

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

*Гареева Д.Р., Фатхутдинова Р.Ш. Применение метода реального года при расчете внутригодового распределения стока на примере реки Сакмара // Академия педагогических идей «Новация». – 2017. – № 06 (июнь). – АРТ 55-эл. – 0,3 п. л. – URL: <http://akademnova.ru/page/875548>*

**РУБРИКА: НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

**УДК 556.5**

**Гареева Диана Радиковна**

студент 2 курса географического факультета

e-mail: [diana.gareeva.97@mail.ru](mailto:diana.gareeva.97@mail.ru)

**Фатхутдинова Регина Шамилевна**

ассистент кафедры гидрологии и геоэкологии

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

г. Уфа, Российская Федерация

e-mail: [regishka1503@yandex.ru](mailto:regishka1503@yandex.ru)

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕАЛЬНОГО ГОДА ПРИ РАСЧЕТЕ  
ВНУТРИГODOVОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СТОКА  
НА ПРИМЕРЕ РЕКИ САКМАРА**

*Аннотация:* В статье приведен расчет внутригодового распределения стока реки методом реального года по данным наблюдений на р. Сакмара – с. Акьюлово (выше устья р. Зилаир) за период наблюдений с 1971 по 2015 гг. Проведен анализ по многоводным и маловодным фазам реки. А также выделены модели для характеристики внутригодового распределения стока.

*Ключевые слова:* внутригодовое распределение стока, метод реального года, река Сакмара.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

**Gareeva Diana**

2nd year student of the Faculty of Geography

**Fatkhutdinova Regina**

assistant of the Chair of Hydrology and Geoecology

FGBOU VO «Bashkir State University»

Ufa, Russian Federation

## **APPLICATION OF THE METHOD OF THE REAL YEAR AT THE CALCULATION OF THE INTERNAL DISTRIBUTION OF THE FLOW ON THE EXAMPLE OF THE SAKMARA RIVER**

*Abstract:* The article presents the calculation of the intra-annual distribution of river flow by the real-year method according to the observations on the Sakmara river - v.Akjulovo (above the mouth of the Zilair River) for the period of observation from 1971 to 2015. An analysis was made of the high and low-water phases of the river. And also the models for characterizing the intra-annual distribution of runoff have been identified.

*Keywords:* annual flow distribution, real-year method, Sakmara river.

Река Сакмара является самым крупным притоком реки Урал, именно здесь наблюдается высокая вероятность возникновения экологических рисков. Регулирование стока и его временная изменчивость являются факторами, которые в маловодные годы в сочетании с увеличением темпов роста водопотребления могут привести к негативным гидролого-экологическим последствиям в бассейне р. Сакмара. Поэтому в данной работе была выбрана именно эта река.

Изучение внутригодового распределения стока рек является важной научной и практической проблемой в современной гидрологии. Сведения о

распределении стока внутри года применяются при проектировании водохранилищ, для определения гарантированных максимальных и минимальных расходов воды, для оценки баланса притока и потребления воды, при создании проектов водоснабжения, при разработке мероприятий по борьбе с наводнениями. Учет внутригодового изменения стока воды необходим при планировании мероприятий по улучшению экологического состояния рек, при рациональном использовании водных ресурсов, при анализе риска снижения минимального расхода воды и т.д.

В данной работе был рассмотрен порядок расчета внутригодового распределения стока методом реального года на примере реки Сакмара (с.Акьюлово). В результате чего были определены модели для характеристики внутригодового распределения стока вероятностью превышения 95 % и вероятностью превышения 2 %.

Суть используемого метода заключается в том, что из общего количества лет, которые приняты для расчета, за год-модель взять такой водохозяйственный год, в котором обеспеченность стока за год, лимитирующий период и лимитирующий сезон наиболее близки к расчетной обеспеченности. Расчетная обеспеченность представляет собой вероятность того, что величина выделяемых водных ресурсов будет не меньше той, на которую рассчитаны параметры и отдача.

Расчет был произведен по водохозяйственным годам (ВГ), которые начинаются с самого многоводного сезона. В зависимости от типа режима реки и преобладающего года использования стока, год был разделен на периоды и сезоны. За лимитирующий период (ЛП) были выбраны VII-III месяца, за лимитирующий сезон (ЛС) XII-III месяца, за лимитирующий месяц (ЛМ) II месяц (рис.1).

