



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

Кафедра гидрофизики и гидропрогнозов

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(магистерская диссертация)

На тему **Разработка методики прогноза
месячного речного стока
реки Хубонэс**

Исполнитель

Дэлэг Кичимбо Нэлли Магдалена

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель

К.Т.Н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Хаустов Виталий Александрович

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

д.т.н., профессор

(ученая степень, ученое звание)

Коваленко Виктор Васильевич

(фамилия, имя, отчество)

«__» ____ 20__ г.

Санкт-Петербург
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

(РГГМУ)

Кафедра гидрофизики и гидропрогнозов

УДК

Дэлэг Кичимбо Нэлли Магдалена

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Разработка методики прогноза месячного речного стока реки Хубонэс

Направление 510900 – Гидрометеорология

Программа 51.....-

Научный руководитель

Доцент, К. Т. Н.

В. А. Хаустов

Санкт Петербург 2016

Содержание

	стр.
Сокращения.....	4
Введение	5
1 Физико-географическое описание Эквадора.....	10
1.1 Общие положения о географии, и климате в Эквадоре	10
1.2 Водные ресурсы.....	12
1.3 Климат Эквадора.....	15
1.4 Влияние явления Эль-Ниньо/ Ла- Нинья в Эквадоре	17
1.5 Растительность.....	21
1.6 Сельское хозяйство Эквадора	22
1.7 Риски в сельском хозяйстве Эквадора	24
1.8 Особенности выбранного водосбора	25
1.9 Исходные данные	27
1.10 Определение границы и площади водосбора	29
2 Математический аппарат	32
2.1 Регрессионный анализ	32
2.2 Автокорреляционный анализ	35
2.3 Корреляционный анализ	37
2.4 Оценка значимости коэффициента корреляции	39
2.5 Динамическая модель формирования стока	40
2.6 Гидрологический прогноз и его оценка	44
2.6.1 Виды гидрологических прогнозов	46

2.6.2	Основные статистические соображения для оценки эффективности методики и оправдываемости гидрологических прогнозов	48
2.7	Оценка прогноза и критерии оценки	49
2.7.1	Связь критериев оценки прогноза <i>Nash</i> и S/σ	55
2.8	Решение система уравнений.....	57
2.8.1	Методы решения систем линейных уравнений	59
3	Расчет прогноза.....	63
3.1	Месячный прогноз речного стока.....	63
3.1.1	Статистический анализ зависимости между гидрологическими данными.....	65
3.2	Виды зависимости, разные периоды параметризации и прогноз с переменной расхода воды.....	68
3.3	Виды зависимости, разные периоды параметризации и прогноз с переменными расхода воды и осадков	81
3.4	Прогноз ежедневный.....	89
	Заключение.....	91
	Список использованных источников.....	92
	Приложение А.....	95
	Приложение Б.....	101
	Приложение В.....	108
	Приложение Г.....	119
	Приложение Д.....	123
	Приложение Е.....	124
	Приложение Ж.....	129
	Приложение З.....	136
	Приложение И.....	145

СОКРАЩЕНИЯ

SENAGUA	Secretaria Nacional del Agua, Национального Министерства Воды
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Межамериканский Институт Сотрудничества в области сельского Хозяйства
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Национальный институт Статистики и Переписи
CAF	Corporación Andina de Fomento, Андской Корпорации Развития
INAMHI Национального Эквадора	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Национального Института Метеорологии и Гидрологии
AE	Agricultura Empresarial, Хозяйства Предприятия
AFC	Agricultura Familiar Campesina, Семейное Крестьянское Хозяйство
UPA	Unidades Productivas Agrícolas, Единица Сельскохозяйственного Производства

Введение

Вода находится в центре экономического и социального развития. Она питает и дает средства к существованию; она орошает посевы; она помогает энергетической промышленности и городам; также она сохраняет экосистемы, от которых зависят люди. Мир не будет в состоянии решать задачи 21-го века без улучшения управления водными ресурсами и гарантии того, что люди получают надежный доступ к воде и санитарии. Дефицит воды может иметь разрушительное воздействие на экономику и поставить под угрозу благополучие всего населения.

Эффективное использование воды стало очень важным в последние десятилетия, в большей степени из-за ускоренного роста мирового населения и изменения климата. Во многих частях мира, изменение спроса и структуры предложения влияют на увеличение дефицита водных ресурсов и конкуренции за водные ресурсы. В настоящее время семьдесят процентов воды изымается для сельскохозяйственного использования и предполагается, что в следующие 40 лет рост населения мира составит 2.3 миллиарда человек, таким образом, спрос на продукты питания также должен вырасти на 60%, а потребление воды для сельского хозяйства на 19%. В дополнение к этому, по причине изменения климата, в 2025 году 1.8 миллиарда человек будет жить в регионах с абсолютным дефицитом воды и, по крайней мере, две трети населения мира будет испытывать стресс в связи с нехваткой воды. Таким образом, важно принять во внимание эффективность использования этого природного ресурса, чтобы уменьшить риск его дефицита и обеспечить его доступность для будущих поколений [1].

Для Эквадора данный вопрос является актуальным, так как в связи со своим географическим расположением в экваториальной зоне, данная страна подвержена серьезной угрозе экстремальных засух и сильных дождей,

связанной с влиянием климатических изменений и усиления воздействия явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

Согласно данным из Национального Министерства Воды (SENAGUA) [2], опубликованным в 2011 году, основная доля потребления воды в стране приходится на сельское хозяйство, составляет 80% от всего используемого потока, далее следует использование воды для домашних нужд (13%) и промышленности (7%). Что касается воды, используемой для полива, согласно данным сельскохозяйственной переписи в 2001 году площадь орошаемой в стране земли составила 853 тыс. гектаров; также в 2011 году, по данным Департамента министерства ирригации и дренажа [3], область полива увеличилась на 942 тысяча гектаров.

В настоящее время, в Эквадоре занимаются изучением имеющихся водных ресурсов в целях их эффективного использования, защиты и распределения среди населения в соответствии с его потребностями. Кроме того, данная деятельность способствует решению вопросов в рамках сельскохозяйственных проектов, что, свою очередь, стимулирует экономический рост за счет увеличения сельскохозяйственного производства, а также уменьшения риска экономических и человеческих потерь из-за наводнений, связанных с неожиданным увеличением стока рек. Последний фактор, влияет на численность популяций, расположенных в нижней части бассейна, также на сельское хозяйство и инфраструктуру, население и населенные пункты, расположенные в местах влияния водосборной площади.

В вопросах ирригации земледельцы и операторы систем орошения должны принимать решения в режиме реального времени. В силу этого одним из самых важных элементов, которые требуется рассмотреть, является режим использования воды для выращивания урожая. Он напрямую зависит от погодных условий, физических свойств почвы и фазы развития культуры в данный момент времени. Для этого расчета используется водный баланс,

состоящий из контрольного объема (эффективная корневая зона), который способен сохранить воду, и ряда входящих (осадки, орошение, капиллярный подъем и др.) и исходящих (поверхностный сток, эвапотранспирация, и другие) потоков влаги.

Водный баланс большинства этих параметров можно относительно легко вычислить, прямо или косвенно, используя различные методологии, измерительные приборы или определенные исторические данные.

Для достижения эффективного использования водных ресурсов важно сортировать водораздел при разработке, а также ряд действий, которые позволят нам планировать водопользование, в соответствии с потребностями населения. Одним из важных факторов для планирования является прогнозирование ответной реакции, гидрологических бассейнов в связи с влиянием климатических изменений и антропогенной деятельности. Необходимо разумно прогнозировать колебания в производстве воды, обладая небольшой информацией. Последнее представляет собой инструмент для принятия решений по планированию «из первых рук» и способствует обеспечению производительности и устойчивому развитию сельского хозяйства. Настоящее исследование, предоставляет сведения о поведении реки Хубонэс, для прогнозирования ежемесячного расхода воды, что позволяет осуществлять планирование и надлежащее использование воды в различных областях, таких как сельское хозяйство, домашнее потребление, рыбоводство, туризм, гидроэнергетики и т.д.

Целями данной работы являются

- Оценка элементов водного баланса водосбора реки Хубонес (Республика Эквадор) за многолетний период.
- Прогноз месячного речного стока в бассейне реки Хубонес Экватора и оценка качества прогноза по трем критериями;

Для достижения этих целей были поставлены следующие задачи:

1. Сформировать базу данных на основании рядов среднемесячных расходов воды (Q) и месячных осадков (X) для створа Н530 за период с 1990 по 2011 гг.
2. Определить границы и площадь водосбора.
3. Построить автокорреляционную функцию расходов воды и выявить значимые коэффициенты при сдвиге до 2 месяцев.
4. Построить корреляционную матрицу ряда стока и осадков и выявить наиболее значимые связи.
5. Построить различные виды связей месячного стока со стоком предыдущих месяцев, и предыдущих осадков.
6. Сделать серию прогнозов, основываясь на независимом периоде и оценить их качество.
7. Оценить водный баланс водосбора реки Хубонес за многолетний период.

Магистерская работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и 8 приложения. Общий объем работы составляет 144 страниц, 36 рисунков 17 таблиц. Список использованной литературы содержит 25 наименований.

В первой главе приводятся физико-географическое описание Эквадора, общие положения о климате, водных ресурсах, растительности, и сельском хозяйстве Эквадора. Кроме того, объясняются важность прогнозирования расходов воды, особенности выбранного водосбора, даны определение площади водосбора и исходные данные.

Вторая глава целиком посвящена описанию математических аппаратов, на которых основан прогноз, даны динамическая модель формирования речного стока и три критерия оценки прогноза S/σ_Δ , S/σ и Nash .

В третьей главе излагаются процесс прогнозирования месячного расхода воды, рассмотрели значимые коэффициентом автокорреляции и корреляции на сдвиге до 2 месяца и построили 14 вариантов зависимости, чтобы получить линейное уравнение регрессии и сделать прогноз. Сначала сделали разные виды связи с расходами воды а далее с расходом и осадками. Оценили прогноз по трем критериям и анализировали какой из них дают самые надежные результаты. Также сделали связь между критериями S/σ и Nash, и нашли уравнение для определения оценки прогноза по критерию Nash в функции S/σ .

Приводятся результаты прогнозирования по данными наблюдений на гидрологической станции и метеорологических станциях.

1. Физико-географическое описание Эквадора

1.1 Общие положения о географии, и климате Эквадора.

Эквадо́р, официальное название : Респу́блика Эквадóр находится на северо-западе Южной Америки (см. Рисунок 1.1), также включает в себя архипелаг Галапагосских островов, расположенный примерно в 1 000 км на западе страны, на побережье Тихого океана. Общая площадь страны достигает 256 370 км². Экватор, пересекающий страну севернее столичного города Кито, дал ей название, и следовательно, его территория находится в обоих полушариях.



Рисунок 1.1 Местоположение Эквадора в мире.

В континентальной части она граничит на юге и востоке с Перу, на севере с Колумбией, на западе омывается Тихим океаном.

В центре страны расположены Анды, таким образом, страна разделена на три различных по рельефу региона состоящих из двух параллельных хребтов с конусами потухших вулканов: Чимборасо (6310 м, самая далёкая от центра земли вершина), Котопахи (5896 м, один из самых высоких вулканов), действующий вулкан Тунгурауа (5023 м, периодически извергается). Каждый из этих трех регионов: Коста (побережье), Сьерра (горная часть) и Орьенте (Амазония- джунгли), характеризуется разнообразием климатов, почв, флоры, фауны и ландшафтов, зависящим от удаленности от Экваториальной зоны, высоты над уровнем моря, неравномерной инсоляции, ветров и разных ливневых режимов. Кроме того, страна имеет островной регион [4]. Побережье занимает около 26% от всей площади страны, Сьерра или горный участок 34%, Амазонский регион 37%; Галапагосские острова 3%.

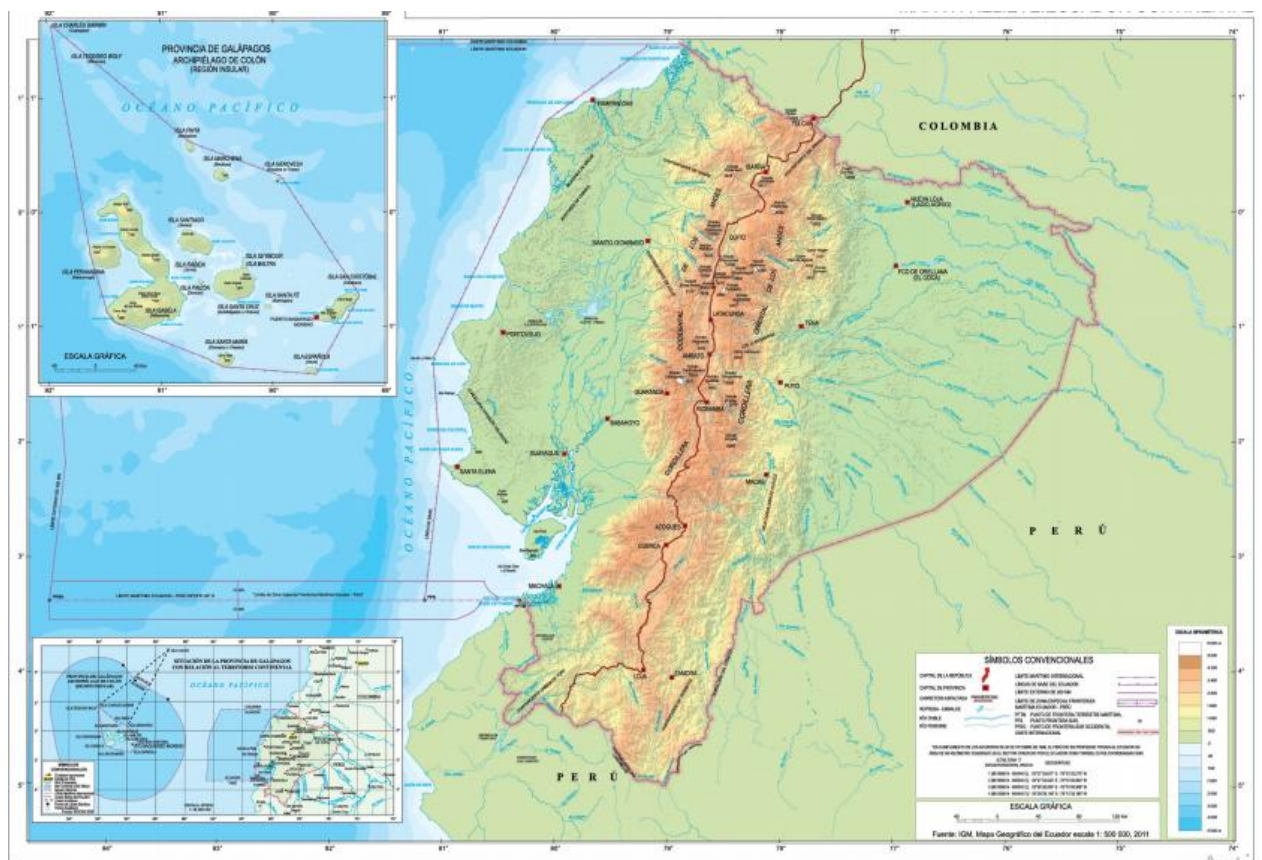


Рисунок 1.2. Рельеф и границы Эквадора

1.2 Водные ресурсы

Согласно информационному ресурсу AQUASTAT [5], почти две трети стран в мире имеют реки, которые, развиваются на их территории с водами, которые поступают из стран, находящихся к северу от них. Чтобы наглядно изобразить данный факт (поверхностные воды текут из одной страны в другую, не включая потоки к океану), "AQUASTAT" подготовил диаграмму, на которой показан поток из одной страны в другую, поток от левой до правой части страницы. Это означает, что, в целом, страны, которые находятся слева от диаграммы являются те, которые были расположены выше всех остальных, и это там, где берет начало поток воды, и в правой, где поток достигает океана. Размер каждого бара (страны) зависит исключительно от потока в и из страны, без учета потока, образовавшегося в результате эндогенных осадков (кроме случаев, когда этот поток идет вниз по течению стран) [6].

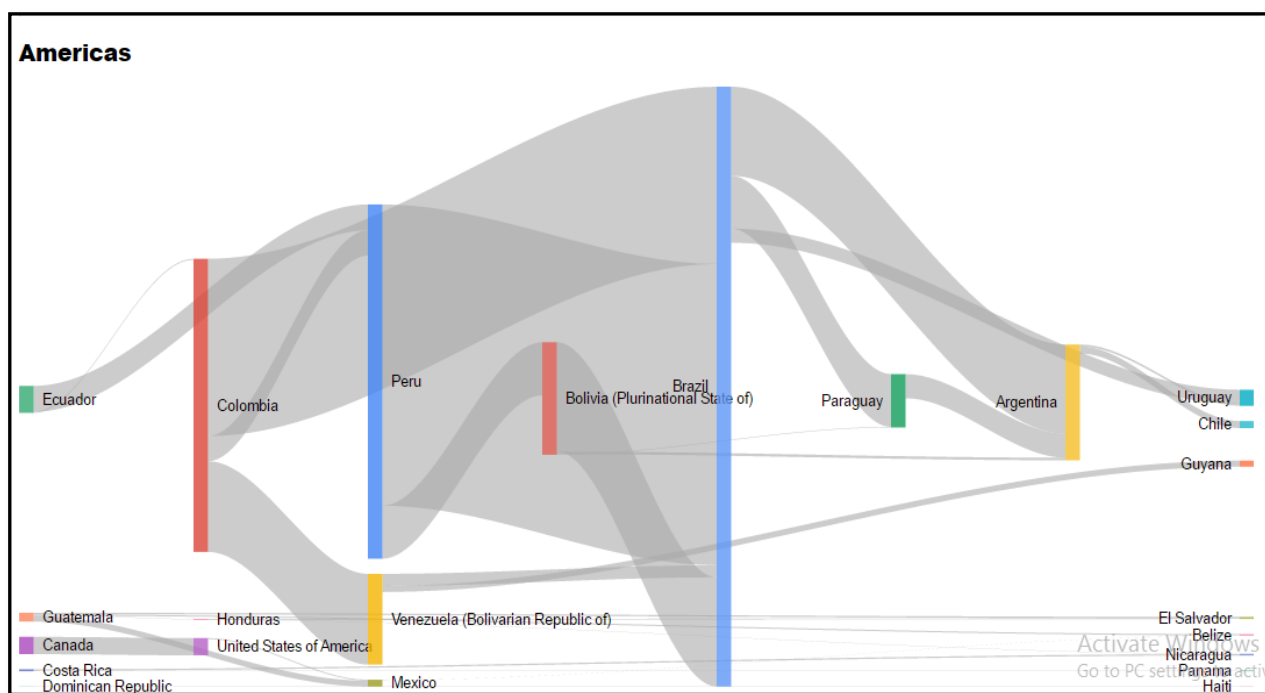


Рисунок 1.3 Визуализация потока трансграничных поверхностных вод [6]

Так, для конкретного случая Эквадора, на графике можно заметить, что страна находится в верхнем левом регионе относительно других стран, причем в месте, где возникает поток воды, его, часть питает бассейны соседних стран, таких как Колумбия и Перу.

Эквадор не получает на его территории практически никакой поступления воды из рек соседних стран, Колумбии и Перу, так может рассматриваться в качестве страны, имеющей исключительные водные ресурсы, в общемировом контексте. Среднегодовое количество осадков в стране составляет 2274 мм в год, таким образом, это очень положительный водный баланс глобальной страны, доступной во всех гидрографических системах страны составляет 432 км³ в год [7]. Эта является привилегией. Но ресурс воды уменьшается с изменением физико – климатических условий. Из-за этого существуют определенные проблемы в распределении осадков: имеют место обильные осадки в регионе Амазонки и Северного побережья, и скудные в центрфльной части побережья, на юге страны, а также в различных горных бассейнах. Так, формирование гидрографической системы в Эквадоре определяется положением Андийской горной цепи. Следовательно, существует два основных бассейна, которые собирают воду из дождя с помощью концентрированной гидрографической сети. Эти бассейны принадлежат: Амазонске и Тихому океану.

В бассейне реки Амазонки, образуется 70% среднего стока воды страны. В долине этой реки живут 18% населения. (см. Рисунок 1.5)

Направление основных рек амазонских рек: с севера на юго- восток. Наиболее важными их них являются: Сан-Мигель, Агуарико, Напо, Кунамбо, Пастаза, Морона и Сантьяго. Истоки рек находятся в кордильерах Анд, в верховьях на их крутых склонах. Материал нестабилен, поэтому возникает большое количество наносов. При этом в амазонской низменности реки становятся кривыми, оставив ложе, которое скоро покрывается

растительностью. В некоторых местах реки образуют озера, такие как Куябено или Лагартокоча, эти места имеют богатую фауну.

В бассейне Тихого океана формируется 30% водной среды Эквадора. В ней проживает 82% населения, и сосредоточены наиболее крупные города и центры, практически вся промышленность и крупнейшие сельскохозяйственные районы, которые изготавливаются продукция для внутреннего и внешнего рынка. Поэтому в этотданный факт к росту потребностей воды для человеческого потребления, сельского хозяйства, промышленности, гидроэнергетики в бассейнах средних срек, сохранения экосистем и навигации [4].

Реки Тихого океана также рождаются в Андах и направлены в сторону побережья. Иногда они образуют глубокие каньоны, наиболее важными из которых являются: Гуаяс, Каяпас, Эсмеральдас, Чоне, Портовехо, и Хубонэс. Их поток циркулирует с востока на запад, большинство из этих рек несут много донных отложений и приводят к затоплению. Это в некоторых случаях имеет положительный эффект при наводнения в целом: содержащие в реке твердые материалы, богаты питательными веществами.

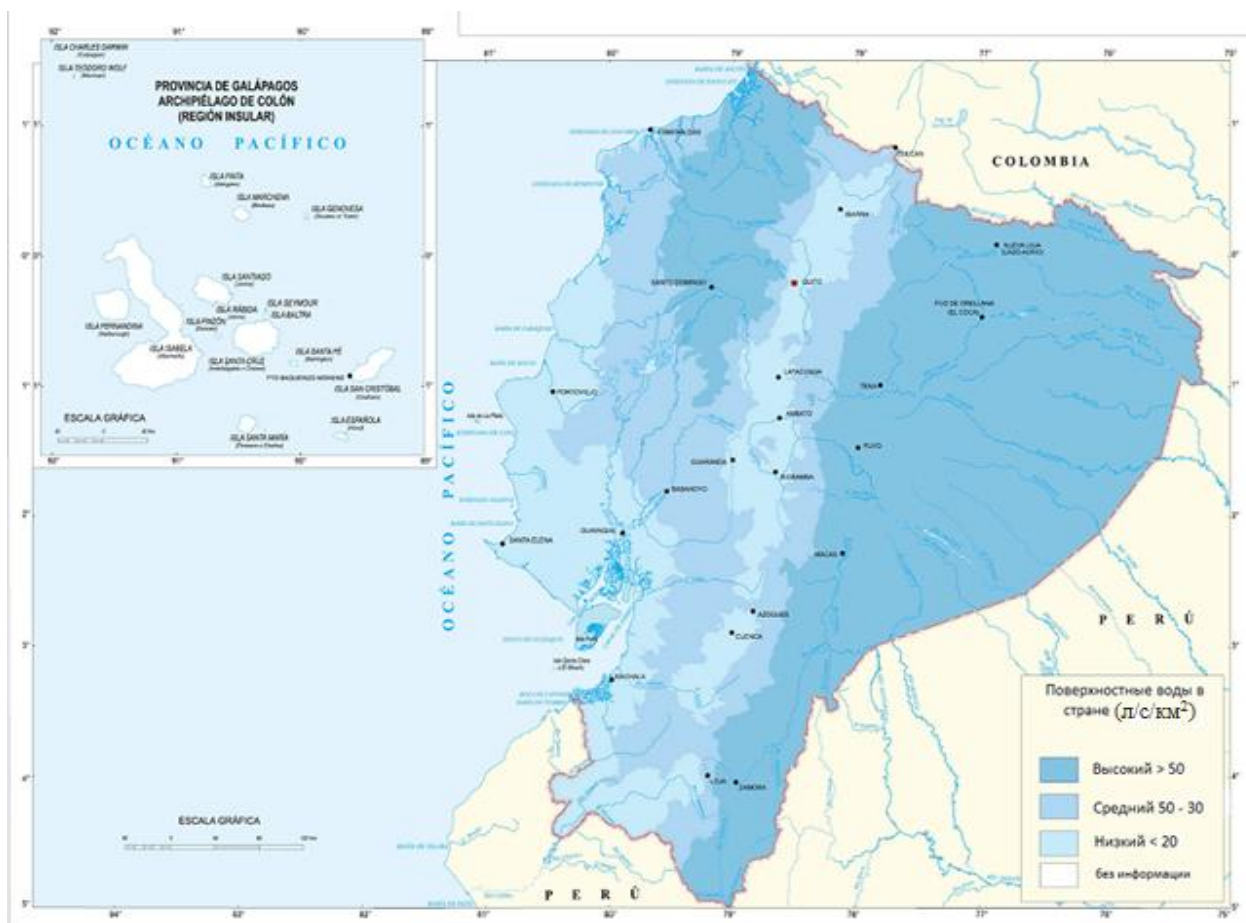


Рисунок 1.4 Поверхностные воды в Эквадоре [8]

Согласно данным Гидрометцентра (SENAGUA-2011) [4] Эквадора общее использование воды страны составляет 118 км^3 в год, из которых используется в животноводческом хозяйстве 0.2%, в рыбном хозяйстве 0,7%, в домашнем потреблении 13%, в ирригация 78%, в промышленности 8%.

1.3 Климат Эквадора

Климат на большей части страны, за исключением горных участков, характеризуется как влажный тропический климат. Климат подвержен влиянию морских течений и океанических явлений, Тихого океана. В

особенности это касается, холодного течения Гумбольдта, подводной экваториального течения и теплого течения Эль-Ниньо, которые в значительной степени определяют климат и режим осадков в стране, особенно на побережье и на Галапагосских островах. Таким образом, временное и пространственное распределение дождя неоднородно, и является причиной циклических серьезных наводнений, особенно на побережье [7].

Можно четко выделить три климатические зоны:

1. Побережье или Коста, покрывает 25% территории страны и имеет сезон дождей в первой половине года (январь-апрель), на долю которого приходится около 80% дождевых осадков и сухой сезон, во второй половине года. Среднегодовое количество осадков на Южном Побережье варьируется от 100 мм в Салинасе, до 1 000 мм в Гуаякиле, в то время как в районах с более влажным климатом на Северном побережье среднегодовое количество осадков колеблется от 3 000 до 4 000 мм (в бассейне реки Эсмералдас). В течение нескольких лет феномен Эль-Ниньо вызывает проливные дожди, которые приводят к значительному материальному ущербу на побережье, а иногда и в горной местности.
2. В Сьерра или в горной части, которая составляет 30% территории страны, существуют два климатических сезона: зима (с октября по май) и лето (с июня по сентябрь). В общем дожди достигают максимума более выраженным, во время равноденствий и дополнительный в октябре. С июня по сентябрь в этой области - продолжительный сухой сезон. Годовое количество осадков уменьшается до среднего количества осадков в год, даже до 300 мм. По мере увеличения высоты над уровнем моря температуры уменьшаются приблизительно на 5 - 6 °C на каждые 1000 метров. Средняя годовая температура колеблется между 10 и 18 °C. Выше 2000 м происходят частые заморозки, особенно в равнинных

районах, и в ясные ночи засушливых сезонов, а выше 4500 м., в вершинах постоянно идут снегопады.

