530.	17000.	19000	15800.	22300.	16000	11500	4940.	1800
1938	923.	573.	565.	2840.	11500.	14600.	15300.	22800.	25800	15500	6930.	2290
1939	1190.	610.	573.	3760.	11400.	13900.	19700.	14600.	11900	11500	3880.	1690
1940	895.	495.	446.	2020.	11700.	14200.	17000.	19700.	16200	8020	2980.	1850
1941	1310.	805.	632.	2960.	21600.	19000.	18100.	11600.	13600	10700	5350.	2250
1942	1340.	696.	584.	1470.	14000.	15300.	17400.	19600	14700	10900	4130.	1480
1943	927.	571.	583.	3500.	15600.	15200.	21000.	15300.	14600	13600	4110.	2280
1944	1310.	760.	626.	2350.	8970.	7340.	7070.	14200.	9970	6720	2110.	1040
1945	707.	469.	444.	4380.	7400.	11100.	12100.	18200.	19500	9770	4110.	1210
1946	874.	551.	455.	2640.	9480.	11600.	11000.	18300.	26100	19200	5610.	1930
1947	1420.	755.	614.	3900.	10300.	11700.	9600.	17000.	23500	16600	7610.	2860
1948	2080.	917.	723.	7850.	17200.	18600.	18900.	20500.	18600	12200	4600.	1840
1949	1430.	958.	828.	2430.	10200.	13900.	10300.	11500.	21500	12900	4140.	1760
1950	1170.	771.	676.	3820.	12200.	9120.	9140.	12300.	13000	6600	2140.	1220

Таблица 3 – Определение обеспеченности

№	Гидрологический год		Лимитированный период		Лимитированный сезон		Лимитированный месяц		Обеспеченность, %	
	Год	ΣQ	Год	ΣQ	Год	ΣQ	Год	ΣQ	(m / n + 1)*100%	
1	1948	124010	1936	114760	1936	65500	1936	24300	6.25	6.67
2	1936	123892	1948	113850	1938	63900	1938	22800	12.5	13.3
3	1938	119621	1938	108340	1948	5800	1937	22300	18.75	20
4	1937	113349	1937	104130	1946	55400	1948	20500	25	26.67
5	1941	107907	1943	98800	1937	54100	1940	19700	31.25	33.3
6	1946	107740	1946	98320	1940	52900	1942	19600	37.5	40
7	1943	107271	1941	97560	1942	51700	1946	18300	43.75	46.67
8	1947	105859	1942	93370	1943	50900	1945	18200	50	53.3
9	1942	101601	1947	92600	1947	50100	1947	1700	56.25	60
10	1940	95506	1940	88840	1945	49800	1943	15300	62.5	66.67
11	1939	94703	1939	86760	1939	46200	1939	14600	68.75	73.3
12	1949	91846	1949	82730	1941	43300	1944	14200	75	80
13	1945	89350	1945	82450	1950	34440	1950	12300	81.25	86.67
14	1950	72157	1950	66180	1944	31240	1941	11600	87.5	93.3
15	1944	62466	1944	56620			1949	11500	93.75	

Таблица 4 – Определение года с 15%-ной обеспеченностью

Показатель	Месяц												
	Янв.	Февр.	Март	Апр.	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.	Σ
Q _{1936г.} , м ³ /с	1070	612	510	1760	14000	18700	20000	24300	21200	14800	4720	2220	10324
P, %	0.9	0.5	0.4	1.42	11.3	15.1	16.1	19.6	17.1	11.9	3.8	1.8	100
Год ₁₅ м ³ /с	2040	16237	21698	23135	28164	24572	17099	5475	2586	1293	718	575	143592

Таким образом, полученное внутригодовое распределение стока р. Амур в створе г. Хабаровска подтверждает: половодье происходит в летне-осенний период и связано с муссонными дождями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Википедия. Река Амур. [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D1%83%D1%80> (дата обращения: 01.10.2016).
2. Проект нормативов допустимого воздействия по бассейну реки Амур [Электронный ресурс]. – URL: http://www.amurbvu.ru/files/Verhni_Amur.pdf (дата обращения: 09.09.2016).
3. Михайлов, В.Н. Общая гидрология: учеб. для геогр. спец. вузов / В.Н. Михайлов, А.Д. Добровольская. – Москва: Высшая школа, 1991, – 368 с.
4. Голобокова Я.А. Экологические проблемы бассейна реки Амур / Я.А. Голобокова // Власть. – 2008. – № 3. – С. 105–107.
5. UNESCO. International Hydrological Programme [Электронный ресурс]. – URL: <http://webworld.unesco.org/water/> (дата обращения: 09.09.2016).
6. Наумов, В.А. Методы обработки гидрологической информации / В.А. Наумов // Вестник учебно-методического объединения по образованию в области природообустройства и водопользования.– Москва: Изд-во ФГБОУ ВПО «РГАУ им. К.А. Тимирязева», 2015. – Вып. 7. – С. 144–150.
7. Наумов, В.А. Материалы инженерно-гидрометеорологических изысканий в бассейне реки Преголи. Среднегодовые расходы до 1985 / В.А. Наумов, Л.В. Маркова // Вестник науки и образования Северо-Запада России: электронный журнал, 2015. – Т. 1, № 2. С. 73–83. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2015/10/2015-№2-Наумов.pdf>.
8. Наумов, В.А. Материалы инженерно-гидрометеорологических изысканий в бассейне реки Преголи. Внутригодовое распределение стока / В.А. Наумов, Л.В. Маркова // Вестник науки и образования Северо-Запада России: электронный журнал, 2015. – Т. 1, № 4. С. 47–55. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2015/11/2015-№4-Наумов.pdf>.
9. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен для применения в качестве нормативного документа Постановлением Госстроя России № 218 от 26 декабря 2003 г.

THE AMUR RIVER HYPSOGRAPHICAL CURVE OF THE WATERSHED AND SEASONAL DISTRIBUTION OF RUNOFF

A.H. Aliyeva, student,
polinasyssoeva2015@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

The hypsographical curve of the watershed of the Amur river is built. Found theoretical curve security is found. Installed consumption of 15 %. Seasonal distribution of flow is calculated using the real year.

hypsographic curve, flow of water, the river Amur, security