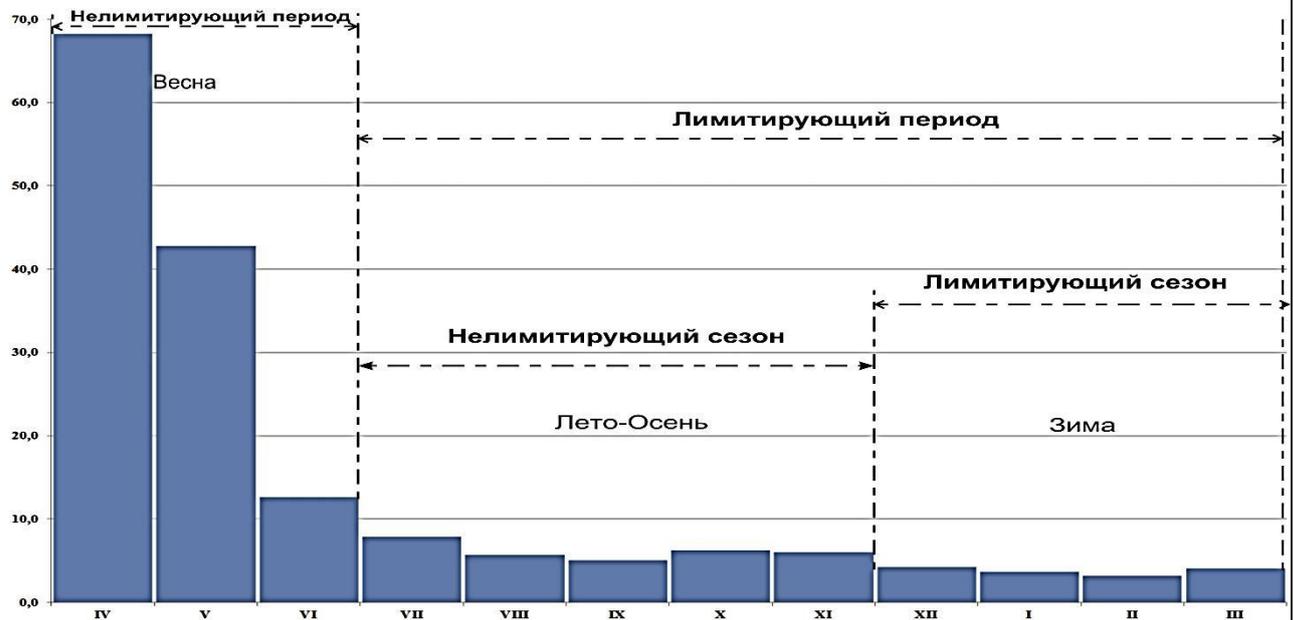


Рис.1. Разбивка водохозяйственного года на сезоны и периоды на реке Сакмара  
(составлено автором по среднемесячным расходам воды за 1971-2015 гг.)

Внутригодовое распределение стока за определенный год наблюдений принимается в качестве расчетного в том случае, если вероятность превышения стока за год и за лимитирующий период и сезон, а также минимального или максимального месячного расхода наиболее близки между собой и соответствуют заданной по условиям проектирования ежегодной повторяемости превышения. Отклонения вероятностей превышения значений стока за расчетные интервалы конкретного выбранного года от требуемой вероятности превышения не должна составлять более 20%.

Расчеты методом реального года выполнялись в следующей последовательности:

1. Для всего ряда данных гидрометрических наблюдений была определены суммы месячных расходов за водохозяйственный год,

## Всероссийское СМИ

### «Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

лимитирующий период и сезон и минимальный (для распределения маловодного года) или максимальный (для многоводного года) месячный расход.

2. Полученные значения для каждой из этих характеристик расположились в порядке убывания. Рядом с ними были выписаны водохозяйственные годы, к которым они относятся, а также вероятность превышения, высчитываемая по формуле  $P_m = (m/n+1) * 100\%$ , где  $m$  - порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенного в убывающем порядке;  $n$  - общее число членов ряда.