3. Восточная часть или Амазонская часть составляет 45% от общей площади страны. Климат этого участка, резко тропический, наблюдаются длительные и обильные осадки и высокие температуры. Среднегодовое количество осадков достигает 3500 - 4000 мм. Регионы побережья и восточной части имеют умеренный климат, температуры слегка колеблются между сезонами, существуют наибольшее различие между днем и ночью. Самая высокая температура днем колеблется между 29 и 33 °C, а ночью снижается до 20-24 °C [5].

1.4 Влияние явления Эль-Ниньо/ Ла- Нинья в Эквадоре

Эль-Ниньо это потепление в центральной в Восточной тропической части Тихого океана, которое происходит каждые два-семь лет в среднем. Термин обычно относится к атмосферным перестройкам, которые происходят с потепления океанов. Во время Эль-Ниньо, температуры поверхности моря по водной глади может согреть на 0,5°C или более в течение периода от нескольких месяцев до года или двух [9].

Ла-Нинья, аналог Эль-Ниньо, охлаждение воды в масштабах же области. Как с Эль-Ниньо, Ла-Нинья термин обычно используется для обозначения, связанные с атмосферными. Она часто длится дольше, чем Эль-Ниньо, иногда сохраняющаяся или повторяющиеся в течение двух или более лет.

Эль-Ниньо определяется их широкой связям. Корреляционные связи являются масштабные, продолжительные аномалии или климата, которые связаны друг с другом и могут влиять на большей части земного шара.

Во время Эль-Ниньо, на запад дуют пассаты ослабевают вдоль экватора. Эти изменения в давлении воздуха и скорости ветра вызывают теплые поверхностные воды на восток вдоль экватора, от западного Тихоокеанского побережья северной части Южной Америки.

Эти теплые поверхностные воды углубить термоклина, уровень глубины океана, отделяющий теплые поверхностные воды от холодной воды ниже. Во время Эль-Ниньо, термоклина может опуститься как до 152 метров [9].

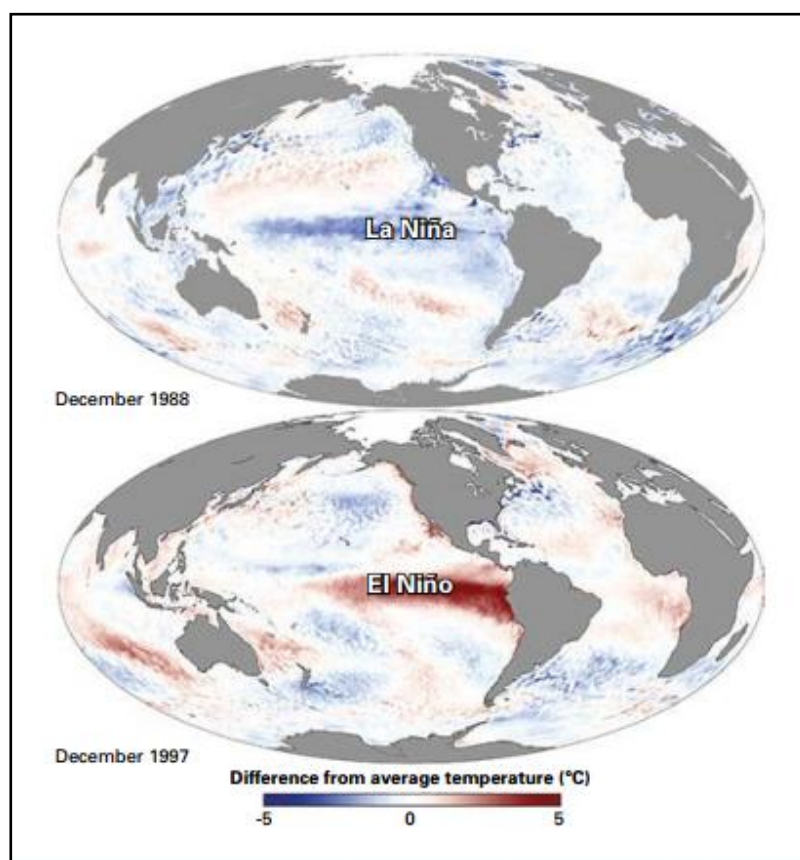


Рисунок 1.5 Температура поверхности морей, аномалии в Тихом океане во время сильного Ла-Нинья и Эль-Ниньо [10, р. 2]

Этот толстый слой теплой воды не позволяет нормально апвеллинга происходит. Без подъема глубинных вод, богатых питательными веществами, холодной водой, в euphotic зоне восточной части Тихого океана больше не может поддерживать его нормальное продуктивные прибрежные экосистемы.

Популяции рыб погибают или мигрируют. Эль-Ниньо оказывает разрушительное воздействие на экономику Эквадора и Перу.

Эль-Ниньо также производит широкое и иногда серьезные изменения в климате. Конвекция над теплой поверхности воды приносят с увеличением количества осадков. Увеличивается количество осадков значительно в Эквадоре и Северном Перу, способствуя прибрежных наводнений и эрозии.

Дожди и наводнения могут разрушать дома, школы, больницы и предприятия. Они также ограничивают транспортировки и уничтожать посевы.

Как Эль-Ниньо приносит дожди в Южной Америке, он приносит засуху в Индонезии и Австралии. Эти засухи угрожают водоснабжения региона, как сухие водоемы и реки приносят менее воды. Сельское хозяйство, которое зависит от воды для полива, находится под угрозой.

Ситуация "Эль-Ниньо" возникает каждые два или семь лет или около того, в основном в декабре, и это разрушительно для рыбалки экономики Эквадора и Перу. Птиц, морских Львов и рыбаки голодали, потому что не хватает рыбы, чтобы пойти вокруг. Кроме того, проливные дожди в прибрежной зоне часто сопровождается оффшорных потепление, вызывая разрушительные наводнения (как это произошло в 1982-1983 годах). Ниже приведены резюме расходов, связанных с Эль-Ниньо 1982-1983 [11].

На Рис. 1.5 представлена поведение индекса, в течение периода 1970-х – 2008, и приводятся в красный эпизодов теплых и синий эпизодов холодные. Эпизоды с температуры поверхности моря более теплые, были представлены в годы 1972-1973 годов, 1982-1983 и 1998 годах. В случае низких температурах можно наблюдать большие увеличения в 1974, 1976 и 1989 году и длительное время при температурах аномально холодные, с 1973 года - с 1976 года (1998-2000 годы).

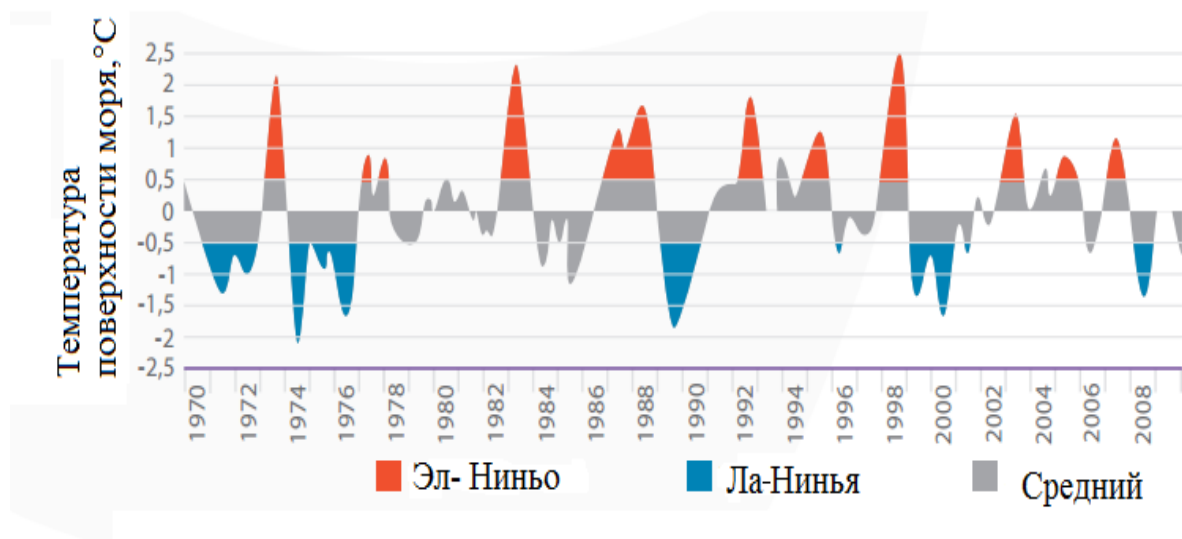


Рисунок 1.6 Индекс присутствия Эль-Ниньо и Ла-Нинья [10]

В Латинской Америке, наиболее глубокое воздействие может ощущаться в Перу, Чили, Эквадоре, Боливии, Северной Аргентине и Бразилии. Но каждая страна получает последствия Эль-Ниньо по-разному. В Перу, Эквадоре, Чили, Южной и Северной Аргентине, например, как правило, происходит увеличение осадков, а в северной части Чили и Боливии, в сухой сезон может быть улучшена за счет наличия осадков.

Сильный дождь мешает сельскохозяйственного производства, которые задержали посадки, вызывая потерю семен уже посажены. Последствия более документированные и известные, соответствуют эпизодов, 1982-1983 и 1997-1998 годах, по причине величины социально-экономических последствий, связанных как с интенсивность этого явления, как с уязвимостью населения и заинтересованных групп. Наибольшие последствия Эль-Ниньо 1997-1998 гг. произошли в Эквадоре и Перу, около 50% потерь в производственных секторов, особенно сельского хозяйства и рыболовства. Существовали также значительные повреждения инфраструктуры, в особенности транспорта, износ и разрушение дорог и мостов. В Эквадоре и Перу потери были порядка 2 900 и 3 500 млн. долл., и составили около 15%, а

5% от валового внутреннего продукта, соответственно. согласно оценки, проведенной Андской Корпорации Развития (CAF, 2000) [10].

Побережья Эквадора в основном подвержена невзгодам событий гидрометеорологического сезонным, и в определенные годы, показано, обусловлено возникновение событий океана- атмосферические связанные с этапами теплой или холодной событий ENSO (Эль-Ниньо - Южное колебание), именуемые, соответственно, как Эль-Ниньо и Ла-Нинья.

1.5 Растительность

Эквадор является одной из самых богатых стран на планете с точки зрения биоразнообразия, и кроме того, обладает значительным культурным разнообразием. Его выгодное географическое расположение в неотропической зоне, его разнообразный рельеф и влияние морских течений, объединяются, чтобы создать самые разнообразные формы жизни флоры, фауны и микроорганизмов, генетического разнообразие и экосистемы. Страна считается одной из 17 стран-единомышленниц, располагающих сверхбогатым биоразнообразием (это, если учесть, типов, видов, зарегистрированных на единицу площади) [12].

БИОМ джунгли или тропический лес простирается на большей части территории страны, в то время как на западе страны, недалеко от побережья, находится БИОМ сухих лесов и мангровых зарослей, например, в северной части провинции Эсмеральдас находятся мангровые заросли самых высоких в мире. В высотах Анд находятся разреженные леса и болота Анд. Фауна Эквадора имеет очень большое разнообразие видов, тропических животных: Ара, туканы, черепахи, лягушки и т. д. Галапагосские острова имеют целый ряд эндемичных видов, которые в свое время были изучены знаменитым

английским натуралистом Чарльзом Дарвином, что позволило ему разработать свою теорию эволюции путем естественного отбора.

1.6 Сельское хозяйство Эквадора

По расчетам FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций) в Латинской Америке, находится 36% площади мировых земель для выращивания различных сельскохозяйственных продуктов, в Африке имеется 37%, на последних местах в этом рейтинге расположены Европа и Азия с 17% и 1%, соответственно. Эквадор не привыкать к такой ситуации, поскольку она имеет почвы различных уровней, каждый из них обладает исключительным биоразнообразием, и тропическими климатическими условиями, которые позволяют производить продовольствие в течение всего года.

По последним данным INEC (Национальный институт Статистики и Переписи) в 2014 году в Эквадоре в сельском хозяйстве было использовано 5.5 млн га [13].

В Сьерра или горной местности сельскохозяйственная граница колеблется на уровне 3200 - 3800 метров над уровнем моря. Там культивируется пшеница картофель и фасоль. На высоте между 2400 - 3200 метров над уровнем моря культивируется кукуруза, фасоль, пшеница и трава. Земля ниже 2400 метров над уровнем моря используются, чтобы культивировать помидоры, фрукты и сахарный тростник.

В Побережье характеризуется тропическим и влажным климатом, таким образом, оно имеет хорошие условия для сельского хозяйства, на пример, на высоте 300 метров над уровнем моря культивируется кофе, какао, кислые фрукты, рис, бананы, сахарный тростник и другие.

В Амазонкой области люди занимаются животноводством и культивируются африканскую пальму, сахарный тростник, чай, табак, кислые фрукты, папайю, ананасы, и другие растения.

Несмотря на то, что Эквадор имеет хорошие перспективы в секторе сельского хозяйства, важно отметить, что существуют два разных типа производителей. С одной стороны, страна имеет производителей с серьезными связями с международным рынком, обладающими производственными ресурсами и государственной помощью. С другой стороны, существуют производители крестьяне, которые работают в системе семейного сельского хозяйства, имеют нехватку ресурсов и лиц, ответственных за производство основных продуктов питания для внутреннего потребления

Что касается аграрной структуры Эквадора, остается разделение на Хозяйства Предприятия (АЕ) и Семейное Крестьянское Хозяйство (АFC) с серьезными различиями, а именно, предприятия сельского хозяйства занимаются монокультурным и сосредоточены на 80% земли, они используют 63% воды для орошения.

Доля Семейного Хозяйства составляет 84,5%. Это Единица Сельскохозяйственного Производства (UPA) с концентрацией 20% земли; использующая 37% воды для орошения; Она занимается в основном производством продукции для удовлетворения базовых потребностей. Более 64% национального сельскохозяйственного производства находится в руках мелких производителей. Большинство продуктов, потребляемых в Эквадоре из AFC (60%), таким же образом, AFC способствует увеличению ассортимента продукции для экспорта: 80% UPAs какао и 93% UPAs кофе.

1.7 Риски в сельском хозяйстве Эквадора

Общеизвестно, что продуктивность сельскохозяйственных культур и качество продукции широко варьируются от года к году под влиянием складывающихся условий климата, биоклиматических факторов, поскольку они рассматриваются на реакции растений и сельскохозяйственных животных на погоду и характеризуются сопряженными агрометеорологическими (агроклиматическими) и биологическими показателями.

Дополнительно к этому в последнее время в связи с глобальным потеплением увеличился отрицательный эффект от явления южного колебания, Эль Ниньо/ Ла- Нинья. Явление Эль Ниньо связано с сильными засухами, заморозками и лесными пожарами. При явлении Ла Нинья происходит обратное с явление, сопровождающееся сильными осадками, в некоторых местах наблюдаются случаи наводнений и оползней.

Важно иметь в виду, стихийных бедствий, которые являются реальностью, повторяющийся в Эквадоре, и что они являются тормозом для значительного развития, в частности в отрасли растениеводства и животноводства. Сельскохозяйственная деятельность пострадала падение производства в последние годы из-за ряда факторов, наибольшее влияние оказали климатические изменения: отсутствие дождей в некоторых регионах или избыток их в других, эмиграция крестьян в города, плохая политика, импорта и экспорта и т. д. Известно, что наиболее уязвимыми к последствиям изменения климата является сектор сельского хозяйства, поэтому государство необходимо дать более высокий приоритет на этот сектор, чтобы уменьшить убытки сельского хозяйства и гарантировать питания населения.

Эти последствия наблюдаются в особенности в центральной и южной части побережья и в бассейне реки Гуаяс , где происходят наводнения, которые ежегодно наносят серьезный вред сельскому хозяйству, коммерческой и жилой промышленности.

Согласно данным, предоставленным Межамериканский Институт Сотрудничества в области сельского Хозяйства (ИСА) обследования прикладной к агроклиматическим риску в каждой латиноамериканской стране, риски связанные с климатом, являются: наводнения, нехватка воды, засуха, град, сильные ветры и морозы. Что касается Эквадора, не было местного моделирования водного баланса, в котором, обратите внимание, потребности водных ресурсов сельскохозяйственных культур, системы мониторинга и раннего предупреждения для сельскохозяйственной деятельности, это не позволяет бороться с климатическими рисками [14].

1.8 Особенности выбранного водосбора

В гидрографическом разделении Эквадора насчитывается 871 микро-бассейна, 153 суббассейна, 79 водоразделов, они сгруппированы для управления в 31 систему водоснабжения, 24 в сторону Тихого океана и 7 на стороне Амазонки. Эти системы обеспечивают стекание $432 \text{ км}^3/\text{год}$ [6], из которых $116 \text{ км}^3/\text{год}$ (27%) соответствует наклону Тихого океана , где проживает около 80 % населения в Эквадора, а также $316 \text{ км}^3/\text{год}$ (73%) соответствует наклону Амазонки, где проживает около 20 % оставшегося населения.

Водосбор реки Хубонес находится на Юге-Западе Эквадора и охватывает большую часть территории провинции Асуай, Эль - Оро и Лоха (см. рисунок 1.6). Считается шестой самый большой бассейн западной зоны и

двенадцатый на национальном уровне. Бассейн имеет широкий градиент зональности, в пределах 0 - 4120 метров над уровнем моря, поэтому режим выпадения осадков здесь очень варьируется по интенсивности и по продолжительности. Направление потока воды с востока на запад, впадает в Тихий Океан. Этот бассейн разделен на девять притоков: Риркай, Лев, Сан-Франциско, Вивар, Учукай, Чиллаяку, Ганакай, Касакай, Минас, а также малые стоки. Общая площадь бассейна включает в себя территории 4361 км², а его длина 180 км [15]. В его зону влияния проживает 241552 жителей, большинство из которых расположены в части среднего - низкого бассейна реки Хубонес, около 85% этого населения.

Климатические особенности бассейна реки Хубонес определяются наличием морских течений Гумбольдта и Эль-Ниньо в Тихом океане, влиянием зоны межтропической конвергенции и Анд.

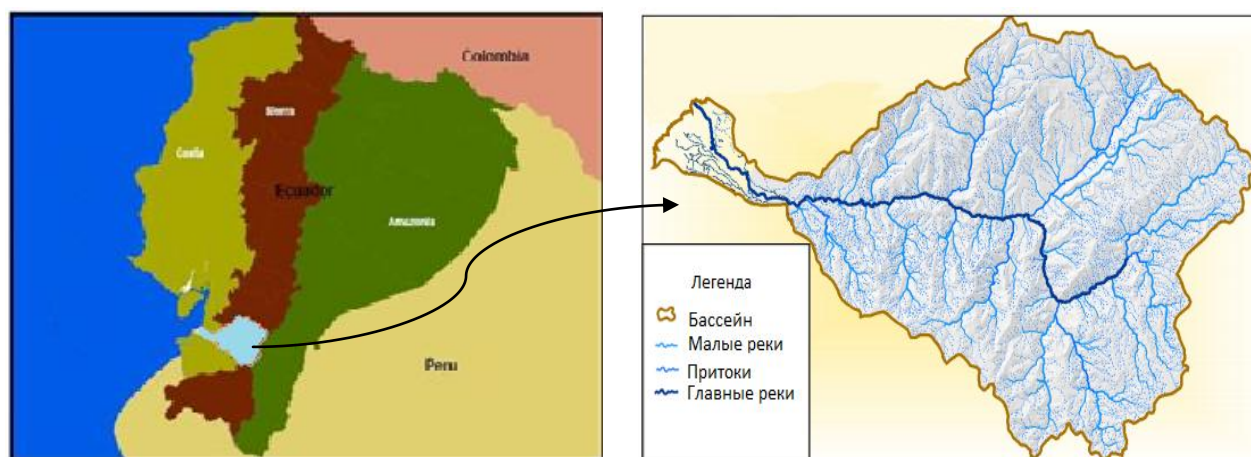


Рисунок 1.7 Расположение бассейна реки Хубонес

Экосистема в основном представлена пахоналес (высокотравье) и кустарниковыми, это одна из важнейших экосистем, которая простирается вокруг всего верхнего уровня бассейна, что имеет огромное значение для

защиты водных ресурсов. Это выгодно для большинства населения, которое располагается в нижней части бассейна.

Производственной деятельностью, лежащей в основе экономики населения, проживающего в бассейне, является сельское хозяйство (кукуруза, фасоль, картофель, бананы, какао, помидоры, деревья, овощи и посевы под тепличный комплекс, сахарного тростника, цитрусовых и других сельскохозяйственных культур с коротким циклом), животноводство, ремесла, горнодобывающая промышленность, гидроэнергетика и туризм.

Исследования наличия воды имеют важное значение в планировании поля, на выбор культур и видов, а также в выборе методов реализации. Иметь соответствующие прогнозы содействует конкретизации периодов для посевов, управление рисками в отношении характеристиках речного стока и иметь эффективное использование воды, но, к сожалению, до сих пор не имеется исследования в этом водосборе, который поможет к эффективному использованию водных ресурсов.

В результате различных исследований, в том числе кадастров водных ресурсов, было установлено, что одной из самых больших проблем, с которой сталкивается бассейн для обеспечения устойчивого водопользования является отсутствие гидрометеорологической информации. В бассейне реки Хубонес существует два вида рисков: стабильность (эрозия и оползни) и насыщенность (затопление) территории производства, среди прочих факторов, высокий темп обезлесения.

1.9 Исходные данные

В настоящей работе, в целом данные были получены из публикаций Национального Института Метеорологии и Гидрологии Эквадора

(INAMHI). Они координируют мониторинг и обработки данных наблюдаемых на разных станциях бассейнах страны.

Для бассейна в исследование были найдены статистические и полезные данные, которые указаны в следующих таблицах, на одной гидрологической станции и в шесть метеорологических станций.

Таблица 1.1. Географические характеристики гидрологических и метеорологических станциях в исследовании [16]

Название	Код	Долгота	Широта	Высота, м
Гидрологические станции				
Jubones Ushcurrumi	H530	79°36'21" w	3°19'19" s	282
Метеорологические станции				
Girón	M419	79°8'58" w	3°9'14" s	2130
Nabón	M420	79°3'58" w	3°20'2" s	2750
Oña	M421	79°9'15" w	3°27'52" s	2320
Hcda. Santa Lucia(Rircay)	M422	79°15'26" w	3°16'20" s	1310
Ushcurrumi	M481	79°35'0" w	3°16'16" s	290
Saraguro	M142	79°13'56" w	3°19'16" s	2525

Таблица 1.2. Статистические данные станции [16]

Статистические данные станции			
Данные	Станция	Период	Размерность
Месячный расход	H530	1990 -2011	м ³ /с
Суммарные месячные осадки	M419	1990 -2011	мм
Суммарные месячные осадки	M420	1990 -2011	мм
Суммарные месячные осадки	M421	1990 -2011	мм
Суммарные месячные осадки	M422	1990 -2011	мм
Суммарные месячные осадки	M481	1990 -2011	мм
Суммарные месячные осадки	M142	1990 -2011	мм

1.10 Определение границы площади бодасбора

Для определения границы и площадь бассейна были учтены расположения гидрологических и метеорологических станций из которых есть информация.

По гидрографической сети очерчен контур водосбора. С помощью программы Surfer определена его площадь.

Surfer-это программа, которая позволяет интерполировать на основе точечных данных и построение кривых уровня репрезентативной для исследуемой области

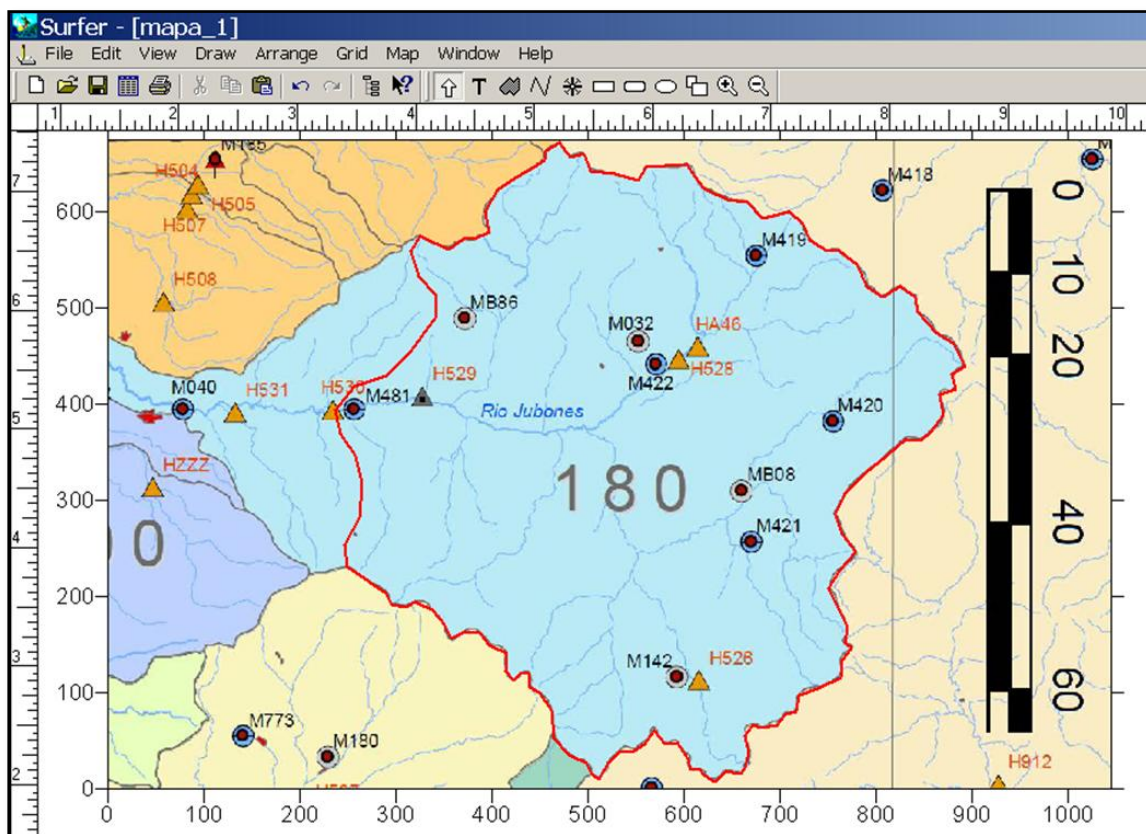


Рисунок 1.8 Рисунок окна в Surfer, где было определено контура границы

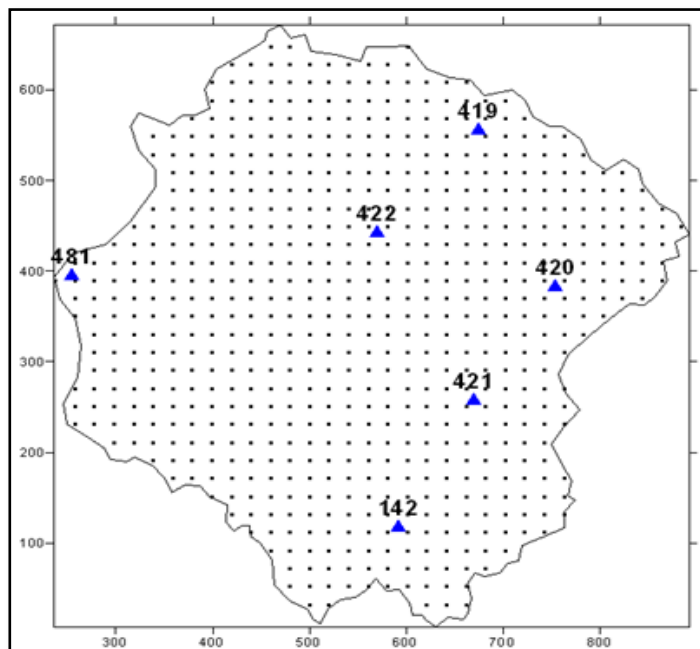


Рисунок 1.9 Распределение точек относительно ближайших положения метеостанции

Основание расчета площади исследования бассейна

Координаты легенды карты

точка	x	y
1	961.73	623.72
2	961.47	102.94

Длина в относительных единицах и км

I	L	
520.78	60 км	0.115 км
8.68	1 км	

Площадь в относительных единицах и км²

f	F	
271 210	3 600 км ²	0.013 км ²
44.5	0.591 км ²	

6072 число точек в контуре

Общая площадь 3 587 км²

2 Математический аппарат

2.1 Регрессионный анализ

Перед тем, как изучать регрессионного анализа, необходимо учитывать в статистическом анализе зависимостей между переменными, которые задействованы в любой области исследования, чтобы помогает нам понять отношения зависимости одной серии данных.

В изучении природных явлений часто встречается с ситуациями, когда значения Y , называют зависимой переменной, зависит и от других параметров, называют независимыми переменными ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$), и на основе эмпирических данных, требуется найти аналитические выражения зависимостей $y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k)$.

Например есть ситуация, когда Y зависит только от одного предиктора, т.е. $y = f(x)$. В этом случае данные наблюдений можно представить в виде следующая графика (см. График 2.1).

Таблица 2.1

Минимальные 30-суточные (y) и минимальные суточные (x) расходы воды за период открытого русла ($\text{м}^3/\text{с}$) на реке Вороне у г. Воронежа ($n = 13$) [17]

x	8.5	10.5	17.0	16.1	26.0	13.4	15.3	13.0	14.6	12.9	11.4	29.7	19.0
y	9.5	11.0	17.6	17.9	27.9	14.4	16.0	14.0	15.4	13.3	12.3	30.3	19.9

Обычно точки на графике не лежат на одной линии, даже если X и Y связаны функциональной зависимостью, а так называемое поле рассеяния.

Причиной рассеяния при наличии функциональной зависимости является неточность измерений.

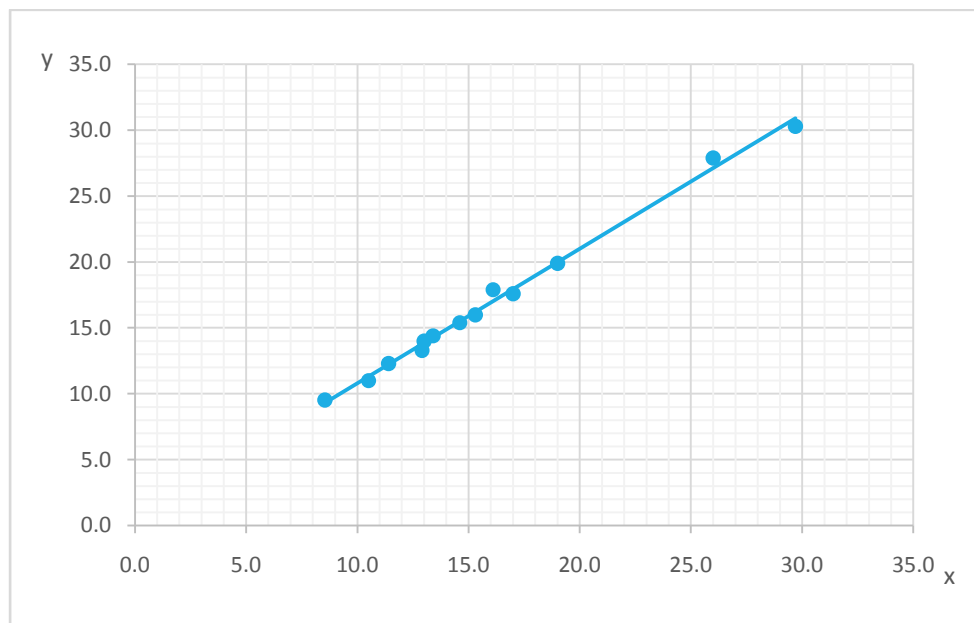


Рис. 2.1. График зависимости минимальных 30-суточных расходов (y) от минимальных суточных расходов (x) за период открытого русла на р. Вороне у г. Воронежа [17].

Линию, одно которой наводится минимальный разброс точек, называют линией регрессии, а соответствующее ей аналитическое выражение – уравнением регрессии.

Если зависимость является линейной получится $y = ax + b$, только надо найти a и b .

Когда вид y не известен, то до определения параметров необходимо выдвинуть гипотезу о виде этой зависимости.

Параметры известной или предполагаемой зависимости оцениваются с помощью излагаемого ниже метода наименьших квадратов [17, р. 137].

Методики регрессии широко используются во всех областях науки, включая средства анализа данных; в основном на моделирование и прогнозирование рядов. В целом регрессия используется для разработки математической модели, которая связывает переменные, зависимые или ответ объясняющих переменных или ввода.

Эти методы играют очень важную роль в прогнозировании среднемесячных расходах, для планирования использования водных ресурсов, в частности в Эквадоре, где большая часть электроэнергии-это символ воды, что свидетельствует о настоящей реализации моделей прогнозирования гидрологической.

В статистическом моделировании, регрессионный анализ представляет собой статистический процесс для оценки взаимосвязи между переменными. Она включает в себя множество методов для моделирования и анализа нескольких переменных, когда основное внимание уделяется взаимосвязи между зависимой переменной и одной или несколькими независимыми переменными. Более конкретно, регрессионный анализ помогает понять, как меняется типичное значение зависимой переменной, когда какой-либо одной из независимых переменных изменяется, в то время как другие независимые переменные остаются фиксированными. Чаще всего, регрессионный анализ оценивает условное математическое ожидание зависимой переменной данного независимые переменные - то есть, среднее значение зависимой переменной, когда независимые переменные фиксированы. Реже, акцент делается на квантиля или другого параметра условного распределения зависимой переменной данного независимые переменные местонахождения. Во всех случаях, целевая оценка является

функцией независимых переменных называется функцией регрессии. В регрессионном анализе, также представляет интерес для характеристики изменения зависимой переменной вокруг функции регрессии, которая может быть описана с помощью распределения вероятностей.

2.2 Автокорреляционный анализ

Автокорреляция это особенность данных, в которых корреляция между ценностями тех же самых переменных основана на связанных объектах. Это нарушает предположение о независимости случая, которая лежит в основе большинства обычных моделей. Это обычно существует в тех типах наборов данных, в которых данные, вместо того, чтобы быть беспорядочно отобранным, из того же самого источника.

Присутствие автокорреляции вообще неожиданно для исследователя. Это происходит главным образом из-за зависимостей в пределах данных. Его присутствие сильная мотивация для тех исследователей, которые интересуются относительным изучением и выводом.

Функция автокорреляции (бокс и Дженкинс, 1976) [18] могут быть использованы для решения следующих двух задач:

- Для обнаружения неслучайности данных.
- Для определения подходящей модели временных рядов, если данные не случайны.

Чтобы понять автокорреляцию, мы можем обсудить некоторые случаи, которые основаны на взаимных данных о частном и временном ряде. Во взаимных частных данных, если изменение в доходе человека влияние сбережения человека Б (человек кроме человека А), то автокорреляция

присутствует. В случае данных о временном ряде, если наблюдения показывают межкорреляцию, определенно в тех случаях, где временные интервалы маленькие, тогда этим межкорреляциям дают срок автокорреляции.

В данных о временном ряде автокорреляция определена как отсроченная корреляция данного ряда. Автокорреляция отсроченная корреляция отдельно и отсрочена некоторым определенным числом единиц времени. С другой стороны, последовательная автокорреляция состоит в том, что тип, который определяет корреляцию задержки между двумя рядами в данных о временном ряде.

Автокорреляция это понятие растяжимое, так что он может быть как положительным, так и отрицательным. Если число (например, экономическая серия) изображен вверх или вниз шаблоны серия считается проявляют положительную автокорреляцию. Если, с другой стороны, сериал изображает постоянной вверх и вниз шаблон, серии считается выставлять отрицательной автокорреляции.

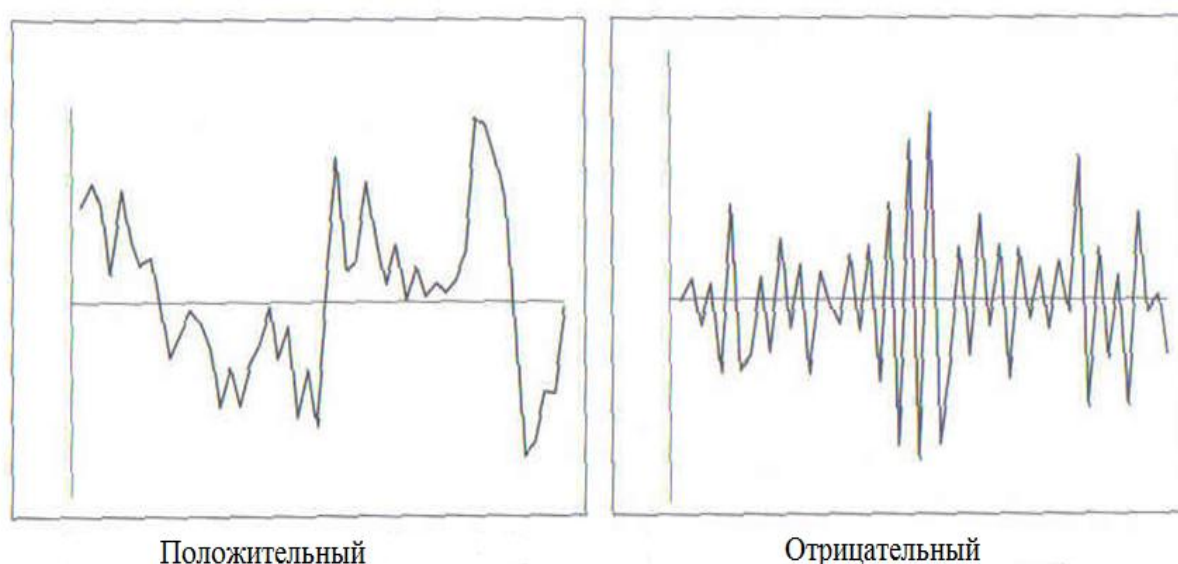


Рис. 2.2. Рисунок Положительной и отрицательной авторегрессии

2.3 Корреляционный анализ

Корреляция это статистическая мера, которая указывает на степень, до которой две или больше переменные колеблются вместе. Положительная корреляция указывает на степень к которой те переменные увеличение или уменьшение параллельно; отрицательная корреляция указывает на степень, до которой переменная увеличивается как другие уменьшения.

Когда колебание одной переменной достоверно предсказывает подобное колебание другой переменной, часто есть тенденция думать, что означает, что изменение в каждый вызывает изменение в другом. Однако корреляция не подразумевает причинную обусловленность. Может быть, например, неизвестный фактор, который влияет на обе переменные так же.

Корреляция между наборами данных это мера того, как хорошо они связаны. Наиболее распространенная мера корреляции в статистике Корреляция Пирсона. Это показывает линейное соотношение между двумя наборами данных. Проще говоря, это отвечает на вопрос, я могу чертить линию граф, чтобы представлять данные? Два буквы используются, чтобы представлять корреляцию Пирсона: коэффициент корреляции для совокупности греческой буквы (ρ) для населения и письма “r” для образца.

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.3.1)$$

Где:

r – коэффициент корреляции

x, y – переменные

$\bar{x}, \bar{y}$ – средние значения соответственно

Коэффициент корреляции мера линейной ассоциации между двумя переменными. Ценности коэффициента корреляции всегда между -1 и $+1$. Коэффициент корреляции $+1$ указывает, что две переменные отлично связаны в положительном линейном смысле, коэффициент корреляции -1 указывает, что две переменные отлично связаны в отрицательном линейном смысле, и коэффициент корреляции 0 указывает, что нет никакого линейного соотношения между этими двумя переменными. Т.е., чем ближе значение коэффициента корреляции к $+1$, тем сильнее связь между двумя случайными величинами.

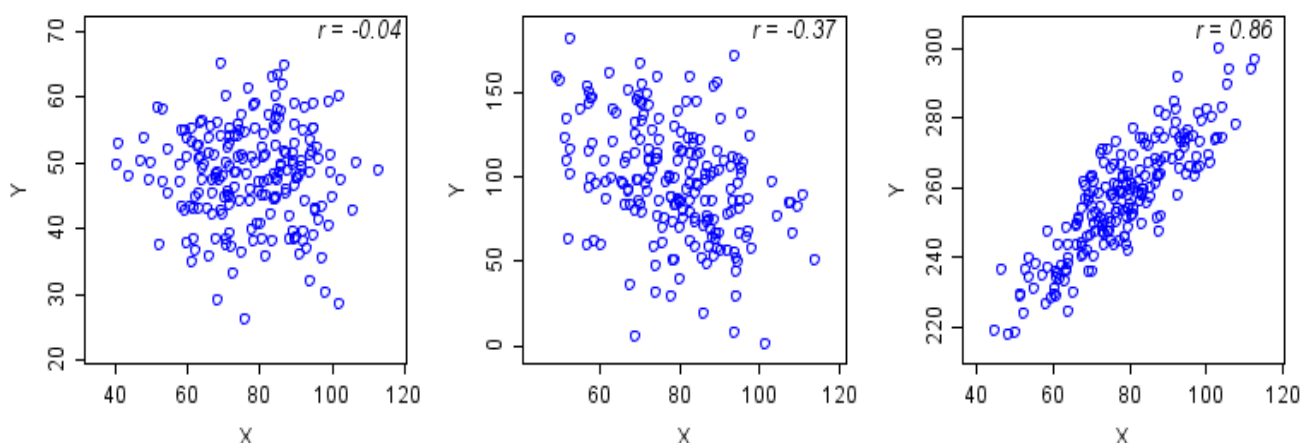


Рисунок 2.3 Примеры различных корреляций между двумя переменными, X и Y

Лево: $r = -0.04$. Пункты распространено рассеяны, не указав ни на какую ассоциацию X и Y .

Центр: $r = -0.37$. Заговор указывает на слабую отрицательную ассоциацию, в которой Y уменьшается как X увеличений.

Право: $r = 0.86$. Диаграмма рассеяния указывает на линейное увеличение Y с увеличиваем значения X .

2.4 Оценка значимости коэффициента корреляции

Называется значимая корреляция, когда значения r (коэффициент корреляции) превышает значение σ_r (стандартная ошибка коэффициента парной корреляции) [17, р. 146], $r > \sigma_r$. Если расчетное значение выше σ_r , то можно сделать заключение о том, что величина коэффициента корреляции является значимой и σ_r определяется формулами:

$$\sigma_r = \frac{(1-r^2)}{\sqrt{n-1}} \quad (2.4)$$

Где:

r – коэффициент корреляции в ряду данных;

n – численность выборки, т. е. число пар значений, по которым вычислялся выборочный коэффициент корреляции.

Ошибка коэффициента корреляции используется для определения:

- достоверности выборочного коэффициента корреляции;
- доверительных границ генерального коэффициента корреляции;
- достоверности разности двух выборочных коэффициентов корреляции.

2.5 Динамическая модель формирования стока

Модель имитирует или воспроизводит отдельные параметры интересующего объекта, которые считаются важными для проводимого исследования. Модель может рассматриваться в качестве рабочего аналога реального объекта, обеспечивающего схожесть, но не идентичность, свойств, важных для конкретной формулировки проблемы. Основной принцип моделирования обусловлен возможностью воспроизводить и прогнозировать поведение сложного объекта или системы с помощью более простой и/или более гибкой модели.

Гидрологическое моделирование - это упрощённое, абстрактное представление части гидрологического цикла. Гидрологические модели в основном используются для прогнозирования, а также для понимания гидрологических процессов.

В классификации моделей математические модели они могут быть статическими или динамическими. Связь между значениями двух переменных, например, между уровнем воды в реке и расходом в поперечном сечении, можно представить одновременно статический или устойчивая модель и описать алгебраическим уравнением. С использованием динамической модели может служить количественное соотношение между мгновенным значением речного стока в рассматриваемом поперечном сечении за данное время и величинами ранее выпавших осадков над водосбором, замыкаемым этим поперечным сечением: модели осадки–сток. В динамических моделях обычно используются обыкновенные дифференциальные уравнения или дифференциальные уравнения в частных производных.

Категория динамических гидрологических моделей очень широка и охватывает полный спектр подходов. Определяют жесткую однозначную связь между причиной (вход) и следствием (выход).

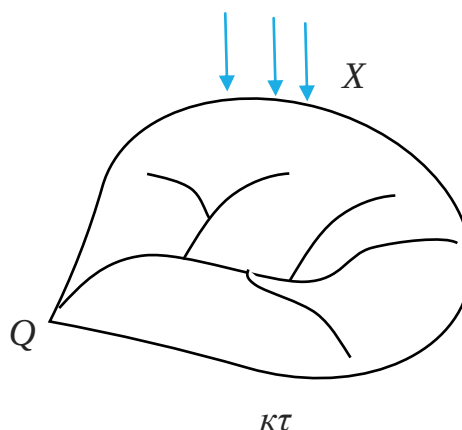


Рисунок 2.4 Формирование речного стока бассейна

В настоящее время для краткосрочных прогнозов можно использовать либо статистические зависимости предиктора от предиктантов, либо динамические модели в виде дифференциальных уравнений различных порядков.

Процесс формирования речного стока основан на использовании обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка [19]

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{k\tau}Q + \frac{\dot{X}}{\tau} \quad (2.5)$$

Где:

Q – расход воды или моль стока; k – коэффициент стока; τ – время добегания;
 $\dot{X}$ – интенсивность осадков; t – время.

Так как ни начальное условие, ни задаваемые параметры, ни внешнее воздействие уравнения (2.5) точно не могут быть заданы (первое по причине погрешностей измерения, второе и третье в силу естественной изменчивости), то реакцию бассейна Q можно определить только в вероятностном смысле, как его плотность вероятности $p(Q)$. Для нее, при ряде допущений на характер шумов, можно получить уравнения Фоккера-Планка-Колмогорова (ФПК) [20].

$$\frac{\partial p(Q,t)}{\partial t} = -\frac{\partial(A.p)}{\partial Q} + 0,5 \frac{\partial^2(B.Q)}{\partial Q^2} \quad (2.6)$$

Здесь: $A(Q,t)$ – коэффициент сноса; $B(Q,t)$ – коэффициент диффузии. Они определяются выражениями:

$$A(Q,t) = -(\bar{c}-0,5G_{\tilde{c}})Q - 0,5G_{\tilde{c}} + \bar{N};$$

$$B(Q,t) = G_{\tilde{c}}Q^2 - 2G_{\tilde{c}\tilde{N}}Q + G_{\tilde{N}}$$

Так: $c=l/\kappa\tau = \bar{c} + \tilde{c}$, $N= \dot{x}/\tau = \bar{N} + \tilde{N}$; $\tilde{c}$ и $\tilde{N}$ – белые шумы с интенсивностями $G_{\tilde{c}}$ и $G_{\tilde{N}}$ и взаимной интенсивностью $G_{\tilde{c}\tilde{N}}$.

Если оказался, что по определенным критериям решение уравнения (2.6) нас не устраивает, то методами фрактальной диагностики, можно установить, сколько еще переменных (помимо Q) участвуют в формировании гидрометеорологических процессов на водосборе и перейти к многомерной плотности вероятности $p(Q, \dots, \dots)$. В данной ситуации носит не онтологический характер, а гносеологический. В том смысле, что это не изучаем объект претерпел какие-то качественные изменения, а мы изменили

свой взгляд на процесс формирования стока, которой стали моделировать не одномерным, а двумерным распределением $p(Q, E)$ (E - испарение) [20, р. 18].

В качестве решения такого стохастического уравнения имеем марковский случайный процесс. Марковский процесс – это процесс без последствий.

На практике оперируют несколькими начальными моментами $m_1(i=1,4)$, так как старшие моменты бессмысленно привлекать при ограниченной продолжительности наблюдений. Поэтому разумно аппроксимировать модель ФПК системой обыкновенных дифференциальных уравнений для моментов:

$$\begin{aligned}\frac{dm_1}{dt} &= -(c - 0,5G_{\bar{c}})m_1 + N - 0,5G_{\bar{c}\bar{N}}; \\ \frac{dm_2}{dt} &= -2(c - G_{\bar{c}})m_2 + 2Nm_1 - 3G_{\bar{c}\bar{N}}m_1 + G_{\bar{N}}; \\ \frac{dm_3}{dt} &= -3(c - 1,5G_{\bar{c}})m_3 + 3Nm_2 - 7,5G_{\bar{c}\bar{N}}m_2 + 3G_{\bar{N}}m_1; \\ \frac{dm_4}{dt} &= -4(c - 1,5G_{\bar{c}})m_4 + 4Nm_3 - 4,3,5G_{\bar{c}\bar{N}}m_3 + 6G_{\bar{N}}m_2.\end{aligned}\quad (2.7)$$

Есть плоскость, на которой живут двухмерные существа, представления и понятия которых о мире также двухмерны. Если конус (трехмерное тело) пересекает их плотность, то они "наглядно представляют" себе только конические сечения и конус (как явление в целом) для них непознаваем. То есть, имея двухмерный набор рациональных понятий, они не когда не прорвутся в инфинитную реальность (трехмерное пространство) из-за отсутствия в их головах представления о частично инфинитной границе,

разделяющей плоскость и пространство. Таким образом "трио" в составе чувственного представления, логического опосредования и их взаимодействия прорвало частично инфинитную границу инфинитный мир, а точное просто расширило её, включив в финитную реальность новые объекты [20, р. 20].

2.6 Гидрологический прогноз и его оценка

Прогнозирование в общем смысле этого слова понимается специальное научное исследование, предметом которого являются перспективы развития явления. При этом прогноз определяется как вероятностное, научно обоснованное суждение о возможных состояниях того или иного объекта в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их осуществления. В качестве объектов прогнозирования могут выступать процессы, явления, со бытия, на которые направлена познавательная практическая деятельность человека. Прогнозист исходит из того, что к явлениям будущего нужен вероятностный подход с учетом широкого набора возможных вариантов. Прогнозирование используется для выбора наиболее вероятного или наиболее желательного оптимального варианта.

Гидрологических прогнозов, по определению, прогнозирование возникновения гидрологических событие указанное как в отношении его количественных показателя и его фактическим временем возникновения.

Сегодня гидрологических систем прогнозирования являются доступным и мощным. Степень успеха в использовании этих систем, как правило, зависит от количество тренировок получил гидрологов их использования. Эти системы способны производить прогнозы по наводнениям, которые происходят за несколько часов до сезонного вероятностные прогнозы на много месяцев вперед для крупных речных

бассейнов. Например для снижения потока потери на опыт и уроки прошлого показали, что конец-в-конец гидрологического прогнозирования и реагирования системы состоит из следующих шагов которые можно смотреть на рисунке:

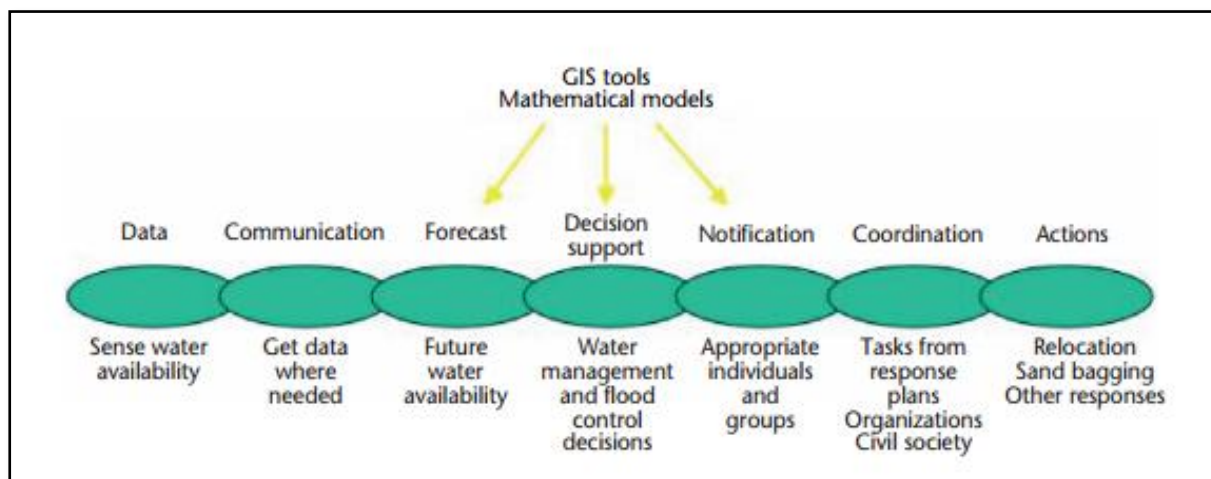


Рисунок 2.5 Связей в прогнозирование наводнений и системы оповещения [21]

Создание жизнеспособного гидрологических прогнозов и программ профилактики для сообществ в условиях риска, требует сочетания метеорологических и гидрологических данных, средства обучения и прогноз синоптиков. Такая программа должна обеспечить достаточное время для отдельных сообществ в пойме реагировать. В случае, если прогнозы потока, время выполнения может иметь решающее значение для снижения ущерба и потери жизни. Прогнозы должны быть достаточно точными, чтобы повысить уверенность в себе, с тем чтобы общины и пользователи будут принимать эффективные меры.

Сельское хозяйство нуждается главным образом в прогнозах водности территорий орошаемого земледелия, чтобы планирование размеры посевных площадей, режим поливов и распределение воды между оросительными системами и в маловодные годы вводится строгий режим

водопользования, изыскиваются дополнительные источники водообеспечения.

Потребности в данных для гидрологического прогнозирования зависят от многих факторов [21]:

- а) Назначение и тип прогноза;
- б) характеристики бассейна;
- в) модели прогнозирования;
- г) желаемую степень точности прогноза;
- е) экономические проблемы прогнозирования система.

Гидрологический прогноз научно обоснованное предсказание ожидаемого гидрологического режима подразделяются на краткосрочные с заблаговременностью до 10 суток, и долгосрочные (до нескольких месяцев) с большей заблаговременностью (1-2 месяца) как правило. По целевому назначению на ледовые не превышает 5-6 суток (сроки замерзания и вскрытия водных объектов, толщина, сплочённость, форма льда); водные (время и объёмы сезонного и паводкового стока вод и др.); для гидроэнергетики (приток воды в водохранилище); для кораблей и судов (пространственное распределение полей температуры, солёности, течений, волнения и др.).