3. Из числа имеющихся лет были выбраны года, в которых вероятности превышения для водохозяйственного года, лимитирующего сезона и периода, минимального и максимального расходов наиболее близки друг к другу. Данные представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Вероятности превышения стока р. Сакмара за конкретные ВГ, ЛП, ЛС и ЛМ каждого из водохозяйственных годов, входящих в группу очень маловодных лет

Расчетный период	конкретные водохозяйственные годы						
	1984-1985	1976-1977	2006-2005	2009-2010	2010-2011	1977-1978	1975-1976
<b>ВГ</b>	84,4	86,7	88,9	91,1	93,3	95,6	97,8
<b>ЛП</b>	66,7	93,3	71,1	88,9	95,6	86,7	97,8
<b>ЛС</b>	80	97,8	60,0	73,3	77,8	82,2	95,6
<b>ЛМ</b>	75,6	97,8	35,6	91,1	82,2	86,7	84,4

Таблица 2

Вероятности превышения стока р. Сакмара за конкретные ВГ, ЛП, ЛС и ЛМ каждого из водохозяйственных годов, входящих в группу очень многоводных лет

Расчетный период	конкретные водохозяйственные годы						
	1990-1991	1993-1994	2002-2003	2007-2008	2000-2001	1971-1972	1987-1988
<b>ВГ</b>	2,2	4,4	6,7	8,9	11,1	13,3	15,6
<b>ЛП</b>	2,2	4,4	17,8	37,8	6,7	22,2	11,1
<b>ЛС</b>	2,2	6,7	24,4	33,3	13,3	35,6	17,8
<b>ЛМ</b>	2,2	8,9	17,8	44,4	15,6	51,1	20,0

## Всероссийское СМИ

### «Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

Внутригодовое распределение стока за конкретный год наблюдений принимается в качестве расчетного, если вероятность превышения стока за этот год и за лимитирующий период и сезон, а также минимального или максимального месячного расхода наиболее близки между собой. По таблицам 1 и 2 видно, что самое наибольшее значение  $\Delta P\%$  было в 1975-1976 ВГ, вероятность превышения составило более 95%, а самое наименьшее значение  $\Delta P\%$  – в 1990-1991 ВГ, с вероятностью превышения 2,2%. Для выбранных годов устанавливаются относительное распределение стока по месяцам и сезонам в % или долях стока. Относительное внутригодовое распределение выявленных годов можно рассмотреть в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Относительное (в % от стока за ВГ) внутригодовое распределение месячного и сезонного стока р. Сакмара, определенное по модели стока выбранного по критерию ( $P \geq 83,3\%$ ) характерного очень маловодного 1975-1976 года

Единица измерения	Месяцы водохозяйственного года												ВГ	НП	ЛП	ЛС	НС
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III					
м <sup>3</sup> /сек	50,3	9,3	2,6	1,0	1,2	1,3	2,3	2,0	1,0	1,3	1,6	2,0	100	82	18	7,8	10,2

Таблица 4

Относительное (в % от стока за ВГ) внутригодовое распределение месячного и сезонного стока р.Сакмара, определенное по модели стока выбранного по критерию ( $P < 16,7\%$ ) характерного очень многоводного 1990-1991 года

Единица измерения	Месяцы водохозяйственного года												ВГ	НП	ЛП	ЛС	НС
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III					
м <sup>3</sup> /сек	103,0	106,0	23,0	18,6	19,9	17,7	25,2	25,8	16,8	11,2	8,5	8,8	100	60,3	39,7	11,8	27,9

По таблицам 3 и 4 видно, что на р. Сакмара на долю весеннего стока (IV-VI), т.е. за нелимитирующий период для очень маловодной группы водности приходится 82%, а для очень многоводной группы – 60.3%. На

## Всероссийское СМИ

### «Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

e-mail: [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

долю зимнего стока (XII-III), т.е. за лимитирующий сезон – 7.8% за очень маловодный год, 11.8% – за очень многоводный год. В летне-осенний сезон (нелимитирующий сезон) на очень маловодную группу приходится 10.2%, на очень многоводную – 27.9% годового стока (рис. 2).