2.6.1 Виды гидрологических прогнозов

В настоящее время считается основным видам гидрологических прогнозов для водных объектов суши относятся [22]:

1. краткосрочные прогнозы расходов и уровней воды на судоходных реках; прогнозы характерных расходов (уровней) воды (максимальных, средних, минимальных);

2. долгосрочные прогнозы следующих элементов водного режима рек:

- максимальные расходы и уровни половодья и паводков, а также опасные уровни и длительность затопления поймы,
- сток за период половодья,
- средние и минимальные месячные уровни воды на судоходных реках,
- меженный сток,
- сток горных рек в районах орошаемого земледелия за вегетационный и более короткие периоды,
- месячный, кварталный и сезонный приток воды в водохранилища;

3. прогнозы ледовых явлений на реках:

а) краткосрочные:

- сроки появления плавучего льда,
- сроки начала ледостава,
- толщина ледяного покрова,
- уменьшение толщины и прочности ледяного покрова,
- сроки вскрытия рек,
- максимальные заторные и зажорные уровни воды;

б) долгосрочные:

- появление льда,

- сроки вскрытия рек;

4) прогнозы ледовых явлений на озерах и водохранилищах:

а) краткосрочные:

- сроки начала ледообразования и ледостава,
- толщина ледяного покрова,
- уменьшения толщины и прочности ледяного покрова,
- несущей способности ледяного покрова и проходимости его для судов ледового плавания,
- сроков разрушения ледяного покрова и очищения ото льда;

б) долгосрочные:

- сроков замерзания,
- сроков весеннего разрушения льда и очищения от него.

2.6.2 Основные статистические соображения для оценки эффективности методики и оправдываемости гидрологических прогнозов

Для оценки качества прогноза принято использовать такие характеристики как надёжность, точность, достоверность, ошибки прогноза.

При оценке эффективности методики и оправдываемости прогнозов требуется выполнение двух условий:

- а) должна быть соблюдена объективность системы оценки прогнозов. Выполнение этого условия способствует совершенствованию методик прогнозирования;

б) необходимо иметь возможность проводить сравнительную оценку. Эти условия позволяют выявить среди большого числа методик наиболее эффективные.

При оценке прогнозов, ошибки каждого прогноза должны быть случайны, а их распределение подчиняется уравнению нормального распределения. Ошибки прогноза представляют собой меру отклонения прогнозных оценок от реальных значений состояния прогнозируемого объекта. Распределение погрешностей прогнозов имеет асимметричный характер. Всегда есть определенный предел их минимальных значений.

Для улучшения качества прогноза будут учитываться факторы, которые влияют на показатели качества прогнозирования, которые представлены ниже:

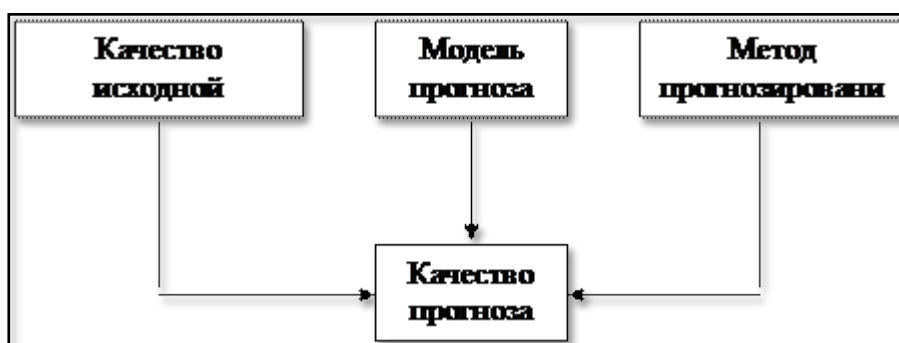


Рисунок 2.6 Факторы, влияющие на качество прогноза

2.7 Оценка прогноза и критерии оценки

Период проверки используется для проверки должно быть достаточно длинным, чтобы включать несколько наблюдаемых событий потока, так это может быть двух или более лет степени. Ряд статистических

методов доступны, чтобы определить успешность или неуспешность проверки, и они могут применяться для всех точек модели оценки.

Основе принципа оправдываемости отдельных прогнозов и методологии ожидалось назначение допустимой погрешности прогноза. Учитывая вероятностный характер прогнозов, установить допуски используют природные функции прогнозирования изменения элемента.

В основе распределения ошибок прогнозов и распределения отклонений гидрологических величин от нормы, близкие к нормальному, за критерий применимости и качества методики принято отношение средней квадратической стандартной погрешности поверочных прогнозов (S) к среднему квадратическому отклонению изменения прогнозируемой величине за период заблаговременности S/σ_{Δ} и S/σ . Эти отношения являются показатели эффективности и точность прогноза, потому, что они показывают прибыль в распределении известных ошибок периода дает метод прогнозирования по сравнению с распределением для субъективного принятия ожидаемой величины стандарта или стандарта изменения за период заблаговременности прогноза.

В краткосрочных прогнозах расходов и уровней воды, используется среднее квадратическое отклонение изменения прогнозируемой за период заблаговременности прогноза от среднего значения этого изменения σ_{Δ} , и определяется по формуле [23]:

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta - \bar{\Delta})^2}{n - 1}}, \quad (2.8)$$

где: Δ - изменение прогнозируемой величины за период заблаговременности прогноза;

$\bar{\Delta}$ - среднее значение этих изменений,

N - число изменений.

В долгосрочных прогнозах расходов и уровней воды, используется среднее квадратическое отклонение прогнозируемого значения элемента от среднего σ , и определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}}, \quad (2.9)$$

где: y_i — значение прогнозируемой величины;

$\bar{y}$ — ее среднее значение;

n - число членов ряда.

Мерой точности методики прогнозирования является средняя квадратическая погрешность проверочных прогнозов, рассчитываемый по формуле [22, р. 28]:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - m}}, \quad (2.10)$$

где: y_i и $\hat{y}_i$ — соответственно фактическое и предсказанное значения;

n — членов ряда;

m — число степеней свободы, равное числу постоянных в прогностическом уравнении.

Так в уравнении вида:

$$y = ax \quad m = 1$$

$$y = ax + b \quad m = 2$$

Формула (2.10) используется при малом числе членов ряда. При большом числе членов ряда значение S определяется по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Q_{\Phi} - Q_{\text{пр}})^2}{n}}, \quad (2.11)$$

где: Q_{Φ} – фактическая величина;

$Q_{\text{пр}}$ – предсказанное значение;

n – число членов ряда.

Для критерия оценки качества методики, т.е. отношения S/σ_{Δ} и S/σ считается методика целесообразно, если обеспеченность допустимых погрешностей не менее чем на 10% превышает обеспеченность вероятных отклонений от нормы [23, р. 14]. Методика прогнозирования эффективна, если

при $n \leq 15$	S/σ_{Δ} или $S/\sigma \leq 0.70$,	}
при $15 < n < 25$	S/σ_{Δ} или $S/\sigma \leq 0.75$,	
при $n \geq 25$	S/σ_{Δ} или $S/\sigma \leq 0.80$,	

где n – число поверочных прогнозов.

Качество методики устанавливается по величине S/σ_{Δ} или S/σ (см. таблица 2.2).

Таблица 2.2 Показатели качества методики при $n \geq 25$

Категория качества методики	S/σ_{Δ} или S/σ
Хорошая	≤ 0.50
Удовлетворительная	0.51 – 0.80

Примечание. При числе членов ряда $n \leq 5$ табличные значения S/σ уменьшаются на 0.1, а при $15 < n < 25$ - на 0.05.

Критерий *Nash-Sutcliffe (E)*, также является одним из самых используемых в Гидрологии. Определяется как [24]

$$Nash = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{Q}i - Qi)^2}{\sum_{i=1}^n (Qi - \bar{Q})^2} \quad (2.12)$$

где: i – шаг времени;

n – членов ряда;

Qi и $\hat{Q}i$ – соответственно фактическое и предсказанное значения;

$\bar{Q}$ – средняя величина фактических значений.

Таблица 2.3 Показатели качества методики при критерии Nash

Категория качества методики	Nash (E)
Недостаточная	< 0.2
Удовлетворительная	$0.2 - 0.4$
Хорошая	$0.4 - 0.6$
Очень хорошая	$0.6 - 0.8$
Отличная	> 0.8

Сравнение гидрографов обеспечивает качественную оценку навыка моделирования, как графическое представление позволяет быстро сравнить моделируемых и наблюдаемых уровней в сроки (см. рис. 2.7).

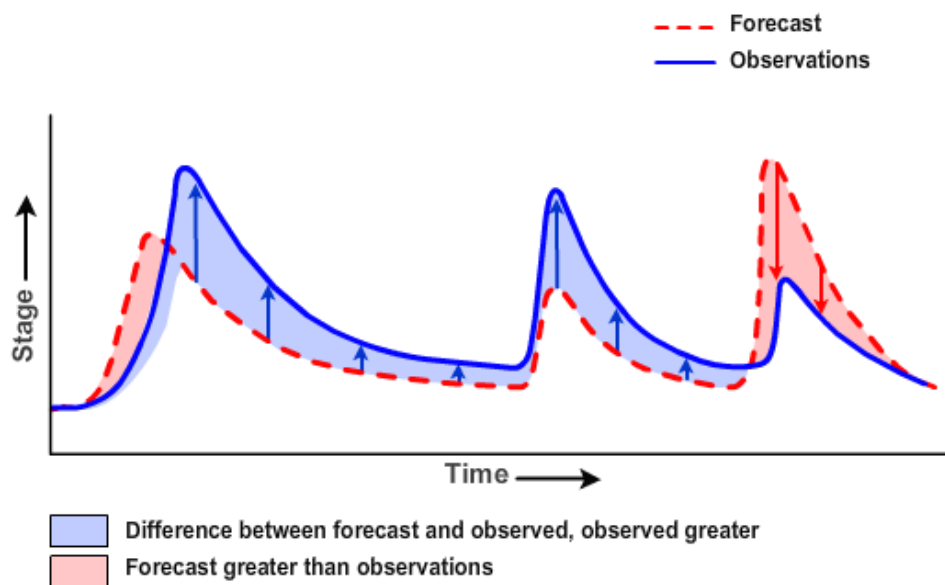


Рисунок 2.7 Гидрографы фактического и спрогнозированного значения в сроки.

2.7.1 Связь критериев оценки прогноза $Nash$ и S/σ

Исходя из следующих выражений:

Допущение в расчетах:

$$S = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(Q_{\text{пр}} - Q_{\phi})^2}{n - m}}$$

$$\Downarrow$$

$$(n - m) \approx n$$

И в выражении $\sigma \Rightarrow (n - 1) \approx n$

$$Nash = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{np} - Q_{\phi})^2/n}{\sum_{i=1}^n (Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n} \quad (2.4.4.1)$$

$$\frac{S}{\sigma} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(Q_{np} - Q_{\phi})^2}{n}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2}{n}}} \quad (2.4.4.2)$$

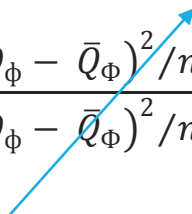
Приравниваем по левой части

$$\sum_{i=1}^n (Q_{\phi} - Q_{np})^2/n = \sum_{i=1}^n ((Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n)(1 - Nash)$$

$$\sum_{i=1}^n (Q_{\phi} - Q_{np})^2/n = \sum_{i=1}^n (Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n \left(\frac{S}{\sigma}\right)^2$$

$$1 - Nash = \left(\frac{S}{\sigma}\right)^2 \sum_{i=1}^n \frac{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n}{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n}$$

$$Nash = 1 - \left(\frac{S}{\sigma}\right)^2 \sum_{i=1}^n \frac{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n}{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n}$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n}{(Q_{\phi} - \bar{Q}_{\Phi})^2/n}$$


Тогда получим

$$Nash = 1 - \left(\frac{S}{\sigma}\right)^2 \quad (2.4.4.3)$$

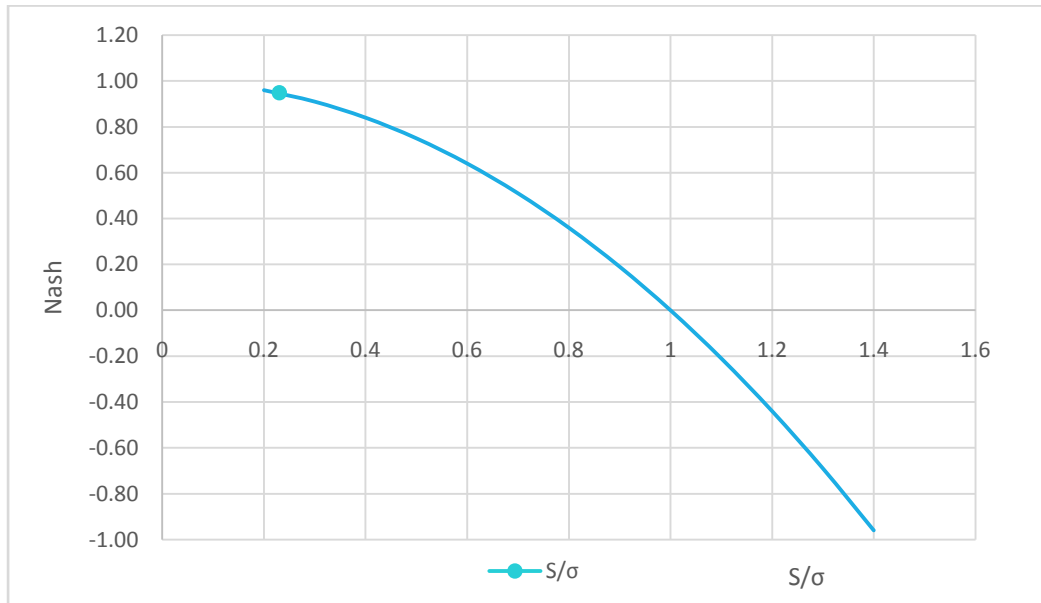


Рисунок 2.8 Связь критериев оценки прогноза Nash и S/σ

2.8 Решение системы уравнений

Решение систем линейных уравнений, несомненно, является важнейшей для количества задач в науке.

Будем рассматривать системы из m с n неизвестными переменными вида

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \dots \dots \dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{array} \right.$$

$x_1, x_2, \dots, x_n$ – неизвестные переменные,

a_{ij} , $i = 1, 2, \dots, m$, $j = 1, 2, \dots, n$ - коэффициенты (некоторые действительные или комплексные числа), $b_1, b_2, \dots, b_n$ - свободные члены (также действительные или комплексные числа).

В матричной форме записи эта система уравнений имеет следующий вид

$$A \cdot X = B,$$

Где $A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$ основная матрица системы,

$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}$ матрица-столбец неизвестных переменных, $B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix}$

матрица-столбец свободных членов.

Если к матрице A добавить в качестве $(n+1)$ -ого столбца матрицу-столбец свободных членов, то получим так называемую расширенную матрицу системы линейных уравнений. Обычно расширенную матрицу обозначают буквой T , а столбец свободных членов отделяют вертикальной линией от остальных столбцов, то есть,

$$T = \left[\begin{array}{cccc|c} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} & b_1 \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} & b_2 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & b_3 \\ & & & & 58 \end{array} \right]$$

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & & & b_4 \\ & & & & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} & & & b_5 \end{array}$$

Решением системы линейных алгебраических уравнений называют набор значений неизвестных переменных $x_1 = a_1, x_2 = a_2, \dots, x_n = a_n$, обращающий все уравнения системы в тождества. Матричное уравнение $A.X=B$ при данных значениях неизвестных переменных также обращается в тождество $A.X=B$.

Если система уравнений имеет хотя бы одно решение, то она называется *совместной*.

Если система уравнений решений не имеет, то она называется *несовместной*.

Если система линейных алгебраических уравнений имеет единственное решение, то ее называют *определенной*; если решений больше одного, то – *неопределенной*.

Если свободные члены всех уравнений системы равны нулю $b_1 = b_2 = \dots = b_n = 0$, то система называется *однородной*, в противном случае – *неоднородной*.

Основными методами решения элементарных систем линейных уравнений являются метод Крамера, матричный метод и метод Гаусса.

2.8.1 Методы решения систем линейных уравнений

- Решение систем линейных уравнений методом Крамера

Пусть нам требуется решить систему линейных алгебраических уравнений

в которой число уравнений равно числу неизвестных переменных и определитель основной матрицы системы отличен от нуля, то есть, $|A| \neq 0$.

$$\Delta = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix} \qquad \Delta_{x_1} = \begin{vmatrix} b_1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ b_2 & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_n & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

При таких обозначениях неизвестные переменные вычисляются по формулам метода Крамера как

$$X_2 = \frac{\Delta x_2}{\Delta}, \dots, X_n = \frac{\Delta x_n}{\Delta}.$$

Так находится решение системы линейных алгебраических уравнений методом Крамера.

- Решение систем линейных алгебраических уравнений матричным методом (с помощью обратной матрицы)

Пусть система линейных алгебраических уравнений задана в матричной форме $A \cdot X = B$, где матрица A имеет размерность n на n и ее определитель отличен от нуля.

Так как $|A| \neq 0$, то матрица A – обратима, то есть, существует обратная матрица A^{-1} . Если умножить обе части равенства $A \cdot X = B$ на A^{-1} слева, то получим формулу для нахождения матрицы-столбца неизвестных переменных $A^{-1} \cdot A \cdot X = A^{-1} \cdot B \leftrightarrow X = A^{-1} \cdot B$. Так мы получили решение системы линейных алгебраических уравнений матричным методом.

- Решение систем линейных уравнений методом Гаусса

Пусть нам требуется найти решение системы из n линейных уравнений с n

Неизвестными переменными

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11} x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 +...+ a_{1n} x_n = b_1 \\ a_{21} x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 +...+ a_{2n} x_n = b_2 \\ a_{31} x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 +...+ a_{3n} x_n = b_3 \\ \\ a_{n1} x_1 + a_{n2}x_2 + a_{n3}x_3 +...+ a_{nn} x_n = b_n \end{array} \right.$$

определитель основной матрицы которой отличен от нуля.

- Решение систем линейных алгебраических уравнений общего вида

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3n}x_n = b_3 \\ \dots\dots\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n = b_m \end{array} \right.$$

62

решений. Это утверждение относится также к системам уравнений, основная матрица которых квадратная и вырожденная.

3 Расчет прогноза

3.1 Месячный прогноз речного стока

Для запуска процесса расчета и определения метода гидрологического прогнозирования были подготовлены базы данных со стоком и осадками станций гидрологических и метеорологических в исследовании, расположенных в бассейне реки Хубонэс (см. рис. 3.1).

Из таблицы 1.1. Имеем географическое расположение гидростанций и метеостанций.

Название	Код	Долгота	Широта	Высота, м
Гидрологические станции				
Jubones Ushcurrumi	H530	79°36'21''W	3°19'19'' S	282
Метеорологические станции				
Girón	M419	79°8'58'' W	3°9'14'' S	2130
Nabón	M420	79°3'58'' W	3°20'2'' S	2750
Oña	M421	79°9'15'' W	3°27'52'' S	2320
Hcda. Santa Lucia(Rircay)	M422	79°15'26'' W	3°16'20'' S	1310
Ushcurrumi	M481	79°35'0'' W	3°16'16'' S	290
Saraguro	M142	79°13'56'' W	3°19'16'' S	2525

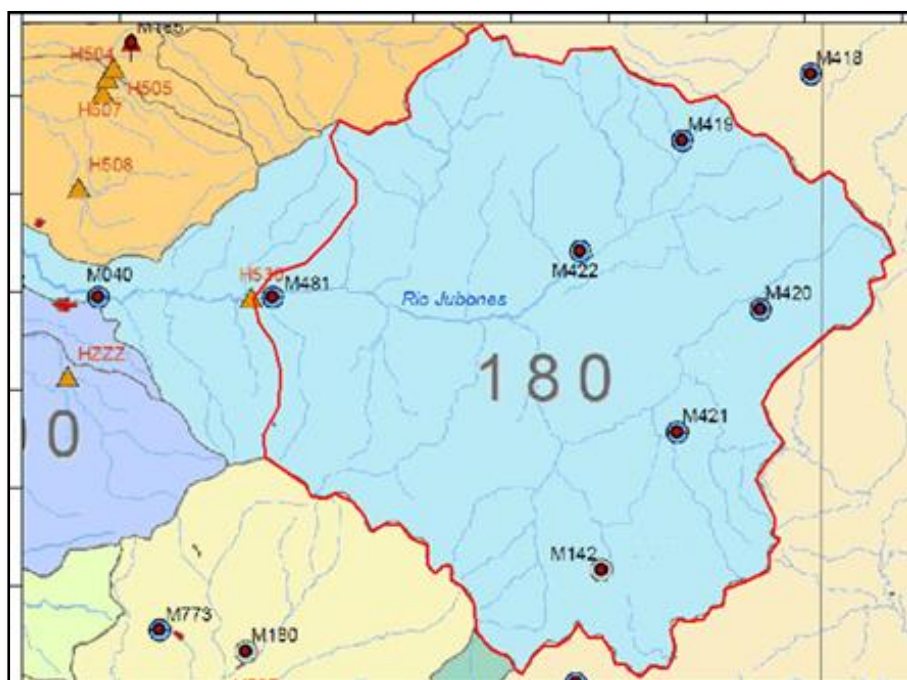


Рисунок 3.1 Местоположение и высота над уровнем моря гидростанций и метеостанций в исследовании

База данных месячных осадков (X) в различных метеостанций в бассейне реки Хубонэс с 1990 по 2011 гг., находим в приложении А. Для этого исследования не учитывается метеостанция М040, потому что находится за границы водосбора в исследовании.

Таблица 3.1. Исходные данные месячных расходов воды (Q) в станции H530 бассейна реки Хубонэс с 1990 по 2011

гг.

Название поста:		Jubones Ushcurrumi				Широта:	3°19'19" s					
Код.		H530				Долгота	79°36'21" w			Расход	м³/с	
Год	ЯНВ	ФЕВ	МАРТ	АПР	МАЙ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГ	СЕНТ	ОКТБ	НОЯБ	ДЕК
1990	63.5	76.2	77.5	87	81.4	84.4	73.2	66.6	59.6	60.6	62.2	63.9
1991	64.0	77.9	99.4	85	80.9	82.6	84.1	70.9	61.8	61.1	57.1	52.9
1992	55	66.4	79.3	85.6	71.4	72.2	66.6	53.1	52.7	44.1	41.8	42.1
1993	55.9	81.4	153.4	136.2	82.7	79.6	69.8	58.8	53.6	52.7	51.1	70.3
1994												
1995												
1996	43.5	67.6	111	59.3	49.7	30.5	45.1	23	20.6	22.4	13.8	14.2
1997	26.7	44.6	62.2	52.2	72.3	27.1	37.2	31.7	25.3	19.8	52.2	73.9
1998	30.2	35.9	75.9	84.9	103.6	49.7	32.8	24.2	17.1	16.7	14.1	6.9
1999	38	92.1	124	106.8	102.8	52.2	50.4	38	24.1	25.5	13.2	50.9
2000	34.7	87.3	176.8	128.8	83.7	50.6	33.4	23.5	35.6	23.2	12.2	18.3
2001	35.5	37.5	105.4	64.6	34.5	91.6	54.4	43.3	21.9	19.2	23.8	28.2
2002	30.5	35.1	60.6	75.8	79.5	53.5	65	36.1	17.8	18.3	44	40.3
2003	19.6	34.8	51.6	60.8	73	47.9	48.5	30.4	28.8	18.8	18.8	35.2
2004	29.1	27.9	42.7	55.2	43.1	69.7	39.4	29.7	27.4	27.8	26.3	35.8
2005	19.4	64.8	113.9	83.6	56.1	54.3	43.5	25.3	22.7	20.6	26.5	28.9
2006	36.1	75.5	119.1	125.8	52	50.7	43.7	37.2	31	27.2	39.1	62.5
2007	42.7	32.2	59.6	86.2	60.3	80.7	30.2	45.6	29.9	28.4	43	35
2008	59	158	140.7	126.5	84.3	57.6	50.4	35.0	39.4	35.3	42	33.9
2009	70	82.5	73.3	73.7	53.4	43.0	35.3	30.2	17.4	17.1	13.8	23.4
2010	23.4	45.8	41.3	57.9	51.8	47.3	33.4	18.9	17.4	13	11.4	22.7
2011	38.7	116.6	55.3	122	69.3	56.5	78.8	31.3	39.5	31.6	29.5	52.1

После сформирования базы данных, построим гидрограф расхода воды на станции Н530.

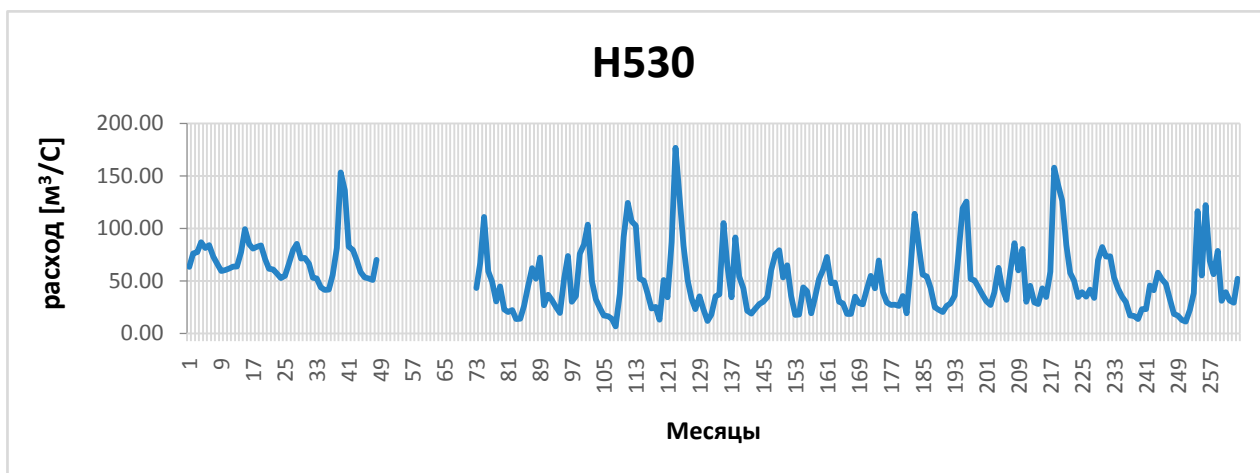


Рисунок 3.2 Гидрограф расхода воды

3.1.1 Статистический анализ зависимости между гидрологическими данными.

Построение автокорреляционную функцию расхода воды и наблюдается значимые коэффициенты выявлены при сдвиге до 3 месяца

Таблица 3.2 Автокорреляционная функция расхода воды (Q) при сдвиге до 3 месяца

Время, t	$r(t)$
0	1
1	0.63
2	0.32
3	0.03

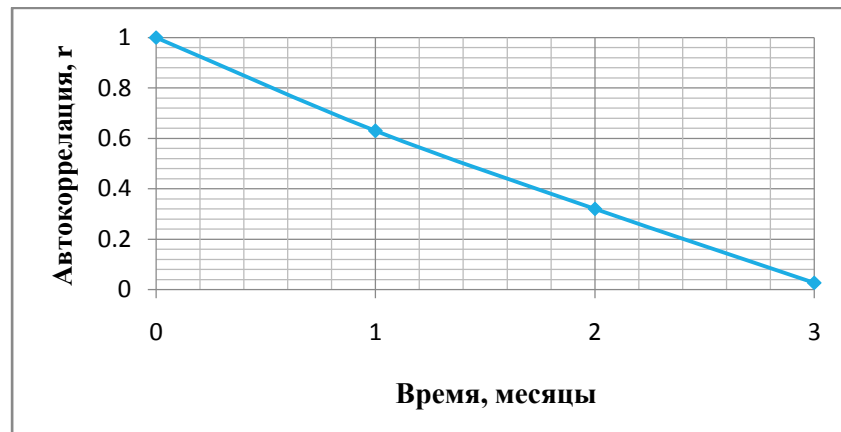


Рисунок 3.3 Автокорреляционная функция расхода воды при сдвиге до 3 месяца

Необходимо определить коэффициент корреляции между расходом воды и осадков, для этого необходимо иметь две переменные на одной единица измерения, для которого решила превратить расхода на единица измерения миллиметров. Так разделимся Q на площади водосбора F и получим стока слоя Y на мм.

$$Q \text{ [м}^3\text{/с]} \longrightarrow Y \text{ [мм/месяц]}$$

$$Q / F = Y$$

F - площадь водасбора = 3587 км²

Результаты Y [мм/месяц] представлены на приложении б.

Как только имеем два переменные в самом единицах измерения, возможно определить коэффициент корреляции между стоком от гидрологической станции Н530 в студии и осадками каждой метеостанции, а затем найти их среднее значение.

Так, были получены следующие результаты

Таблица 3.3 Коэффициент корреляции между стоком от гидрологической станции Н530 в студии и осадками каждой метеостанции при сдвиге до 3 месяца.

Сдвиг	М 422	М 419	М 420	М 421	М 142	М 481	r(ср)
r(0) =	0.51	0.49	0.44	0.30	0.50	0.49	0.46
r(1) =	0.53	0.57	0.46	0.34	0.52	0.61	0.51
r(2) =	0.40	0.43	0.38	0.29	0.45	0.57	0.42
r(3) =	0.22	0.31	0.24	0.19	0.34	0.39	0.28

Так как есть хорошие корреляции между данными, возможно построить различные виды зависимости месячного стока от стока предыдущих месяцев и прогнозировать на основании линейной регрессии.

В результаты выявляются значимые коэффициенты при сдвиге до 1 мес. автокорреляция = 0.63 и корреляция = 0.51. Таким образом далее построим разные виды зависимости и сделаем прогноз с использованием уравнения линейной регрессии.

3.2 Виды зависимости, разные периоды параметризации и прогноз с переменной расхода воды.

В начале решается осуществить различные виды зависимостей, месячного стока от стока предыдущих месяцев, в разных периодах параметризации и прогноза, чтобы увидеть, что результаты получаются (см. таблица 3.4).

Далее сделаем серию прогнозов на независимом периоде и оценили их качество по трем критериям S/σ_{Δ} , S/σ и Nash (E).

$$(1) \boxed{S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{n-m}}}$$

$$(2) \boxed{\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{n-1}}}$$

$$(3) \boxed{\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}}}$$

$$(4) \quad \text{NASH} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Здесь $(y_i - \hat{y}) = Q_{\phi} - Q_{\text{пр}}$ – фактический расход – прогностический

$(y_i - \bar{y}) = Q_{\phi} - Q_{\text{ср } \phi}$ - фактический расход – средний фактического расхода

Таблица 3.4 Виды зависимости

		Годовой			Для каждого месяца отдельно	
N.-	Год	Qi=f(Qi-1)		Qi=f(Qi-1, Qi-2)	Qi=f(Qi-1)	Qi=f(Qi-1, Qi-2)
1	1990	параметри- зация (1)	параметри- зация (3, 5)	параметри- зация(1)		
2	1991					
3	1992					
4	1993					
5	1994	нет данные				
6	1995					
7	1996	прогноз (1), параметризация (2), sigma (1, 2), Nash	параметризация (3, 5)	прогноз (1), sigma (2), параметриза- ция(2)	параметризация (1)	параметризация (1)
8	1997					
9	1998					
10	1999					
11	2000					
12	2001	прогноз (2), параметризация (4), sigma (1, 2), Nash	прогноз (3), sigma (1, 2), Nash, параметризация (5)	прогноз (2), sigma (2), параметриза- ция(3)	параметризация (1)	параметризация (1)
13	2002					
14	2003					
15	2004					
16	2005					
17	2006					
18	2007	прогноз (4), sigma (1, 2), Nash	прогноз (5), sigma (1, 2), Nash	прогноз (3), sigma(2)	прогноз (1), sigma delta(1)	прогноз (1), sigma delta(1)
19	2008					
20	2009					
21	2010					
22	2011					

Зависимость (1) $Q_i=f(Q_{i-1})$ для периода 1990 - 1993 гг.

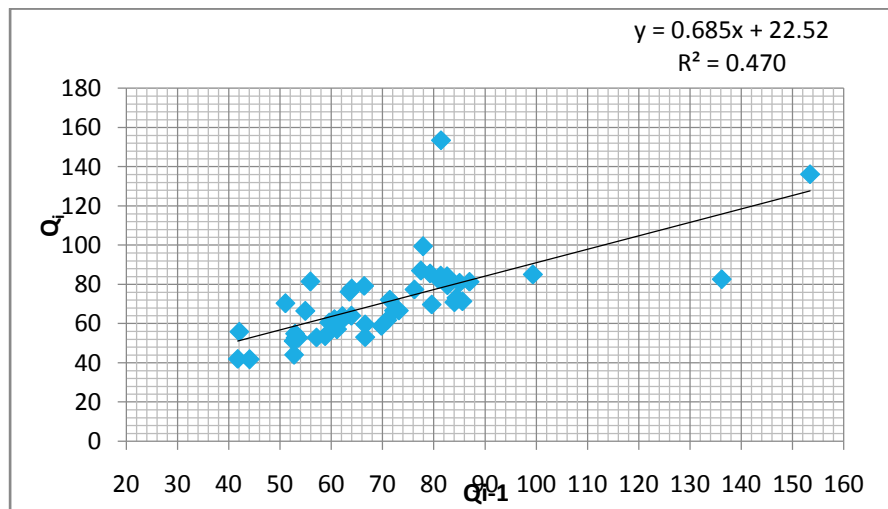


Рисунок 3.4 Зависимость (1) $Q_i=f(Q_{i-1})$

Таблица 3.5 Прогноз и оценка

Оценка прогноза (1)

№	год	месяц	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}}-Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}}-Q_{\text{ср ф}})^2$
73	1996	1	43.5	22.5	438.8	43.5	1855.6	27.1
74		2	67.6	52.3	235.1	24.2	565.0	359.3
75		3	111.0	68.8	1778.9	43.4	1849.2	3887.3
76		4	59.3	98.6	1540	-51.7	2712.9	113.5
77		5	49.7	63.2	182.5	-9.7	101.4	1
78		6	30.5	56.5	675.2	-19.1	380.1	328.6
79		7	45.1	43.4	2.8	14.6	200.8	12.7
80		8	23.0	53.4	925.5	-22.1	506.4	659.3
81		9	20.6	38.3	313.9	-2.4	8.0	790.7
82		10	22.4	36.6	202.9	1.8	2.0	692.6
83		11	13.8	37.8	575.4	-8.5	79.2	1213.0
84		12	14.2	32.0	315.8	0.4	0.0	1186.0
85		1	26.7	32.3	31.2	12.5	145.5	483.3
86		2	44.6	40.8	14.1	17.9	305.6	16.9
87		3	62.2	53.0	83.8	17.6	297.4	183.0
88		4	52.2	65.1	165.9	-10.0	107.0	12.8
89		5	72.3	58.3	195.5	20.0	386.3	557.8
90		6	27.1	72.0	2023.9	-45.2	2082.1	467.5
91		7	37.2	41.1	14.9	10.1	94.9	132.0
92		8	31.7	48.0	264.1	-5.4	34.1	286.7
93		9	25.3	44.3	358.7	-6.4	46.4	545.3

94		10	19.8	39.9	401.9	-5.5	34.7	832.5
95		11	52.2	36.1	258.0	32.3	1020.6	12.1
96		12	73.9	58.3	244.0	21.7	454.6	634.9
97	1998	1	30.2	73.1	1839.9	-43.6	1939.0	340.2
98		2	35.9	43.2	53.8	5.7	27.8	163.4
99		3	75.9	47.1	829.4	40.0	1569.9	741.5
100		4	84.9	74.5	107.0	9.0	73.3	1309.2
101		5	103.6	80.6	528.1	18.8	337.8	3019.9
102		6	49.7	93.5	1914.8	-53.9	2945.5	1.1
103		7	32.8	56.6	565.6	-16.9	300.1	251.5
104		8	24.2	45.0	434.6	-8.7	82.0	601.4
105		9	17.1	39.1	480.7	-7.0	54.8	994.5
106		10	16.7	34.3	309.1	-0.5	0.7	1023.7
107		11	14.1	33.9	394.3	-2.6	8.9	1196.1
108		12	6.9	32.2	637.0	-7.2	57.0	1742.4
109	1999	1	38.0	27.3	115.8	31.1	942.8	113.3
110		2	92.1	48.6	1893.5	54.1	2879.9	1884.4
111		3	124.4	85.6	1508	32.3	1021.2	5739.2
112		4	106.8	107.8	0.9	-17.6	324.9	3378.4
113		5	102.8	95.7	50.2	-4.0	19.6	2925.3
114		6	52.2	92.9	1658.1	-50.6	2597.0	12.4
115		7	50.4	58.3	61.5	-1.8	4.7	3.1
116		8	38.0	57.1	364.7	-12.5	165.2	114.7
117		9	24.1	48.5	595.4	-13.8	202.5	602.6
118		10	25.5	39.0	183.6	1.4	1	537.2
119		11	13.2	40.0	717.0	-12.3	160.8	1257.8
120		12	50.9	31.6	374.9	37.7	1393.6	5.1
121	2000	1	34.7	57.4	515.3	-16.2	276.0	195.0
122		2	87.3	46.3	1680.7	52.6	2724.1	1491.4
123		3	176.8	82.3	8919.4	89.5	7934.3	16405.6
124		4	128.8	143.6	219.1	-48.0	2337.9	6419.9
125		5	83.7	110.7	730.8	-45.1	2068.1	1227.7
126		6	50.6	79.9	853.7	-33.1	1119.5	3.9
127		7	33.4	57.2	565.8	-17.2	310.1	232.5
128		8	23.5	45.4	480.1	-9.9	106.3	633.4
129		9	35.6	38.6	9.0	12.1	137.4	170.4
130		10	23.2	46.9	560.4	-12.4	162.9	646.5
131		11	12.2	38.4	691.5	-11.1	132.0	1334.1
132		12	18.3	30.8	157.4	6.1	33.1	922.9
133	2001	1	35.5	35.1	0.2	17.3	284.3	172.3
134		2	37.5	46.9	88.4	1.9	2.3	125.6
135		3	105.4	48.2	3268.5	67.9	4555.9	3212.9
136		4	64.6	94.7	903.6	-40.7	1690.7	254.6
137		5	34.5	66.8	1040.9	-30.1	929.7	200.1

138		6	91.6	46.2	2065.6	57.1	3215.1	1844.5
139		7	54.4	85.3	952.5	-37.2	1413.4	33.0
140		8	43.3	59.8	272.9	-11.1	133.0	29.1
141		9	21.9	52.2	915.3	-21.4	473.4	716.2
142		10	19.2	37.5	335.6	-2.7	9.6	868.1
143		11	23.8	35.7	140.8	4.6	17.7	618.0
144		12	28.2	38.8	113.3	4.4	15.9	419.6
Сумма			3504.7		52341.6	28.2	60462.4	79571.5
среднее			48.68			0.39		
n =	72				$\sigma_{\Delta} =$	29.18	$\sigma =$	33.48
m =	2				S =	27.34		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.94
$S/\sigma =$	0.82
E_1	0.34

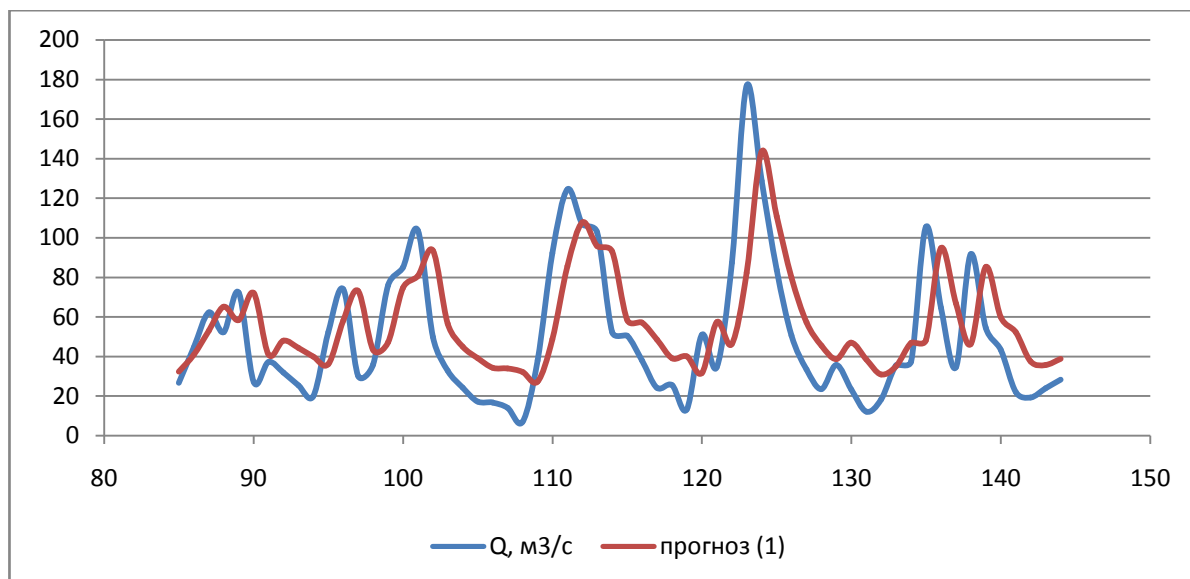


Рисунок 3.5 Фактический и прогнозный (1) гидрографы за период 1996 - 2001

В приложении В можно просматривать результаты прогноза других вариантов.

В соответствии с результатами, полученными из пяти вариантов зависимости, отмечает, что прогноз на 4 и 5 дают лучшие результаты, в соответствии с критериями s/σ и Nash (E), которые будут учтены дальше. И особенно пятый прогноз дает значение 0.77 и 0.41 соответственно, это лучший результат, можно объяснить что это было, потому что связи имеет большее период параметризации, таким образом более количество данных с которыми связи являются более точными .

Критерий s/σ_Δ по литературе гидрологической прогнозах используется только для краткосрочного прогнозирования, решение использовать в этом случае, потому что исходные данные, которые имеются, являются месячные расходы воды и они не точными, и хочется посмотреть какие результаты будут для нашего исследования, кроме того, считается, что дельта не выходит из параметров, одного шага, который может быть 1 час, 1 месяц и т. д.

Как показано в таблице другой вариант зависимости осуществляется зависимости $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$.

Зависимость (1) $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$ для периода 1996 - 2001 гг., было получено следующие предикторы:

Intercept	32.33548
X Variable 1	1.002032
X Variable 2	-0.45618

Таблица 3.6 Прогноз и оценка зависимости (1) $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$

Оценка прогноза (1)

№	год	месяц	$Q, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
73	1996	1	43.5	32.3	123.9	-24.2	592.6	27.1
74		2	67.6	12.5	3038.6	-43.4	1898.8	359.3
75		3	111.0	45.0	4353.8	51.7	2653.6	3887.3
76		4	59.3	49.5	97	9.7	90.2	113.5
77		5	49.7	116.5	4471.2	19.1	358.1	1

78		6	30.5	69.1	1489.0	-14.6	217.3	328.6
79		7	45.1	68.2	531.1	22.1	480.9	12.7
80		8	23.0	42.4	375.2	2.4	5.1	659.3
81		9	20.6	67.0	2161.2	-1.8	3.9	790.7
82		10	22.4	46.0	559.1	8.5	69.4	692.6
83		11	13.8	42.7	834.4	-0.4	0.3	1213.0
84		12	14.2	48.4	1168.6	-12.5	159.7	1186.0
85	1997	1	26.7	39.7	169.7	-17.9	325.9	483.3
86		2	44.6	34.4	102.8	-17.6	317.5	16.9
87		3	62.2	38.8	549.9	10.0	95.5	183.0
88		4	52.2	48.6	13.2	-20.0	409.1	12.8
89		5	72.3	70.8	2.1	45.2	2030.2	557.8
90		6	27.1	51.7	607.9	-10.1	106.4	467.5
91		7	37.2	92.4	3052.2	5.4	27.7	132.0
92		8	31.7	42.5	115.3	6.4	38.9	286.7
93		9	25.3	55.1	887.6	5.5	28.3	545.3
94		10	19.8	52.6	1073.8	-32.3	1057.5	832.5
95		11	52.2	48.7	12.2	-21.7	479.3	12.1
96		12	73.9	28.4	2067.5	43.6	1889.0	634.9
97	1998	1	30.2	50.9	427.4	-5.7	34.1	340.2
98		2	35.9	92.6	3212.1	-40.0	1615.6	163.4
99		3	75.9	46.3	879.3	-9.0	83.4	741.5
100		4	84.9	33.7	2619.9	-18.8	359.1	1309.2
101		5	103.6	69.7	1152.1	53.9	2883.7	3019.9
102		6	49.7	70.1	413.9	16.9	280.6	1.1
103		7	32.8	113.5	6506.7	8.7	72.0	251.5
104		8	24.2	67.2	1854.3	7.0	46.7	601.4
105		9	17.1	54.2	1373.5	0.5	0.1	994.5
106		10	16.7	48.7	1026.4	2.6	5.8	1023.7
107		11	14.1	41.9	773.3	7.2	48.7	1196.1
108		12	6.9	42.6	1273.6	-31.1	978.2	1742.4
109	1999	1	38.0	43.3	27.7	-54.1	2941.6	113.3
110		2	92.1	21.9	4921.2	-32.3	1058.1	1884.4
111		3	124.4	28.4	9216	17.6	304.6	5739.2
112		4	106.8	67.8	1517.5	4.0	14.9	3378.4
113		5	102.8	108.3	30.7	50.6	2539.0	2925.3
114		6	52.2	92.5	1622.6	1.8	2.5	12.4
115		7	50.4	111.5	3729.4	12.5	150.8	3.1
116		8	38.0	61.6	559.9	13.8	186.6	114.7
117		9	24.1	65.5	1715.4	-1.4	2.4	602.6
118		10	25.5	59.4	1147.5	12.3	147	537.2
119		11	13.2	44.9	1002.9	-37.7	1436.6	1257.8
120		12	50.9	51.9	0.9	16.2	257.4	5.1
121	2000	1	34.7	22.3	153.0	-52.6	2784.1	195.0

122		2	87.3	67.5	390.3	-89.5	8036.5	1491.4
123		3	176.8	27.3	22340.0	48.0	2282.9	16405.6
124		4	128.8	39.2	8033.1	45.1	2016.4	6419.9
125		5	83.7	150.7	4486.8	33.1	1081.6	1227.7
126		6	50.6	123.2	5265.1	17.2	290.3	3.9
127		7	33.4	93.1	3562.7	9.9	94.9	232.5
128		8	23.5	67.8	1965.0	-12.1	151.1	633.4
129		9	35.6	55.1	379.7	12.4	148.6	170.4
130		10	23.2	39.6	268.7	11.1	119.2	646.5
131		11	12.2	57.4	2049.7	-6.1	40.0	1334.1
132		12	18.3	50.1	1010.8	-17.3	303.9	922.9
133	2001	1	35.5	36.2	0.4	-1.9	4.4	172.3
134		2	37.5	34.5	9.1	-67.9	4633.5	125.6
135		3	105.4	50.9	2969.7	40.7	1644.0	3212.9
136		4	64.6	21.8	1832.9	30.1	895.2	254.6
137		5	34.5	108.4	5460.2	-57.1	3280.3	200.1
138		6	91.6	81.3	105.6	37.2	1370.7	1844.5
139		7	54.4	25.1	857.4	11.1	120.1	33
140		8	43.3	99.3	3140.5	21.4	448.8	29.1
141		9	21.9	67.1	2043.9	2.7	6.4	716.2
142		10	19.2	65.7	2161.7	-4.6	22.9	868.1
143		11	23.8	45.5	471.5	-4.4	20.8	618
144		12	28.2	40.7	157.0	-2.3	6.0	419.6
Сумма			3504.7		143976.7	13.01	58586.7	79571.5
среднее			48.68			0.18		
n =	72				$\sigma_{\Delta} =$	28.58	$\sigma =$	33.48
m =	2				S =	45.35		

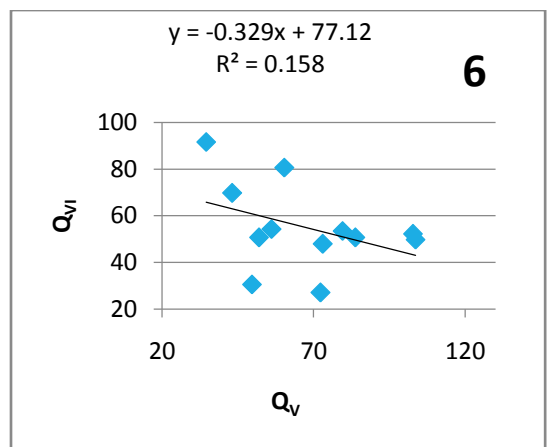
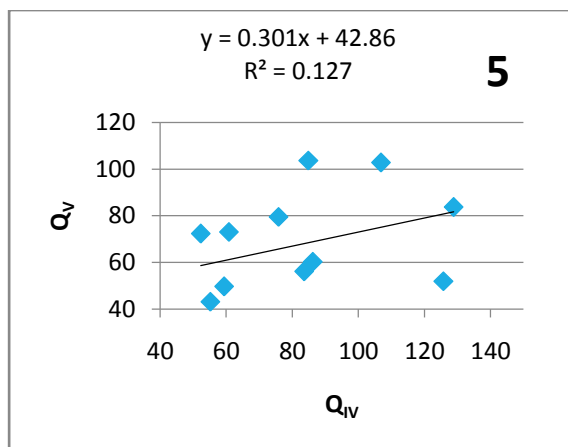
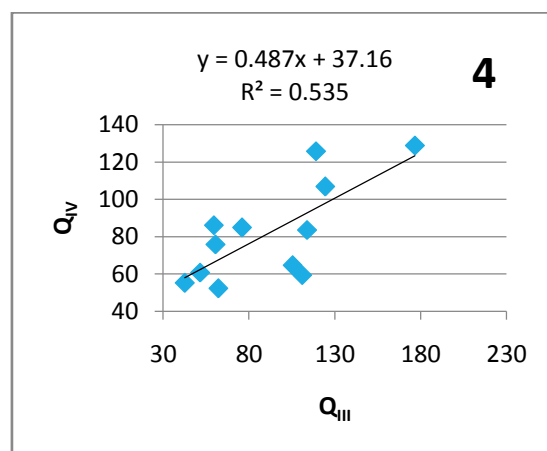
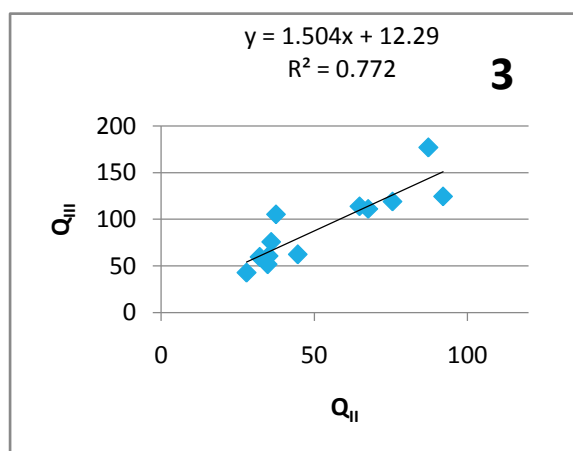
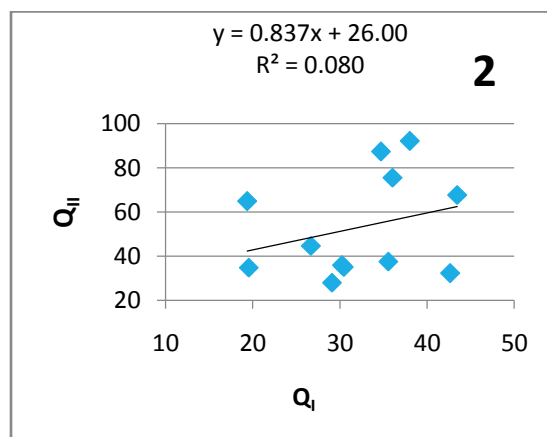
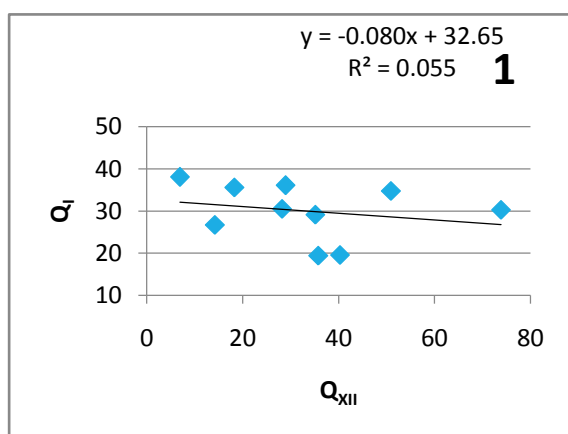
S/σ_{Δ} =	1.59
S/σ =	1.35
E₁	-0.81

Другие варианты находятся в приложении Г.

Результаты критерии оценки всех трех вариантов зависимостей не соответствуют диапазоны приемлемости, даже минимальное, так как удовлетворительным, так что этот вариант принять во внимание позже для сравнения с результатами других вариантов.

Как показано в таблице другой вариант зависимости осуществляется для каждого месяца отдельно. Например зависимость (1) $Q_I = f(Q_{XII})$ для периода 1996 - 2007 гг., и т.д. показано ниже:

Матрица для построить зависимость между расходом воды для каждого месяца отдельно смотреть на предложении Д.