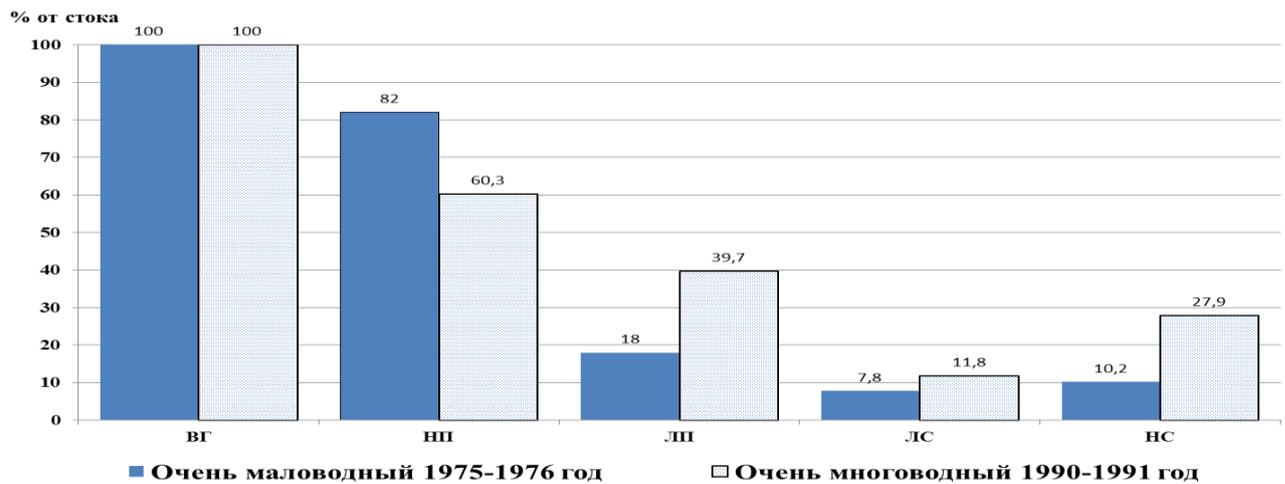


Рис.2. Относительное (в % от стока за ВГ) внутригодовое распределение сезонного стока на р. Сакмара для очень многоводного и очень маловодного года (составлено автором по данным таблиц 3 и 4)

Также, для более наглядного представления, для каждого водохозяйственного года на основании таблиц 3 и 4 были построены графики изменения месячного стока внутри года на р. Сакмара (рис. 3,4).

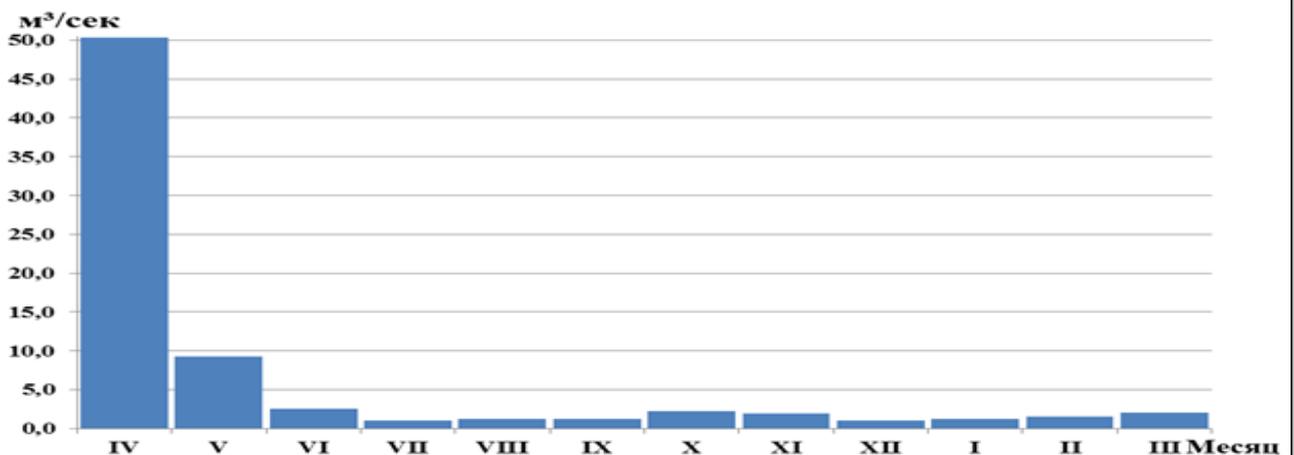


Рис.3. Внутригодовое распределение месячного стока р. Сакмара, определенное по модели стока выбранного по критерию ( $P \geq 83,3\%$ ) характерного очень маловодного 1975-1976 года