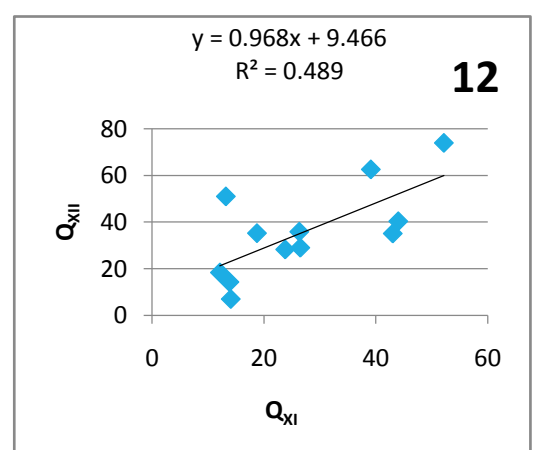
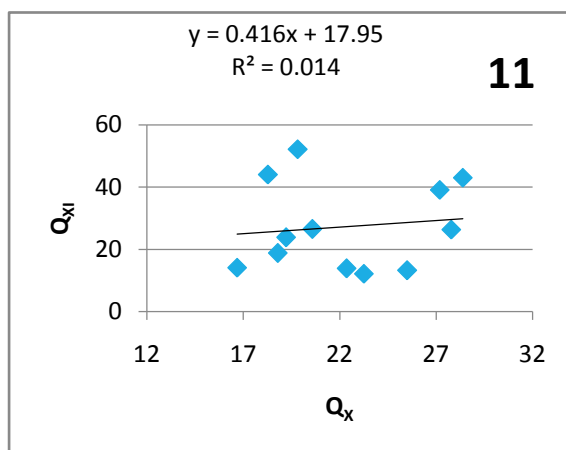
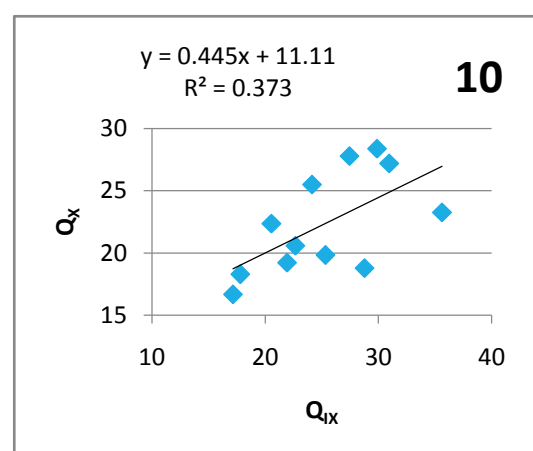
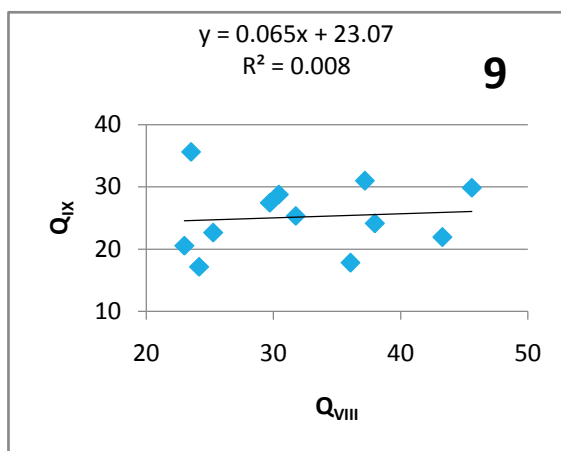
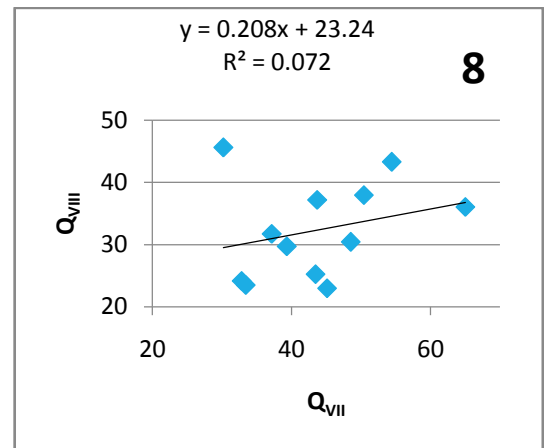
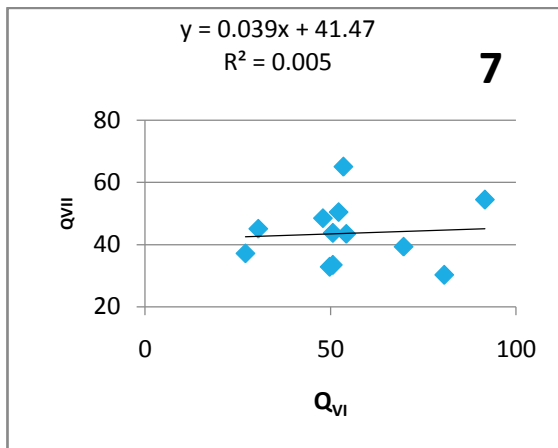


Таблица 3.7 Прогноз (1) ($Q_i = f(Q_{i-1})$) и оценка

Оценка прогноза (1)

№	год	месяц	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
217	2008	1	59	29.8	848.6	23.9	568.8	47.0
218		2	157.9	75.4	6810.7	99.0	9772.9	11195.7
219		3	140.7	249.8	11921.7	-17.3	301.4	7840.2
220		4	126.5	105.8	429	-14.2	204.1	5528.6
221		5	84.3	80.9	11.5	-42.1	1782.7	1039
222		6	57.6	49.4	68.5	-26.7	718.6	30.4
223		7	50.4	43.7	44.5	-7.2	53.4	2.9
224		8	35	33.7	1.7	-15.4	239.2	291.2
225		9	39.4	25.4	197.7	4.4	18.3	161.0
226		10	35.3	28.7	44.2	-4.1	17.8	282.7
227		11	42.0	32.7	86.5	6.7	43.2	103.0
228		12	33.9	50.1	261.5	-8.0	66.3	331.1
229	2009	1	70.0	29.9	1603.9	36.1	1293.6	319.2
230		2	82.5	84.6	4.3	12.6	155.4	925.7
231		3	73.3	136.4	3985.0	-9.2	86.7	449.9
232		4	73.7	72.9	0.6	0.4	0.1	466.2
233		5	53.4	65.1	135.9	-20.3	415.8	1.7
234		6	43.0	59.5	273.0	-10.4	109.9	82.7
235		7	35.3	43.2	62.2	-7.7	61.2	283.1
236		8	30.2	30.6	0.1	-5.1	26.7	479.4
237		9	17.4	25.0	58.7	-12.8	167.2	1206.0
238		10	17.1	18.8	3.0	-0.3	0.1	1224.2
239		11	13.8	25.1	127.6	-3.3	11.7	1468.1
240		12	23.4	22.8	0.3	9.6	90.6	823.9
241	2010	1	23.4	30.8	54.3	0.0	0.0	824.1
242		2	45.8	45.6	0.0	22.4	496.4	40.1
243		3	41.3	81.2	1586.7	-4.5	20.7	116.3
244		4	57.9	57.3	0.4	16.6	273.0	34.0
245		5	51.8	60.3	71.9	-6.1	38.4	0.1
246		6	47.3	60.1	161.8	-4.5	21.1	22.8
247		7	33.4	43.3	99.0	-13.9	196.9	350.3
248		8	18.9	30.2	127.5	-14.5	212.9	1102.9
249		9	17.4	24.3	47.9	-1.5	2.6	1205.7
250		10	13	18.8	34.3	-4.4	20.2	1530.3
251		11	11.4	23.4	143.3	-1.6	2.8	1657.5
252		12	22.7	20.5	5.0	11.3	126.2	863.4
253	2011	1	38.7	30.8	62.0	16.0	252.2	179.8
254		2	116.6	58.4	3390.8	77.9	6061.0	4165.4
255		3	55.3	187.8	17537	-61.3	3771.0	10.4
256		4	122.3	64.2	3381.7	67.0	4472.0	4927.2

257		5	69.3	79.7	108.6	-53.0	2822.4	294.6
258		6	56.5	54.3	4.7	-12.8	166.0	19.1
259		7	78.8	43.7	1234.1	22.3	495.2	714.1
260		8	31.3	39.6	69.2	-47.5	2265.3	431.7
261		9	39.5	25.1	206.2	8.1	64.8	159.6
262		10	31.6	28.7	8.7	-7.9	63	419.8
263		11	29.5	31.1	2.6	-2.1	4.8	510.2
264		12	52.1	38.0	198.9	22.6	507.6	0.0
Сумма			2501.2		55516.9	17.1	38562.1	54161.7
среднее			52.11			0.36		
n =	48				$\sigma_{\Delta} =$	28.64	$\sigma =$	33.95
m =	2				S =	34.74		

$S/\sigma_{\Delta} =$	1.21
$S/\sigma =$	1.02
E_1	-0.03

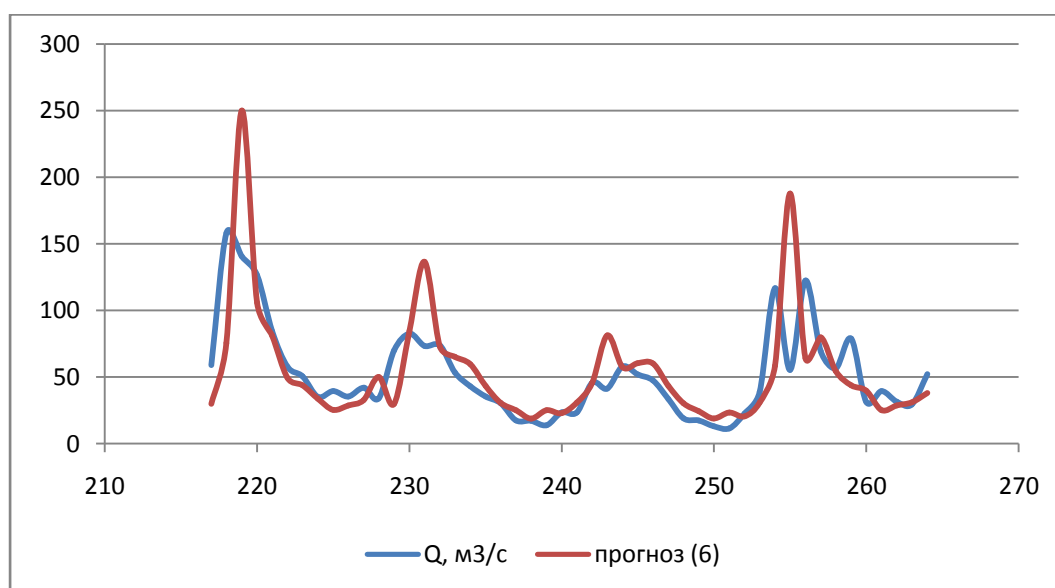


Рисунок 3.7 Фактический и прогнозный (1) гидрографы за период 2008 - 2014

В приложении Е можно просматривать результаты другого варианта: зависимость (2) $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$ для периода 1996 - 2007 гг., и прогноза 2008- 2011.

Анализируя результаты оценки двух вариантов зависимостей для каждого месяца, видно, что не удовлетворяет ни одна из трех критериев, это может быть потому, что при работе с данными разделенных месяцев сокращается количество значений, поскольку данные параметрирования с 1996 года до 2007 года, поэтому только будут 12 данных, чтобы нарисовать зависимости и получить предикторы.

Результаты всех 10 вариантов прогноза сделаны, приведены в таблице 3.8, которые представлены ниже.

Таблица 3.8 Результаты оценки вариантов прогноза месячных расходов воды

Связи	N.- прогноз	S/σ_{Δ}	s/σ	E,Nash	Целиком для года
$Q_i=f(Q_{i-1})$	1	0.94	0.82	0.34	
	2	0.9	0.81	0.35	
	3	0.92	0.83	0.32	
	4	0.92	0.78	0.41	
	5	0.92	0.77	0.41	
$Q_i=f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$	1	1.59	1.35	-0.81	
	2	1.3	1.18	-0.37	
	3	1.17	1.01	-0.001	
$Q_i=f(Q_{i-1})$ для каждого месяца	1	1.21	1.02	-0.03	Помесячно
$Q_i=f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$, для каждого месяца	1	1.23	1.04	-0.06	

Делая общий анализ результатов оценки прогноза месячным расходом воды по трем критериям, в таблице четко видно, что вариант 4 и 5 в зависимости текущего значения от предыдущего, самые хорошие результаты критерии s/σ являются 0.78 и 0.77 соответственно, и критерии Nash 0.41 для двух вариантов. Если сравнить эти результаты с таблицей 2.2 и 2.3 настройки

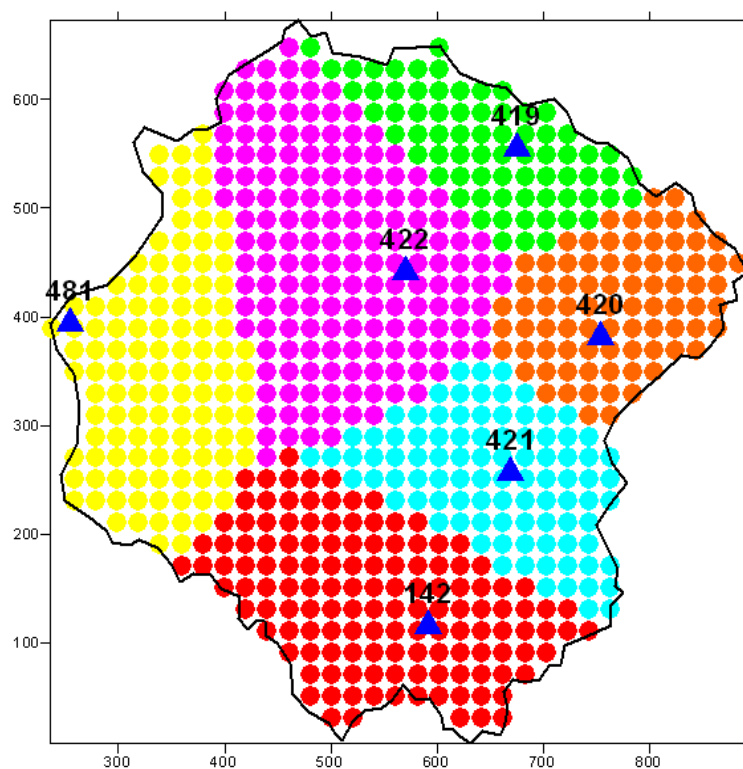
для критерия s/σ и Nash, соответственно, отмечается, что методология прогноза находится между удовлетворительно и хорошо.

3.3 Виды зависимости, разные периоды параметризации и прогноз с переменными расхода воды и осадков.

Для этого необходимо найти средневзвешенные осадки Бассейна в исследовании.

С помощью программы Nearest Neighbor были рассчитаны средневзвешенные значения осадков, выполнив следующие действия:

- Выделили сетку равномерно с шагом по долготе и широте
- По координатам, нашли сближающие координаты метеостанции
- Выделили узлы сетки сближающие метеостанции.
- Рассчитали k , как со отношения сумму ячейки каждой метеостанции к сумме всех ячейках.
- Осадки рассчитывали с указаниями весовыми коэффициентами



№	k
422	0.25
419	0.11
420	0.12
421	0.14
142	0.20
481	0.18
Σ	1

Рисунок 3.8
Осадки с
указаниями
весовыми
коэффициен
тами на
водосборе

Таблица результатов средневзвешенного значения находятся в приложении

Далее строится график слоя стока и осадков за многолетний период

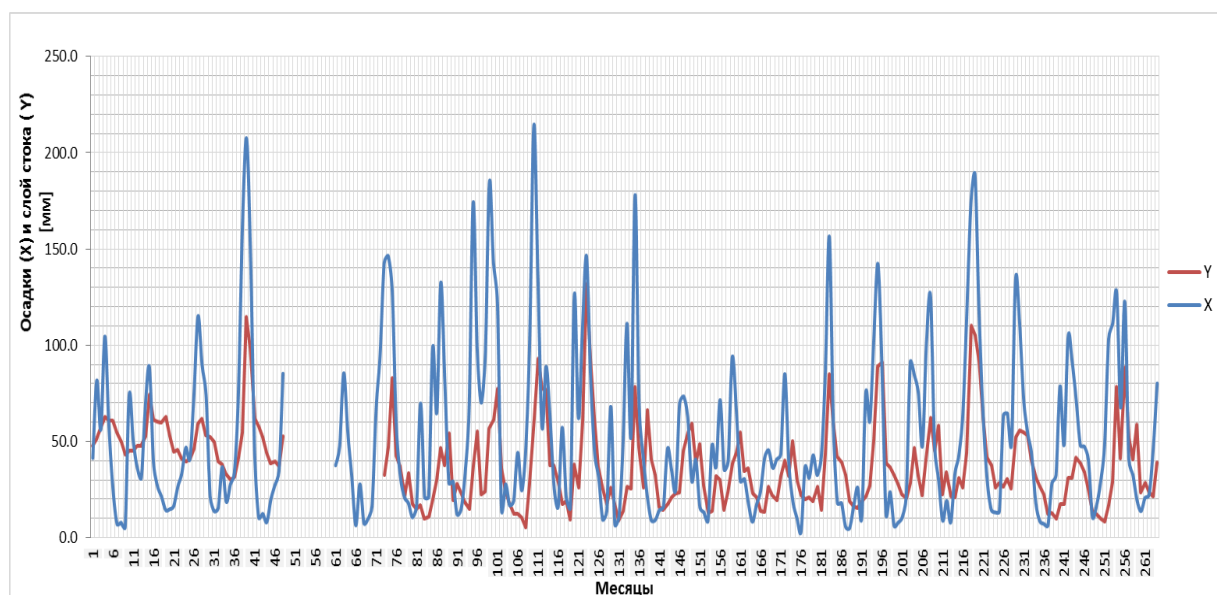


Рисунок 3.8 График слоя стока и осадков за многолетний период

Рассчитывается годовой стока и осадков, чтобы найти коэффициент стока.

Таблица 3.8 Годовой стока, осадков и коэффициент стока

Год	У	Хсрзве	К1
1990	626.7	547.2	1.1
1991	642.8	427.7	1.3
1992	536.0	561.3	0.9
1993	692.4	832.9	0.8
1994		нет	
1995		данных	
1996	367.7	685.1	0.5
1997	385.1	834.1	0.4
1998	360.8	808.1	0.4
1999	525.1	925.8	0.5
2000	519.1	632.2	0.8
2001	410.6	604.9	0.7
2002	408.2	494.7	0.7
2003	343.3	449.9	0.7
2004	333.4	418.7	0.7
2005	408.6	516.2	0.8
2006	511.1	652.8	0.8
2007	420.3	605.0	0.7
2008	629.7	908.6	0.7
2009	388.6	595.0	0.6
2010	280.5	658.6	0.4
2011	524.5	704.0	0.7

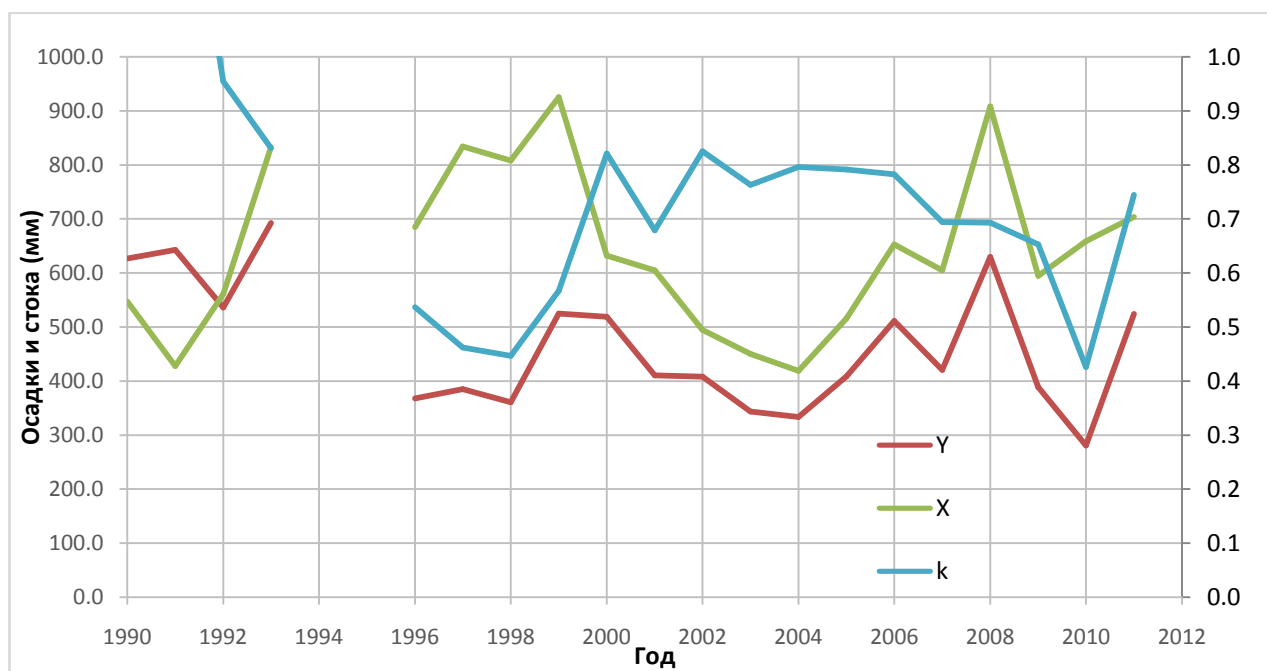


Рисунок 3.9 Хронологические графики стока, средневзвешенные осадки и коэффициента стока

Все приведенные выше исследования проведены для переменных стока и осадков осуществляется для построить зависимостей прогнозирования и оценки прогноза для различных вариантов, как можно наблюдать в следующей таблице.

Таблица 3.9 Виды связи Q и X.



$Y_{(i+1)} = f(X_i)$	(1)
$Y_{(i+1)} = f(X_i, X_{(i-1)})$	(2)
$Y_{(i+1)} = f(X_i, Y_i)$	(3)
$Y_{(i+1)} = f(X_i, Y_i, X_{(i-1)}, X_{(i-1)})$	(4)

Таблица 3.10 Период параметризации и прогноз

№-	Год	Расчет
1	1990	параметри-зация (1)
2	1991	
3	1992	
4	1993	
5	1994	
6	1995	
7	1996	
8	1997	
9	1998	

10	1999	
11	2000	
12	2001	
13	2002	
14	2003	
15	2004	
16	2005	прогноз (1),(2),(3),(4)
17	2006	
18	2007	
19	2008	
20	2009	
21	2010	
22	2011	

3.2.1 Зависимость (1) $Y_{i+1}=f(X_i)$ для периода 1990 - 2004 гг., и прогноз для периода 2005-2011 гг.

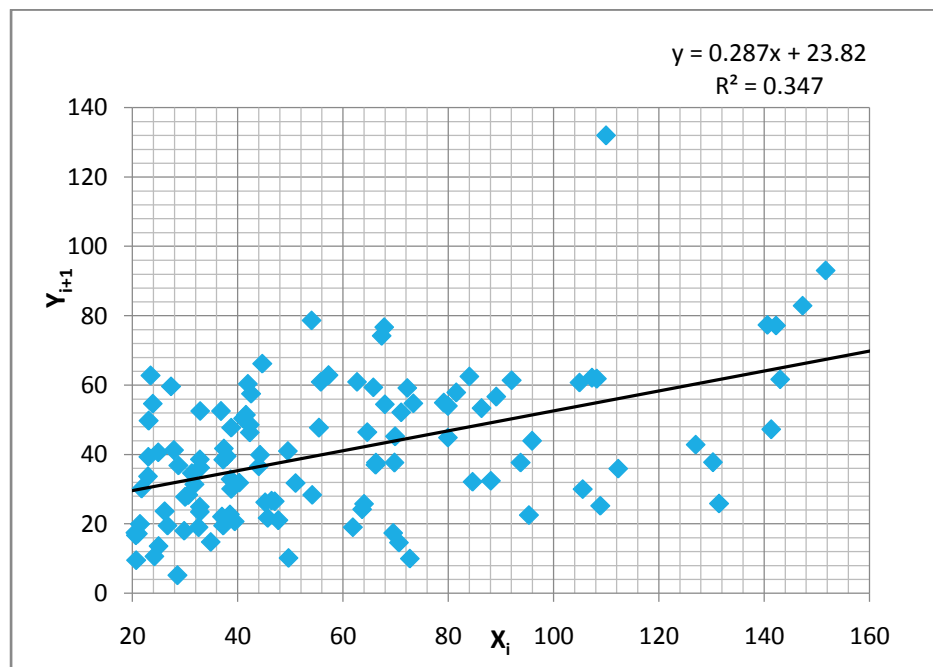


Рисунок 3.10 Зависимость (1) $Y_{i+1}=f(X_i)$ для периода 1990 - 2004 гг

Таблица 3.11 Прогноз (1) ($Y_i = f(X_{i-1})$) и оценка

№	Число дней	год	месяц	Y, мм/мес	Y _{пр}	(Y _ф -Y _{пр}) ²	Δ	(Δ - Δ _{ср}) ²	(Y _ф -Y _{ср,ф}) ²
181	31	2005	1	14.5	33.4	359.4	-12.2	153.5	537.2
182	28		2	43.7	34.8	78.7	29.2	846.7	36.8
183	31		3	85.1	48	1370.2	41.3	1696.9	2247.2
184	30		4	60.4	67.7	53.0	-24.7	616	516.7
185	31		5	41.9	39.7	4.9	-18.5	346.7	18.1
186	30		6	39.2	29.3	97.6	-2.7	8.1	2.4
187	31		7	32.4	28.7	13.8	-6.8	47.7	27.2
188	31		8	18.9	25.4	42.6	-13.6	188.5	353.2
189	30		9	16.4	25.2	78.0	-2.5	7	453.2
190	31		10	15.4	28.6	176.4	-1.0	1.3	497
191	30		11	19.2	32	164.7	3.8	13.3	342.2
192	31		12	21.6	26.9	27.7	2.5	5.3	257.4
193	31	2006	1	26.9	46.4	377.4	5.3	26.7	115.2
194	28		2	50.9	41.2	95.6	24	569.7	176.4
195	31		3	88.9	53	1290.5	38	1432.7	2629.4
196	30		4	90.9	63.3	759.1	1.9	3.2	2832.4
197	31		5	38.8	48.8	100.9	-52.1	2728.1	1.3
198	30		6	36.6	27.3	87.4	-2.2	5.4	1.1
199	31		7	32.6	31.1	2.5	-4.0	17	25.1
200	31		8	27.8	25.6	4.7	-4.9	25.3	98.0
201	30		9	22.4	26.2	14.3	-5.4	30.6	233.7
202	31		10	20.3	26.9	43.1	-2.1	4.9	301.2
203	30		11	28.3	30.3	4.2	8	61.1	88.2
204	31		12	46.7	51.4	22.1	18.4	333.7	81.4
205	31	2007	1	31.9	48.9	289.3	-14.8	224	33.6
206	28		2	21.7	45.1	546.9	-10.1	105.8	254.1
207	31		3	44.5	37.3	51	22.8	511.2	46.4
208	30		4	62.3	52.1	102.7	17.8	311.9	606.1
209	31		5	45.1	60.2	229.1	-17.2	301.5	54.8
210	30		6	58.3	38.0	412.2	13.2	171.1	425.4
211	31		7	22.6	33.6	120.8	-35.7	1285.6	227.6
212	31		8	34	26.4	58.6	11.5	128.4	13.0
213	30		9	21.6	30.0	70.0	-12.5	158.9	258.3
214	31		10	21.2	26.3	26.5	-0.4	0.3	271.2
215	30		11	31.1	34.3	10.0	9.9	95.3	43.1
216	31		12	26.2	37.6	131.3	-4.9	25.9	132.4
217	31	2008	1	44	43.3	0.5	17.9	314.5	40.6
218	29		2	110.3	56.1	2937.2	66.3	4373.8	5278.5
219	31		3	105	72.8	1039.3	-5.3	29.5	4538.6
220	30		4	91.4	75.7	246.2	-13.6	190.1	2886.6

221	31		5	63.0	58.1	24.2	-28.4	815.4	641.0
222	30		6	41.6	42.8	1.2	-21.3	461.3	15.9
223	31		7	37.6	32.7	24.3	-4.0	17.1	0.0
224	31		8	26.2	28.2	4.1	-11.5	135.1	132.0
225	30		9	28.5	27.6	0.8	2.3	4.7	84.1
226	31		10	26.4	27.9	2.4	-2.1	5.2	127.7
227	30		11	30.3	42.3	143.7	4	14.6	53.8
228	31		12	25.3	44.3	359.5	-5	26.5	152.1
229	31	2009	1	52.2	38.5	189.0	26.9	717.2	212.9
230	28		2	55.7	61.6	34.7	3.4	10.7	324.3
231	31		3	54.7	54.4	0.1	-0.9	1.1	292.1
232	30		4	53.3	45.2	65.1	-1.5	2.7	243.3
233	31		5	39.9	39.9	0.0	-13.4	182.9	4.9
234	30		6	31.1	36.3	27.2	-8.8	79.9	43.2
235	31		7	26.3	29.0	7.0	-4.7	23.8	127.9
236	31		8	22.6	26.4	15.1	-3.8	15.4	227.9
237	30		9	12.6	26.1	184.0	-10	103	629.9
238	31		10	12.8	25.8	169.9	0.2	0.01	618.7
239	30		11	10	32.7	518.9	-2.8	8.8	766.7
240	31		12	17.5	33.4	254.6	7.5	54.2	407.2
241	31	2010	1	17.5	45.5	782.9	-0.002	0.022	407.3
242	28		2	30.9	38.0	50.3	13.4	175.7	46.0
243	31		3	30.9	53.7	523.3	-0.02	0.03	46.3
244	30		4	41.9	50.4	73.5	11	118.1	17.7
245	31		5	38.7	44.3	31.2	-3.2	10.9	1.1
246	30		6	34.2	38.8	21.2	-4.5	21.6	11.9
247	31		7	24.9	38.2	176.4	-9.3	88.6	161.8
248	31		8	14.1	36.5	501.0	-10.8	120.3	554.4
249	30		9	12.6	27.3	216.0	-1.5	2.9	629.7
250	31		10	9.7	28.7	360.6	-2.9	9.1	781.6
251	30		11	8.2	32.8	603.5	-1.5	2.6	865.6
252	31		12	17	38.7	470.5	8.7	73.8	428.0
253	31	2011	1	28.9	54.2	640.8	11.9	138.9	76.7
254	28		2	78.7	55.7	529.3	49.8	2463	1682.3
255	31		3	41.3	61.2	395.6	-37.4	1406.2	13.4
256	30		4	88.4	44.3	1938.5	47.1	2200.9	2572.6
257	31		5	51.7	59.2	56.5	-36.7	1354.1	197.9
258	30		6	40.8	37.1	13.6	-10.9	122.2	10.0
259	31		7	58.9	33.3	654.5	18.0	320.5	449.7
260	31		8	23.4	29.9	42.0	-35.5	1268.3	203.4
261	30		9	28.5	28.3	0.1	5.1	24.8	83.4
262	31		10	23.6	30.3	45.1	-4.9	25.6	197.3
263	30		11	21.3	30.9	92.4	-2.3	5.9	266.5
264	31		12	38.9	38.6	0.1	17.6	304.8	1.6
Сумма				3163.2	3337.9	21785.1	12.22	30335.73	41794.15

среднее				37.7	39.7		0.15		
n =	84					$\sigma_{\Delta} =$	19.1	$\sigma =$	22.44
m =	2					S =	16.30		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.85
$S/\sigma =$	0.73
E_1	0.48

Других вариантов зависимостей, прогнозирования и оценки прогноза между Q и X можно найти в приложении 3.