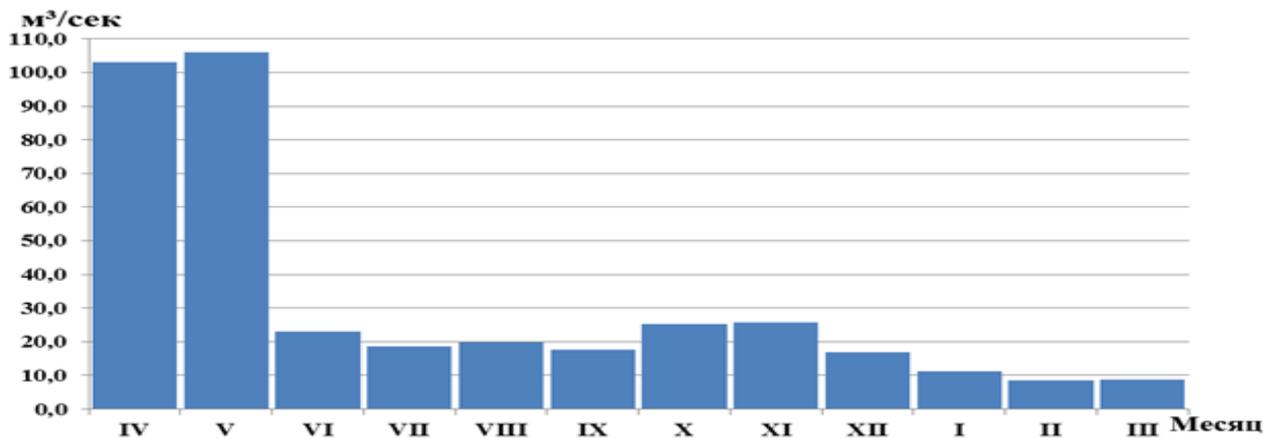


Рис.4. Внутригодовое распределение месячного стока р.Сакмара, определенное по модели стока выбранного по критерию ( $P < 16,7\%$ ) характерного очень многоводного 1990-1991 года

Как видно по рисункам 3 и 4 распределение стока по месяцам внутри различных сезонов неодинаково. Наиболее неравномерное внутрисезонное распределение характерно для весеннего периода. В очень маловодной группе водности наибольший месячный сток приходится на апрель, а наименьший на июнь. А в очень многоводной группе наибольший месячный сток за весенний период приходится на май, а наименьший на июнь. В летне-осеннем и зимнем сезоне сток распределен наиболее равномерно.

Большое значение при изучении имеет также репрезентативность ряда наблюдений. В данном случае период наблюдения с 1971 по 2015 составлял 44 года. На основании анализа репрезентативности имеющегося ряда наблюдений и установлении циклов водности по разностной интегральной кривой (РИК) было установлено то, что маловодная фаза наблюдалась в период с 1974- 1980, 1994 – 1999, 2007 – 2015 гг., а многоводная фаза – 1986 - 1991, 1999 – 2002 гг. Эти фазы представлены в рисунке 5. Тем самым, 1975-1976 водохозяйственный год попадает в маловодную фазу, а 1990-1991

водохозяйственный год в многоводную фазу, что подтверждает вычисления по внутригодовому распределению стока.