Результаты оценки всех вариантов прогноза представлены в следующей таблице.

Таблица 3.11 Прогноз (1) ($Y_i = f(X_{i-1})$) и оценка

Связи	S/σ_{Δ}	S/σ	Nash, E
$Y = (X_i)$	0.85	0.73	0.48
$Y = (X_i, Y_i)$	0.58	0.70	0.52
$Y = (x_i, x_{i-1})$	0.82	0.70	0.52
$Y = (x_i, y_i, x_{i-1}, y_{i-1})$	0.81	0.69	0.52

Анализируя таблицу результатов становится очевидно, что оценки прогнозы, сделанные с учетом последних варианта лучше, чем все предыдущие сделанные только с месячным роходом воды. Отношения стока и осадков являются удовлетворительными и хорошими, чтобы диапазон критериев s/σ и Nash соответственно. Среди разновидностей зависимостей между стоком и осадков, то можно увидеть, что получает лучшие оценки с зависимостью (4)

$Y = (x_i, y_i, x_{i-1}, y_{i-1})$ значения которых являются $s/\sigma = 0.69$ и $E = 0.53$.

3.2 Прогноз ежедневный

После получения суточные исходные расхода воды и осадков, было решено выполнить прогноз с помощью уравнения формирования речного стока первого порядка.

Исходные данные и прогноз находятся в приложении И.

Динамическая модель первого порядка:

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{k\tau}Q + \frac{\dot{X}}{\tau}$$

Таблица 3.12. Результаты оценки ежедневного прогноза

Прогноз без корректировки		Прогноз с корректировкой	
Параметризация	Оценка	Параметризация	Оценка
dt = 1	S = 31	dt = 1	S = 24.6
k = 0.65	σ = 52	k = 0.55	σ _Δ = 32.9
τ = 14.33	S/σ = 0.59	τ = 6.71	S/σ _Δ = 0.75
Независимый прогноз	S/σ = 0.78	Δ = 0.5	Неза. Прог. S/σ_Δ = 0.59

Заключение

В ходе работы были выполнены все необходимые исследования и получены следующие результаты:

- Выполнено 10 вариантов прогнозов месячного стока на независимом материале на основе зависимости $Q_{i+1} = f(Q_i, Q_{i-1})$ для различных периодов параметризации. Наилучшая оправдываемость прогнозов по критерию согласия ($S/\sigma = 0.77$) за период с 2008 по 2011 гг. выявлена по связи $Q_{i+1} = f(Q_i)$ при параметризации с 1990 по 2007 гг.
- Выполнено 4 варианта прогнозов месячного стока на независимом материале на основе зависимости $Y_{i+1} = f(Y_i, Y_{i-1}, X_i, X_{i-1})$. Наилучшая оправдываемость прогнозов по критерию согласия ($S/\sigma = 0.69$) за период с 2004 по 2011 гг. выявлена по связи $Y_{i+1} = f(Y_i, Y_{i-1}, X_i, X_{i-1})$ при параметризации с 1990 по 2004 гг.

В последнее время получили ежедневные данные, и решили сделать прогноз. Таким образом сделали следующие исследования

- Значение коэффициента корреляции между ежедневным стоком и осадками максимально при сдвиге 1 сутки. Это является обоснованием прогноза на 1 сутки.
- Выполнена параметризация модели для 2/3 рассматриваемого периода. Получены оптимальные параметры модели с оценкой прогноза (расчета).
- Выполнен прогноз на независимом материале для 1/3 периода. Получены хорошие оценки прогнозов для обоих вариантов прогноза $S/\sigma_{\Delta} = 0.59$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] World Bank The water global practice: a water-secure world for all, «The water global practice: a water-secure world for all,» World Bank Group, Washington D.C., 2015.
- [2] Secretaría del agua, «Políticas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Presentación,» Quito, 2011.
- [3] Subsecretaría de Riego y Drenaje , «Plan Nacional de Riego y Drenaje (PNRD),» MAGAP, Quito, 2011.
- [4] Instituto Geográfico Militar, Atlas Geográfico de la República del Ecuador, Quito: IGM, 2013, 164 c.
- [5] FAO.AQUASTAT country profile of Ecuador, FAO, Rome, 2006, 8 c.
- [6] FAO, «AQUASTAT,» Food and Agriculture Organization of the United Nations(FAO), 2016. [En línea]. Available: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/flow_vis/index.stm. [Último acceso: 02 May 2016].
- [7] FAO, «AQUASTAT,»
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/ECU/indexesp.stm, 2015.
- [8] P. Pourrut, «Clima, precipitaciones, escorrentía,» de *Agua en el Ecuador*, Quito, 1995, 4 c.
- [9] UNOCHA, World Food Programme, Oxfam, CARE International and US National Ocean Service, «El Niño,» [En línea]. Available: <http://www.unocha.org/el-nino>. [Último acceso: 15 04 2016].
- [10] World Meteorological Organization (WMO), «El Niño y La Niña,» WMO, Geneva, Switzerland, 2014.
- [11] Centro Internacional para la Investigación del fenómeno de El Niño (CIIFEN), «Información climática de amenazas hidrometeorológicas en las provincias Costeras del Ecuador,» Guayaquil, Ecuador, 2007.

- [12] Ministerio del Ambiente del Ecuador, «Quinto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica,» Quito, Ecuador, 2015.
- [13] INEN, «Ecuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC.,» Quito, 2014.
- [14] A. Basulado, M. Berterretche и . F. Vila, «Inventario y características principales de los mapas de riesgo para la agricultura disponibles en los países de America Latina y el Caribe,» Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura(IICA), San Jose, Costa Rica, 2015.
- [15] Secretaria Nacional del Agua (SENAGUA), «División Hidrográfica del Ecuador,» Quito, ecuador, 2010.
- [16] Instituto Nacional de Metereología e Hidrología (INAMHI), «Anuarios Hidrológicos y Metereológicos,» Quito.
- [17] А. В. Сикан, Методы статистической обработки гидрометеорологической информации, Санкт- Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2007.
- [18] G. E. P.Box, G. Jenkins , Time Series Analysis: Ferescating and Control, Holden- Day., 1976.
- [19] В. В. Коваленко, Н.В. Викторова, Е.В. Гайдукова, Моделирование гидрологических процессов, Санкт- Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2006.
- [20] В. Коваленко, Новые явления и закономерностиформирования речного стока, Санкт- Петербург: РГГМУ, 2013.
- [21] World Meteorological Organization, Manual on Flood Forescasting and warning (WMO), Geneva, Switzerland, 2011.
- [22] Ю.М. Георгиевский, С.В. Шаночкин, Гидрологические прогнозы, Санкт- Петербург: Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), 2007.
- [23] Ю. Георгиевский, Краткосрочные гидрологические прогнозы, Ленинград: Ленинградский гидрометеорологический институт (ЛГМИ), 1982.
- [24] World meteorological organization (WMO), Manual on Flood Forecasting and Warning, Geneva, Switzerland, 2011, 4-11 с.

[25] Д. В.П, Справочник по алгоритмам и программам на языке бейсик для персональных ЭВМ, 1989, р. 240.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Исходные данные месячных осадков в различных метеостанций в бассейне реки Хубонэс с 1990 по 2011 гг.

Исходные данные осадков бассейна реки Хубонэс (Jubones) [мм](1990-2011)													
ГОД	Пост/месяц	ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРИЛЬ	МАИ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТЬ	СЕНТЯВРЬ	ОКТОБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ
1990	M419	47.7	123.9	64.5	109	45.9	16.1	0	0.5	0	134.5	54	41.7
	M420	39.6	49.6	60.1	71.6	40.8	20.3	41.5	53.8	42.2	73.3	86.1	67.3
	M421	33.5	50.9	38.3	96.2	36	16.5	7.4	7.7	4.8	67.7	59	28.9
	M422	42.3	62	26	101.8	37.9	28.1	0.6	0	2.5	25.8	16.1	13.6
	M142	40.1	97.0	175.2	88.5	46.2	31.0	25.2	20.4	37.1	43.4	86.3	100.5
	M481	17.2	74.6	83.3	44.6	104.6	32.1	8.2	6.7	1.3	33.1	23.6	39.7
	M040	60.3	114.7	64.8	44.3	27.9	35.8	25	26.4	21.5	36.2	44.4	19.5
1991	M419	62.5	41.4	192.4	74.9	36	24.9	4.8	5.2	17.3	20.1	20.4	76.4
	M420	56.4	109.4	83.4	95.3	0	52.8	50.9	34.4	53.7	52.3	101.6	62.3
	M421	19.7	36.8	64.2	25.8	35.6	22.6	17.2	29.9	20.8	15.9	19.8	20.3
	M422	25	47.5	53.2	32.2	13.2	12.4	7	0	7.8	11.6	3.5	6.4
	M142	32	30.2	124.6	28.6	48.1	28.9	16.6	28.4	18.2	51.1	86.9	94
	M481	21.4	149.9	77.1	27.2	30.7	12.5	11.7	14.3	10.4	21.7	11.2	57.6
	M040	95	301.5	180.1	34.5	11.9	20.5	34.4	31.7	27.3	43	12.3	34.2
1992	M419	57.9	94.2	134.5	96.1	49.3	2.9	12	2.3	49.5	18.8	32.6	58.8
	M420	90.6	41.4	82.3	91.4	90.2	26.4	23.5	37.3	44.2	76.1	98.8	105.7
	M421	2.1	24.9	32.5	34.7	34.9	27.1	6.6	19	32.4	15.3	17.7	5.8
	M422	7.9	46.9	103	77.8	76.6	1.8	0	1	19.9	3	4	8.6
	M142	38.1	101.7	77.8	67.5	72.1	54	12.5	31.4	70.7	20.7	44.2	43.4
	M481	85.1	119.9	213.7	152.1	90.9	24.5	37	17	22.9	18.8	21.4	36.1
	M040	209.9	251.6	344.7	305.1	166	30.6	11.7	26.3	26.3	27	37.3	3.3
1993	M419	80.2	226.5	266.4	214	64.6	0.8	8.5	6.2	23	28.5	25.6	141.3
	M420	158.6	244.4	168.5	175.1	26.3	2	0.8	0	47.8	16.7	63.1	55.6
	M421	47.6	91.1	104	55.8	21.8	3.7	14	7.7	31.8	32.1	27	72.8

Исходные данные осадков бассейна реки Хубонэс (Jubones) [мм](1990-2011)													
ГОД	Пост/месяц	ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРИЛЬ	МАИ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТЬ	СЕНТЯВРЬ	ОКТОБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ
	M422	38.3	50.4	101.1	149.1	24.9	0.6	5.1	5.8	2.7	10	11	48
	M142	76.5	179.1	404	139.2	20.6	21.2	26.3	13.4	35.5	65.5	66.4	156.3
	M481	110	295.5	219.9	143.6	107.7	26.4	16.3	10.8	13.4	18.8	35.7	68.8
	M040	106.8	227.8	215.3	148.1	140.1	34.8	47.1	32.1	14.3	39.8	50.9	53.4
1994	M419												
	M420												
	M421												
	M422						НЕТ		ДАННЫХ				
	M142												
	M481												
	M040												
1995	M419	95.8	38.7	84.3	48.4	69.2	1.4	10.1	0	11.9	22.7	83.1	95.8
	M420	0	0	140.6	35.4	10.4	0	26.9	8.9	6.3	8	11.9	161.5
	M421	5.5	66.6	60.8	69.1	40.7	1.3	30	17.6	7.7	7.1	74.7	133.8
	M422	26.9	31.6	31.6	35.9	28.3	1.3	25.9	0.7	2.5	5.4	47.2	68.3
	M142	13.7	77	94.3	118.5	44	20	45.2	8.2	23.9	36.3	147.7	108.4
	M481	83.7	59.6	151.8	27.4	13.6	8.2	20.5	16.2	8.8	19.1	28.9	81.8
	M040	35.4	75.6	179.2	56.5	41	12.9	22.6	11.2	52.6	67	39.8	29.5
1996	M419	179.2	172	203.1	101.1	46.3	14.5	0.6	0.8	6.9	89.2	29.3	0.1
	M420	91	83.9	90.9	163.4	42.9	40.9	6	16	51.8	147.7	59.6	12.4
	M421	179.9	229.4	119	70.9	79	8.5	60.1	50.9	49.6	35.6	28.8	17.7
	M422	154.6	168.3	138.3	33.9	11.1	0	0	0	0	67.5	9.9	0
	M142	75.2	98.7	100.6	66.9	48.6	63.1	51.8	14.9	29.7	99.6	29.4	47
	M481	181	138.1	127.3	19.4	17.3	13.3	7.1	7.5	3.2	16.8	7.2	44.7
	M040	144.2	167.3	89.1	14.7	19.6	36.8	28.1	28.6	23.6	39.1	21.6	35.1
1997	M419	100.6	114.7	135	88.7	18.3	48.2	4.1	0	36	61.8	173.7	140.3
	M420	259	12.8	68.6	99	1.7	1.6	17.8	33.2	16	40.8	306.3	41.7
	M421	26.2	44	114	64.1	16.4	50.2	23.6	23.1	50.8	76.3	164.5	73
	M422	28.9	47.3	59.3	77.8	34	16.5	0	0	3.2	67.5	180.1	62.5
	M142	143.2	109.5	107.7	60.3	56.8	20	31	31.1	36.6	50.1	90	82

Исходные данные осадков бассейна реки Хубонэс (Jubones) [мм](1990-2011)													
ГОД	Пост/месяц	ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРИЛЬ	МАИ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТЬ	СЕНТЯВРЬ	ОКТОБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ
	M481	131.1	59.5	310.7	100.2	12	53.7	9.3	16.6	77.7	95.8	196.6	185.6
	M040	60.2	71	256.7	143.4	11.9	34.7	23.5	28.9	59.3	131.9	230.5	311.3
1998	M419	67.6	49.8	193.4	166.9	18.5	1	1.7	10.4	0.6	51.4	20.4	28.5
	M420	14.6	41	511.6	197.6	117	0.8	15.6	14.2	0	108.1	4.7	46.1
	M421	31.5	75.8	53.7	115.9	77.9	4.4	74.9	26.4	21.8	44.5	84.1	153
	M422	81.5	108	184	196.1	173.1	10.9	17.1	6.7	19.2	11.9	2.9	7
	M142	39.1	67	187.1	79.4	89.3	10	30.5	28.6	29.9	84.7	45.9	42.5
	M481	124.2	156.1	96.8	97.7	134.1	40.6	38.3	20.9	23.5	25.4	22.5	77.4
	M040	278.3	388.6	254.8	168.3	120.3	96.2	72.7	29.9	37.3	45.4	21	9.2
1999	M419	134.8	151.3	273.1	147.6	87.4	106.8	7	2	25.7	2	0.9	176.5
	M420	75.2	183	201.7	145.4	171.7	149.3	50.6	34.3	105.8	26.9	14.4	143.5
	M421	112.3	75.3	104.1	86.8	92.8	88.3	76.8	65.1	110.6	17	7.6	108.1
	M422	95.1	202	95.1	17.8	82.5	43.8	4.2	0.5	58.5	16	7.1	57.5
	M142	129	254	157.5	62.4	112.8	66.7	42.4	30.6	63.2	35.6	24.8	179.7
	M481	101.7	296.7	101.8	28.2	38.8	18.1	18.4	4.2	18.4	20.4	30.1	164.1
	M040	30.4	453.4	210.7	25.4	60.5	29.3	35	42.4	47.1	58.6	42.4	196.3
2000	M419	37.9	123.4	332	121.4	44.4	1.8	0	1.7	88	0.8	2.3	61.8
	M420	41.8	196.3	85.8	23.8	27.2	19.0	21.2	20.9	31.3	32.4	34.8	79.5
	M421	75.8	119.8	133.3	57.6	22.3	60.4	22.7	48.8	78.4	21.1	1.9	24.5
	M422	26.4	50	92	49.3	23.5	23.2	6.7	3.9	76.4	0	12	44.2
	M142	79.7	126.4	146.2	85.7	60.1	59.5	11.3	29	96.7	12	11.7	53.1
	M481	118.9	195.7	172.3	139.9	69.1	19.7	6.2	5.1	14.8	5.6	7.3	46.8
	M040	504.1	275	231.9	50.7	68.8	46.1	39.5	38.1	32	51.7	42.4	85.3
2001	M419	136	108.2	224.7	96.7	84.8	0.8	1.3	0	9.1	0	89.1	50
	M420	79.5	37	145.7	50.5	56	65	2.5	5.8	14.4	21.6	53.8	57.8
	M421	78.2	24.2	125.7	9.8	36.3	24.5	26.7	24.4	43.7	10.9	27	30.9
	M422	98.3	19	166.3	69	29.1	0	3.4	0	6.4	16.7	40.4	4.1
	M142	114.74	82.6	122.1	43.2	61.7	53.2	16.7	26.6	23.6	29.8	79.2	66.8
	M481	146.1	73.6	269.9	114	21.8	14.9	9.2	5.7	7.2	9.1	9	40.6
	M040	121.2	205.3	171	59	37.2	23.2	14.0	14.2	20.2	16.6	38.9	35.6

Исходные данные осадков бассейна реки Хубонэс (Jubones) [мм](1990-2011)													
ГОД	Пост/месяц	ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРИЛЬ	МАИ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТЬ	СЕНТЯВРЬ	ОКТОБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ
2002	M419	51	48.5	131.5	125.6	33.3	98.1	14.5	31	30.4	103	60.8	90.6
	M420	40.9	51.7	78.2	41.2	58.6	36.7	15	15.2	12.2	130	80.2	50.3
	M421	8.9	63.2	30.5	47.4	18.1	33.2	6.4	25.2	27.9	3.2	6.1	37.1
	M422	2.5	13.5	52.1	0	0	32.8	0	0	0	38	22.8	58.1
	M142	21.6	71.9	68.4	95.9	83.4	54.5	54	26.7	7.2	51.8	60.4	116.9
	M481	53.5	179.1	105	119.9	14.4	18.9	8.2	7	5.4	20.5	20.6	63.8
	M040	144.1	184.4	351.8	192.7	54.5	39	11.1	49.8	18.7	54.1	60.7	113.6
2003	M419	48.2	36	144	128.1	39.2	102.7	5.4	13.7	9.3	33.3	79.2	79.9
	M420	10.4	32.8	118.3	83.9	26.4	51.7	16.2	2.2	32.2	46.6	64.9	39.9
	M421	7.2	0	60.1	23.4	33.8	10.5	20.4	11.3	23.2	1.3	39.5	5.6
	M422	28.4	29.5	65.2	62.3	9.9	18.4	13.5	0	1.4	11.6	13.4	15.2
	M142	26.4	46.6	119.5	97.4	54	28.9	37.8	13.6	46.6	43.8	65.3	79.4
	M481	73.2	71	96.4	29.9	32	20.4	10.2	15.2	7.3	21	37.5	65.5
	M040	32	73.7	110.4	10.3	39.9	19.8	39.1	30.3	24.8	48.8	40.8	22.1
2004	M419	70.1	78.6	94.7	139.2	71.9	0	15	0	143	49.6	26.5	51.9
	M420	44.3	23.4	42.8	79	58.4	15.5	15.9	4.3	49.3	46.9	127.5	41.9
	M421	10.7	7	13.1	14.6	41.2	5.1	3.4	2.4	8.6	9.9	7.7	2.5
	M422	13.8	10.9	16.1	23.9	31	4.5	4.6	0	24	10	16.4	16
	M142	50.8	51.4	55.8	103.9	50.1	58.2	17	4.4	42	60	95.5	75.1
	M481	51.4	84.3	66.2	175.4	13.9	17.9	10.7	7.9	13.2	30.8	19.2	17.6
	M040	99.6	83.8	79.6	150	47.5	23.4	35.9	16.8	43.1	46.4	25.5	5.2
2005	M419	25.3	144.1	258.4	40.6	32.6	8.7	0	0	15.6	31.6	12.5	70.5
	M420	25.5	91.6	166.6	60.7	29.1	14.6	5.5	8	42.3	78.9	24.9	149.3
	M421	3.2	15.6	17.4	16.7	4.9	8.7	2.7	1.2	0.1	10.2	2.3	14.7
	M422	40.6	71.9	163.1	63.2	5.3	22.6	6.2	3.8	13.4	14.2	7.6	33
	M142	48	104	218	81.9	36.7	28.4	11.2	6.8	27.9	37.9	7.4	150
	M481	69	92.6	95.9	49	14.8	9.5	3.2	7.4	5	15.3	14.3	66.5
	M040	60.7	88	175.6	147.9	19	13.5	20.9	26.5	24.3	47.2	27.5	96.9
2006	M419	97.9	184	185.2	211.6	14.9	20.5	3	8.2	9.7	31.5	60.9	110.1
	M420	75.7	121.9	171.4	100.8	5.3	43.7	2.4	4.6	13.6	23.4	124.6	118.8

Исходные данные осадков бассейна реки Хубонэс (Jubones) [мм](1990-2011)													
ГОД	Пост/месяц	ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРИЛЬ	МАИ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТЬ	СЕНТЯВРЬ	ОКТОБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ
	M421	16.4	10.9	11.8	8.6	9.6	8.3	5.4	6.3	6.9	15.7	134.6	92.8
	M422	43.3	105	107.5	84.9	4.3	8.3	4	0.1	7	10.3	74.4	90.3
	M142	65	99.2	128.1	67.3	10.4	63.8	13.7	15.4	11	45.1	123.6	83.6
	M481	80.8	107.8	238.9	90.5	29.4	8	5.4	14.8	16.5	13.7	65.2	46.7
	M040	67.7	260.1	341.4	25.9	14.5	23.6	22.3	24.2	39.9	23.7	73.8	58.2
	MB86	91	208	174.3	220.9	24.2	35.5	7.2	11.6	10.4	30.5	62.2	75.2
2007	M419	86.2	32.3	144.4	161.2	74.1	21.2	8.5	3.3	3.3	51.5	83.3	100.8
	M420	3.3	57.9	86.6	156.3	89	73	10.4	41.8	16.1	60.5	88.3	63.4
	M421	85.4	19.5	65.3	122.3	26.7	49.3	3.3	24.1	6	31.4	46	50
	M422	58.8	12.9	126.8	155.2	51.1	11.6	4.8	4.4	2.2	13.9	19.2	35.2
	M142	105.8	42	85.3	120.8	44.6	39.4	15.6	48.2	22.5	69.4	65.5	117.8
	M481	91.8	124.7	81	54.8	27.5	27.6	10.8	8.9	2.5	7.8	20.8	53.3
	M040	178	80.2	195.6	84.5	17.1	81.9	34	31	19.4	38.9	37.1	54.5
	MB86	3.2	23.2	59.5	40.4	7.1	9.3	1.8	4.5	2.5	3.3	6.1	11.7
2008	M419	142.7	145.9	281.9	63.9	44.5	38.8	10.3	14.6	17.2	48.8	168.5	108.1
	M420	90.5	227.1	123.2	273.1	145.2	45	19.3	7.9	20.6	114.3	154.1	79.8
	M421	105.0	98.4	146.6	87.4	52.1	49.3	28.0	26.3	27.3	56.0	94.7	65.5
	M422	112.8	132.9	166.5	78.6	50.4	17.7	7.1	8	10.3	73.4	25.6	20.8
	M142	58.2	148	155.5	115.3	83.7	46.1	23.2	11	15	71.2	107	62.6
	M481	221.2	302.3	293.3	161.1	46.2	26.4	17.4	25.6	13	31.2	24.7	56.8
	M032	143.8	168.4	212	130.4	55.5	17.8	6.3	11.4	10.4	50.8	50.4	35.6
	M040	291.9	379.9	224.2	212.1	45.3	39.2	26	26.5	30.3	42.7	47.2	13.2
	MB86	39.2	88.4	137.6	119.1	199.8	66.7	38.4	52.3	22.7	109.9	101.1	38.8
2009	M419	195.1	178.3	187.8	161.8	49	21.4	0	3.8	0	56.9	103.6	100
	M420	111.5	51.1	70.9	58.4	68	8.8	0.5	4.5	0.3	40.1	23.2	51.6
	M421	140.7	137.2	93.3	91.4	14.1	19.7	14.5	13.7	17.7	25.9	39.0	45.7
	M422	125.8	97.8	57.4	38.5	36.9	9.6	1.6	0.4	0.3	8	29	81.8
	M142	150.7	87	108.2	56	41.5	21.4	26.3	22	20.4	68.3	41	63.8
	M481	143.1	185.5	30	49.4	48.5	32.8	6.3	3.3	4.2	9.6	10.5	105.4
	M032	166.9	96.6	81.8	52.7	38.6	9.8	4.1	1.2	1.5	7.1	33	116.6