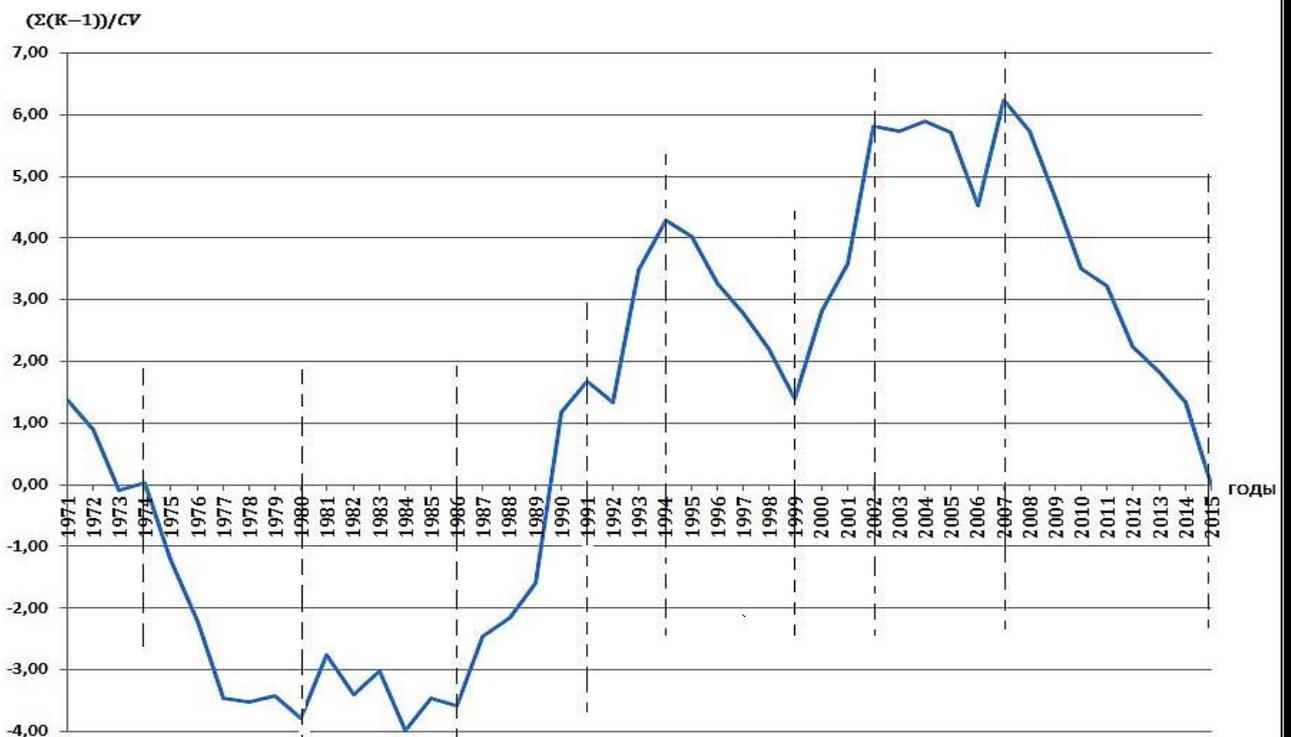


Рис. 5. Разностная интегральная кривая по среднегодовым расходам реки Сакмара (1971 – 2015 гг.)

Таким образом, расчет внутригодового распределения стока заключается в составлении или выборе из множества возможных для данного пункта случаев одного или нескольких расчетных, удовлетворяющих требованиям проектирования.

В данном примере на реке Сакмара в качестве модели для характеристики внутригодового распределения стока вероятностью превышения 95% принят 1975-1976 водохозяйственный год, а с вероятностью превышения 2,2% принят 1990-1991 водохозяйственный год.

**Всероссийское СМИ**

**«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»**

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

**(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)**

**Сайт:** [akademnova.ru](http://akademnova.ru)

**e-mail:** [akademnova@mail.ru](mailto:akademnova@mail.ru)

**Список использованной литературы:**

1. Балков В.А., Воронина Т.В. Инженерно-гидрологические расчеты: учебное пособие /Башкирск. Ун-т. – Уфа, 1996 – 76 с.
2. Железняков Г.В. и др. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. –М.: Колос, 1984. – 205 с..
3. Ивашкевич Г.В. Внутригодовое распределение стока. Методические указания к лабораторной работе для студентов специальности 320600 «Комплексное использование и охрана водных ресурсов». – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003. – 7 с.
4. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – Санкт-Петербург 2005. 103 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.12. Нижнее Поволжье и Западный Казахстан. Вып. 2. Урало-Эмбинский район. – Л.: Гидрометеиздат, 1970.

***Дата поступления в редакцию: 29.05.2017 г.***

***Опубликовано: 01.06.2017 г.***

***© Академия педагогических идей «Новация», электронный журнал, 2017***

***© Гареева Д.Р., Фатхутдинова Р.Ш., 2017***