Исходные данные осадков бассейна реки Хубонэс (Jubones) [мм](1990-2011)													
ГОД	Пост/месяц	ЯНВАРЬ	ФЕВРАЛЬ	МАРТ	АПРИЛЬ	МАИ	ИЮНЬ	ИЮЛЬ	АВГУСТЬ	СЕНТЯВРЬ	ОКТОБРЬ	НОЯБРЬ	ДЕКАБРЬ
	M040	228	210.5	110.2	38.4	42.6	28.3	9.9	30.8	27	43.2	21.7	83.9
	MB86	185.7	150.5	43.9	172.2	34.2	35.6	1.2	23.8	0	0	59.2	44.9
2010	M419	138.3	109.8	313.9	56.9	52.6	88.6	86.6	5.4	0	55.4	176	193.7
	M420	27.1	93.9	70.2	53.5	66.6	69.2	70.4	8.6	8.5	43.7	33.8	105.8
	M421	69.3	80.2	128.6	16.9	42.3	52.0	53.1	21.4	22.7	47.8	63.6	90.2
	M422	23.3	64.8	71.6	46.7	14.6	32.1	23.6	0	9.6	13.6	15.2	59.6
	M142	29.8	111.3	56.4	107.7	91.9	57.7	52.1	16.2	29.1	36.1	63.2	112.5
	M481	86.9	176.1	100.5	93	45	37.5	24	20.4	21.2	26.2	44.4	140.1
	M032	30.8	80.3	142.7	80.2	30.3	37.7	30	0.7	8.5	11.7	16.9	148.6
	M040	160.1	293	162	121	48.4	36.4	25.9	27.7	37.5	40.1	33.5	53.1
	MB86	52.4	121.1	69	34.8	97.3	52.7	24.9	111.9	36.6	23.3	30.5	135.9
	M419	313.6	120.5	117.7	210.8	2.5	78.5	30	44.4	0	39.4	73.8	117.8
2011	M420	63.8	203.1	124.4	155.1	106	10.7	17.9	5	45	35.5	132	106.7
	M421	143.0	127.7	84.3	117.4	26.6	36.0	25.9	17.2	24.8	37.0	59.6	43.6
	M422	82.6	83.2	50.8	111	9.5	26.6	5.1	0	10.1	4.7	29.6	41.6
	M142	84.6	112.7	72.5	108.5	79.1	42.6	22.9	21.3	21.4	26.7	44.2	147.9
	M481	149.8	193.3	41.8	127.4	29.8	26.7	24	9.7	16.2	17.8	21.3	50.5
	M032	82.4	152.2	49.6	125.4	14.8	30	11.2	0	14.5	16.4	36.4	69.5
	M040	62.1	233.6	29.1	225.7	24.2	28.9	31.4	47.5	31.5	24.3	23.6	17.5

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица слоя стока (Y) и осадков (X) [мм]

F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	Y, мм/мес	X, мм/мес					
1	31	1990	1	63.5	47.4	42.3	47.7	39.6	33.5	65.3	17.2
2	28		2	76.2	51.4	62	123.9	49.6	50.9	129.6	74.6
3	31		3	77.5	57.9	26	64.5	60.1	38.3	80.8	83.3
4	30		4	87.0	62.9	101.8	109	71.6	96.2	185.0	44.6
5	31		5	81.4	60.7	37.9	45.9	40.8	36	63.7	104.6
6	30		6	84.4	61.0	28.1	16.1	20.3	16.5	22.9	32.1
7	31		7	73.2	54.7	0.6	0	41.5	7.4	4.8	8.2
8	31		8	66.6	49.7	0	0.5	53.8	7.7	5.0	6.7
9	30		9	59.6	43.1	2.5	0	42.2	4.8	0.6	1.3
10	31		10	60.6	45.3	25.8	134.5	73.3	67.7	170.8	33.1
11	30		11	62.2	44.9	16.1	54	86.1	59	111.4	23.6
12	31		12	63.9	47.7	13.6	41.7	67.3	28.9	57.2	39.7
13	31	1991	1	64.0	47.8	25	62.5	56.4	19.7	32	21.4
14	28		2	77.9	52.5	47.5	41.4	109.4	36.8	30.2	149.9
15	31		3	99.4	74.2	53.2	192.4	83.4	64.2	124.6	77.1
16	30		4	85.0	61.4	32.2	74.9	95.3	25.8	28.6	27.2
17	31		5	80.9	60.4	13.2	36	0	35.6	48.1	30.7
18	30		6	82.6	59.7	12.4	24.9	52.8	22.6	28.9	12.5
19	31		7	84.1	62.8	7	4.8	50.9	17.2	16.6	11.7
20	31		8	70.9	52.9	0	5.2	34.4	29.9	28.4	14.3
21	30		9	61.8	44.7	7.8	17.3	53.7	20.8	18.2	10.4
22	31		10	61.1	45.7	11.6	20.1	52.3	15.9	51.1	21.7
23	30		11	57.1	41.3	3.5	20.4	101.6	19.8	86.9	11.2
24	31		12	52.9	39.5	6.4	76.4	62.3	20.3	94	57.6
25	31	1992	1	55.0	41.0	7.9	57.9	90.6	2.1	38.1	85.1
26	29		2	66.4	46.4	46.9	94.2	41.4	24.9	101.7	119.9
27	31		3	79.3	59.2	103	134.5	82.3	32.5	77.8	213.7
28	30		4	85.6	61.9	77.8	96.1	91.4	34.7	67.5	152.1
29	31		5	71.4	53.3	76.6	49.3	90.2	34.9	72.1	90.9
30	30		6	72.2	52.2	1.8	2.9	26.4	27.1	54	24.5
31	31		7	66.6	49.7	0	12	23.5	6.6	12.5	37
32	31		8	53.1	39.6	1	2.3	37.3	19	31.4	17
33	30		9	52.7	38.1	19.9	49.5	44.2	32.4	70.7	22.9
34	31		10	44.1	32.9	3	18.8	76.1	15.3	20.7	18.8
35	30		11	41.8	30.2	4	32.6	98.8	17.7	44.2	21.4
36	31		12	42.1	31.4	8.6	58.8	105.7	5.8	43.4	36.1

F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	У, мм/мес	Х, мм/мес					
37	31	1993	1	55.9	41.7	38.3	80.2	158.6	47.6	76.5	110.0
38	28		2	81.4	54.9	50.4	226.5	244.4	91.1	179.1	295.5
39	31		3	153	114.6	101.1	266.4	168.5	104.0	404.0	219.9
40	30		4	136	98.4	149.1	214.0	175.1	55.8	139.2	143.6
41	31		5	82.7	61.7	24.9	64.6	26.3	21.8	20.6	107.7
42	30		6	79.6	57.5	0.6	0.8	2.0	3.7	21.2	26.4
43	31		7	69.8	52.1	5.1	8.5	0.8	14.0	26.3	16.3
44	31		8	58.8	43.9	5.8	6.2	0.0	7.7	13.4	10.8
45	30		9	53.6	38.7	2.7	23.0	47.8	31.8	35.5	13.4
46	31		10	52.7	39.4	10	28.5	16.7	32.1	65.5	18.8
47	30		11	51.1	36.9	11	25.6	63.1	27.0	66.4	35.7
48	31		12	70.3	52.5	48	141.3	55.6	72.8	156.3	68.8
49	31	1994	1								
50	28		2								
51	31		3								
52	30		4								
53	31		5								
54	30		6	нет	данных						
55	31		7								
56	31		8								
57	30		9								
58	31		10								
59	30		11								
60	31		12								
61	31	1995	1			26.9	95.8	0.0	5.5	13.7	83.7
62	28		2			31.6	38.7	0.0	66.6	77	59.6
63	31		3			31.6	84.3	140.6	60.8	94.3	151.8
64	30		4			35.9	48.4	35.4	69.1	118.5	27.4
65	31		5			28.3	69.2	10.4	40.7	44	13.6
66	30		6			1.3	1.4	0.0	1.3	20	8.2
67	31		7			25.9	10.1	26.9	30	45.2	20.5
68	31		8			0.7	0	8.9	17.6	8.2	16.2
69	30		9			2.5	11.9	6.3	7.7	23.9	8.8
70	31		10			5.4	22.7	8.0	7.1	36.3	19.1
71	30		11			47.2	83.1	11.9	74.7	147.7	28.9
72	31		12			68.3	95.8	161.5	133.8	108.4	81.8
73	31	1996	1	43.46	32.5	154.6	179.2	91.0	179.9	75.2	181
74	29		2	67.63	47.2	168.3	172	83.9	229.4	98.7	138.1
75	31		3	111.0	82.9	138.3	203.1	90.9	119	100.6	127.3
76	30		4	59.33	42.9	33.9	101.1	163.4	70.9	66.9	19.4

F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	У, мм/мес	Х, мм/мес					
77	31		5	49.65	37.1	11.1	46.3	42.9	79	48.6	17.3
78	30		6	30.54	22.1	0	14.5	40.9	8.5	63.1	13.3
79	31		7	45.10	33.7	0	0.6	6.0	60.1	51.8	7.1
80	31		8	22.99	17.2	0	0.8	16.0	50.9	14.9	7.5
81	30		9	20.55	14.9	0	6.9	51.8	49.6	29.7	3.2
82	31		10	22.35	16.7	67.5	89.2	147.7	35.6	99.6	16.8
83	30		11	13.84	10.0	9.9	29.3	59.6	28.8	29.4	7.2
84	31		12	14.23	10.6	0	0.1	12.4	17.7	47	44.7
85	31	1997	1	26.69	19.9	28.9	100.6	259.0	26.2	143.2	131.1
86	28		2	44.56	30.1	47.3	114.7	12.8	44	109.5	59.5
87	31		3	62.2	46.4	59.3	135	68.6	114	107.7	310.7
88	30		4	52.24	37.8	77.8	88.7	99.0	64.1	60.3	100.2
89	31		5	72.29	54.0	34	18.3	1.7	16.4	56.8	12
90	30		6	27.05	19.6	16.5	48.2	1.6	50.2	20	53.7
91	31		7	37.18	27.8	0	4.1	17.8	23.6	31	9.3
92	31		8	31.74	23.7	0	0	33.2	23.1	31.1	16.6
93	30		9	25.32	18.3	3.2	36	16.0	50.8	36.6	77.7
94	31		10	19.82	14.8	67.5	61.8	40.8	76.3	50.1	95.8
95	30		11	52.16	37.7	180.1	173.7	306.3	164.5	90	196.6
96	31		12	73.87	55.2	62.5	140.3	41.7	73	82	185.6
97	31	1998	1	30.23	22.6	81.5	67.6	14.6	31.5	39.1	124.2
98	28		2	35.89	24.2	108	49.8	41.0	75.8	67	156.1
99	31		3	75.9	56.7	184	193.4	511.6	53.7	187.1	96.8
100	30		4	84.85	61.3	196.1	166.9	197.6	115.9	79.4	97.7
101	31		5	103.6	77.4	173.1	18.5	117.0	77.9	89.3	134.1
102	30		6	49.74	35.9	10.9	1	0.8	4.4	10	40.6
103	31		7	32.81	24.5	17.1	1.7	15.6	74.9	30.5	38.3
104	31		8	24.1	18.0	6.7	10.4	14.2	26.4	28.6	20.9
105	30		9	17.14	12.4	19.2	0.6	0.0	21.8	29.9	23.5
106	31		10	16.68	12.5	11.9	51.4	108.1	44.5	84.7	25.4
107	30		11	14.09	10.2	2.9	20.4	4.7	84.1	45.9	22.5
108	31		12	6.93	5.2	7	28.5	46.1	153	42.5	77.4
109	31	1999	1	38.03	28.4	95.1	134.8	75.2	112.3	129	101.7
110	28		2	92.08	62.1	202	151.3	183.0	75.3	254	296.7
111	31		3	124.4	92.9	95.1	273.1	201.7	104.1	157.5	101.8
112	30		4	106.8	77.2	17.8	147.6	145.4	86.8	62.4	28.2
113	31		5	102.7	76.7	82.5	87.4	171.7	92.8	112.8	38.8
114	30		6	52.19	37.7	43.8	106.8	149.3	88.3	66.7	18.1
115	31		7	50.42	37.7	4.2	7	50.6	76.8	42.4	18.4
116	31		8	37.96	28.4	0.5	2	34.3	65.1	30.6	4.2

F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	У, мм/мес	Х, мм/мес					
117	30		9	24.12	17.4	58.5	25.7	105.8	110.6	63.2	18.4
118	31		10	25.49	19.0	16	2	26.9	17	35.6	20.4
119	30		11	13.21	9.5	7.1	0.9	14.4	7.6	24.8	30.1
120	31		12	50.93	38.0	57.5	176.5	143.5	108.1	179.7	164.1
121	31	2000	1	34.71	25.9	26.4	37.9	34.5	75.8	79.7	118.9
122	29		2	87.29	61.0	50	123.4	59.3	119.8	126.4	195.7
123	31		3	176.7	132.0	92	332	117.2	133.3	146.2	172.3
124	30		4	128.8	93.1	49.3	121.4	69.8	57.6	85.7	139.9
125	31		5	83.71	62.5	23.5	44.4	47.8	22.3	60.1	69.1
126	30		6	50.64	36.6	23.2	1.8	22.5	60.4	59.5	19.7
127	31		7	33.42	25.0	6.7	0	17.8	22.7	11.3	6.2
128	31		8	23.5	17.6	3.9	1.7	11.4	48.8	29	5.1
129	30		9	35.62	25.7	76.4	88	63.1	78.4	96.7	14.8
130	31		10	23.24	17.4	0	0.8	16.0	21.1	12	5.6
131	30		11	12.15	8.8	12	2.3	28.2	1.9	11.7	7.3
132	31		12	18.29	13.7	44.2	61.8	56.2	24.5	53.1	46.8
133	31	2001	1	35.54	26.5	98.3	136	79.5	78.2	114.7 4	146.1
134	28		2	37.46	25.3	19	108.2	37.0	24.2	82.6	73.6
135	31		3	105.3	78.7	166.3	224.7	145.7	125.7	122.1	269.9
136	30		4	64.63	46.7	69	96.7	50.5	9.8	43.2	114
137	31		5	34.53	25.8	29.1	84.8	56.0	36.3	61.7	21.8
138	30		6	91.62	66.2	0	0.8	65.0	24.5	53.2	14.9
139	31		7	54.42	40.6	3.4	1.3	2.5	26.7	16.7	9.2
140	31		8	43.28	32.3	0	0	5.8	24.4	26.6	5.7
141	30		9	21.91	15.8	6.4	9.1	14.4	43.7	23.6	7.2
142	31		10	19.21	14.3	16.7	0	21.6	10.9	29.8	9.1
143	30		11	23.81	17.2	40.4	89.1	53.8	27	79.2	9
144	31		12	28.19	21.1	4.1	50	57.8	30.9	66.8	40.6
145	31	2002	1	30.45	22.7	2.5	51	40.9	8.9	21.6	53.5
146	28		2	35.06	23.6	13.5	48.5	51.7	63.2	71.9	179.1
147	31		3	60.55	45.2	52.1	131.5	78.2	30.5	68.4	105
148	30		4	75.79	54.8	0	125.6	41.2	47.4	95.9	119.9
149	31		5	79.50	59.4	0	33.3	58.6	18.1	83.4	14.4
150	30		6	53.45	38.6	32.8	98.1	36.7	33.2	54.5	18.9
151	31		7	65	48.5	0	14.5	15.0	6.4	54	8.2
152	31		8	36.05	26.9	0	31	15.2	25.2	26.7	7
153	30		9	17.8	12.9	0	30.4	12.2	27.9	7.2	5.4
154	31		10	18.27	13.6	38	103	130.0	3.2	51.8	20.5
155	30		11	44.01	31.8	22.8	60.8	80.2	6.1	60.4	20.6

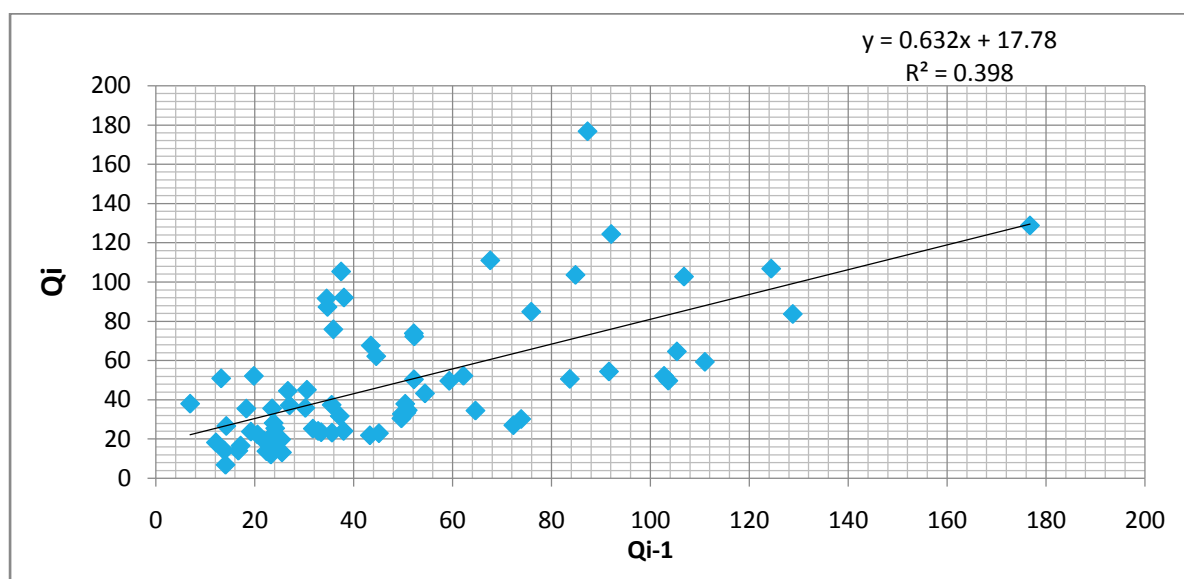
F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	У, мм/мес	Х, мм/мес					
156	31	2003	12	40.28	30.1	58.1	90.6	50.3	37.1	116.9	63.8
157	31		1	19.55	14.6	28.4	48.2	10.4	7.2	26.4	73.2
158	28		2	34.76	23.4	29.5	36	32.8	0	46.6	71
159	31		3	51.62	38.6	65.2	144	118.3	60.1	119.5	96.4
160	30		4	60.78	43.9	62.3	128.1	83.9	23.4	97.4	29.9
161	31		5	73.02	54.5	9.9	39.2	26.4	33.8	54	32
162	30		6	47.94	34.6	18.4	102.7	51.7	10.5	28.9	20.4
163	31		7	48.52	36.2	13.5	5.4	16.2	20.4	37.8	10.2
164	31		8	30.42	22.7	0	13.7	2.2	11.3	13.6	15.2
165	30		9	28.76	20.8	1.4	9.3	32.2	23.2	46.6	7.3
166	31		10	18.78	14.0	11.6	33.3	46.6	1.3	43.8	21
167	30		11	18.77	13.6	13.4	79.2	64.9	39.5	65.3	37.5
168	31		12	35.17	26.3	15.2	79.9	39.9	5.6	79.4	65.5
169	31	2004	1	29.09	21.7	13.8	70.1	44.3	10.7	50.8	51.4
170	29		2	27.91	19.5	10.9	78.6	23.4	7	51.4	84.3
171	31		3	42.67	31.9	16.1	94.7	42.8	13.1	55.8	66.2
172	30		4	55.16	39.9	23.9	139.2	79.0	14.6	103.9	175.4
173	31		5	43.11	32.2	31	71.9	58.4	41.2	50.1	13.9
174	30		6	69.72	50.4	4.5	0	15.5	5.1	58.2	17.9
175	31		7	39.35	29.4	4.6	15	15.9	3.4	17	10.7
176	31		8	29.71	22.2	0	0	4.3	2.4	4.4	7.9
177	30		9	27.44	19.8	24	143	49.3	8.6	42	13.2
178	31		10	27.78	20.7	10	49.6	46.9	9.9	60	30.8
179	30		11	26.33	19.0	16.4	26.5	127.5	7.7	95.5	19.2
180	31		12	35.78	26.7	16	51.9	41.9	2.5	75.1	17.6
181	31	2005	1	19.39	14.5	40.6	25.3	25.5	3.2	48	69
182	28		2	64.82	43.7	71.9	144.1	91.6	15.6	104	92.6
183	31		3	113.9	85.1	163.1	258.4	166.6	17.4	218	95.9
184	30		4	83.56	60.4	63.2	40.6	60.7	16.7	81.9	49
185	31		5	56.13	41.9	5.3	32.6	29.1	4.9	36.7	14.8
186	30		6	54.26	39.2	22.6	8.7	14.6	8.7	28.4	9.5
187	31		7	43.45	32.4	6.2	0	5.5	2.7	11.2	3.2
188	31		8	25.26	18.9	3.8	0	8.0	1.2	6.8	7.4
189	30		9	22.65	16.4	13.4	15.6	42.3	0.1	27.9	5
190	31		10	20.57	15.4	14.2	31.6	78.9	10.2	37.9	15.3
191	30		11	26.51	19.2	7.6	12.5	24.9	2.3	7.4	14.3
192	31		12	28.94	21.6	33	70.5	149.3	14.7	150	66.5
193	31	2006	1	36.05	26.9	43.3	97.9	75.7	16.4	65	80.8
194	28		2	75.52	50.9	105	184	121.9	10.9	99.2	107.8
195	31		3	119.1	88.9	107.5	185.2	171.4	11.8	128.1	238.9

F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	У, мм/мес	X, мм/мес					
196	30		4	125.7	90.9	84.9	211.6	100.8	8.6	67.3	90.5
197	31		5	51.95	38.8	4.3	14.9	5.3	9.6	10.4	29.4
198	30		6	50.66	36.6	8.3	20.5	43.7	8.3	63.8	8
199	31		7	43.71	32.6	4	3	2.4	5.4	13.7	5.4
200	31		8	37.17	27.8	0.1	8.2	4.6	6.3	15.4	14.8
201	30		9	30.95	22.4	7	9.7	13.6	6.9	11	16.5
202	31		10	27.18	20.3	10.3	31.5	23.4	15.7	45.1	13.7
203	30		11	39.11	28.3	74.4	60.9	124.6	134.6	123.6	65.2
204	31		12	62.51	46.7	90.3	110.1	118.8	92.8	83.6	46.7
205	31	2007	1	42.66	31.9	58.8	86.2	3.3	85.4	105.8	91.8
206	28		2	32.19	21.7	12.9	32.3	57.9	19.5	42	124.7
207	31		3	59.55	44.5	126.8	144.4	86.6	65.3	85.3	81
208	30		4	86.18	62.3	155.2	161.2	156.3	122.3	120.8	54.8
209	31		5	60.34	45.1	51.1	74.1	89.0	26.7	44.6	27.5
210	30		6	80.65	58.3	11.6	21.2	73.0	49.3	39.4	27.6
211	31		7	30.22	22.6	4.8	8.5	10.4	3.3	15.6	10.8
212	31		8	45.59	34.0	4.4	3.3	41.8	24.1	48.2	8.9
213	30		9	29.87	21.6	2.2	3.3	16.1	6	22.5	2.5
214	31		10	28.37	21.2	13.9	51.5	60.5	31.4	69.4	7.8
215	30		11	43.03	31.1	19.2	83.3	88.3	46	65.5	20.8
216	31		12	35.02	26.2	35.2	100.8	63.4	50	117.8	53.3
217	31	2008	1	58.96	44.0	112.8	142.7	90.5	50.20	58.2	221.2
218	29		2	157.9	110.3	132.9	145.9	227.1	74.43	148	302.3
219	31		3	140.6	105.0	166.5	281.9	123.2	73.62	155.5	293.3
220	30		4	126.4	91.4	78.6	63.9	273.1	52.99	115.3	161.1
221	31		5	84.33	63.0	50.4	44.5	145.2	39.75	83.7	46.2
222	30		6	57.62	41.6	17.7	38.8	45.0	19.99	46.1	26.4
223	31		7	50.41	37.6	7.1	10.3	19.3	15.34	23.2	17.4
224	31		8	35.04	26.2	8	14.6	7.9	12.81	11	25.6
225	30		9	39.42	28.5	10.3	17.2	20.6	13.96	15	13
226	31		10	35.29	26.4	73.4	48.8	114.3	48.40	71.2	31.2
227	30		11	41.96	30.3	25.6	168.5	154.1	12.65	107	24.7
228	31		12	33.91	25.3	20.8	108.1	79.8	12.81	62.6	56.8
229	31	2009	1	69.97	52.2	125.8	195.1	111.5	67.33	150.7	143.1
230	28		2	82.53	55.7	97.8	178.3	51.1	44.72	87	185.5
231	31		3	73.32	54.7	57.4	187.8	70.9	27.72	108.2	30
232	30		4	73.7	53.3	38.5	161.8	58.4	11.94	56	49.4
233	31		5	53.4	39.9	36.9	49	68.0	25.86	41.5	48.5
234	30		6	43.01	31.1	9.6	21.4	8.8	14.70	21.4	32.8
235	31		7	35.28	26.3	1.6	0	0.5	15.61	26.3	6.3

F = 3587 км ²			H 530			M 422	M 419	M 420	M 421	M 142	M 481
№	Число дней	год	Мес.	Q, м ³ /с	Y, мм/мес	X, мм/мес					
236	31		8	30.21	22.6	0.4	3.8	4.5	13.37	22	3.3
237	30		9	17.38	12.6	0.3	0	0.3	13.72	20.4	4.2
238	31		10	17.12	12.8	8	56.9	40.1	17.36	68.3	9.6
239	30		11	13.79	10.0	29	103.6	23.2	14.59	41	10.5
240	31		12	23.4	17.5	81.8	100	51.6	44.59	63.8	105.4
241	31	2010	1	23.4	17.5	23.3	138.3	27.1	27.7	29.8	86.9
242	28		2	45.77	30.9	64.8	109.8	93.9	78.2	111.3	176.1
243	31		3	41.32	30.9	71.6	313.9	70.2	24.0	56.4	100.5
244	30		4	57.94	41.9	46.7	56.9	53.5	61.4	107.7	93
245	31		5	51.83	38.7	14.6	52.6	66.6	57.6	91.9	45
246	30		6	47.33	34.2	32.1	88.6	69.2	41.0	57.7	37.5
247	31		7	33.39	24.9	23.6	86.6	70.4	39.0	52.1	24
248	31		8	18.89	14.1	0	5.4	8.6	24.4	16.2	20.4
249	30		9	17.38	12.6	9.6	0	8.5	27.2	29.1	21.2
250	31		10	12.99	9.7	13.6	55.4	43.7	32.8	36.1	26.2
251	30		11	11.39	8.2	15.2	176	33.8	29.6	63.2	44.4
252	31		12	22.72	17.0	59.6	193.7	105.8	68.4	112.5	140.1
253	31	2011	1	38.7	28.9	82.6	313.6	63.8	36.9	84.6	149.8
254	28		2	116.6	78.7	83.2	120.5	203.1	104.2	112.7	193.3
255	31		3	55.33	41.3	50.8	117.7	124.4	44.7	84.9	41.8
256	30		4	122.3	88.4	111	210.8	155.1	67.4	108.5	127.4
257	31		5	69.27	51.7	9.5	2.5	106.0	66.5	79.1	29.8
258	30		6	56.48	40.8	26.6	78.5	10.7	22.5	42.6	26.7
259	31		7	78.83	58.9	5.1	30	17.9	24.0	33.2	24
260	31		8	31.33	23.4	0	44.4	5.0	17.6	29.2	9.7
261	30		9	39.47	28.5	10.1	0	45.0	29.5	37.3	16.2
262	31		10	31.62	23.6	4.7	39.4	35.5	26.8	40.0	17.8
263	30		11	29.52	21.3	29.6	73.8	132.0	51.6	44.2	21.3
264	31		12	52.14	38.9	41.6	117.8	106.7	73.9	147.9	50.5

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Зависимость (2) $Q_i=f(Q_{i-1})$ для периода 1996 - 2001 гг.



Оценка прогноза (2)

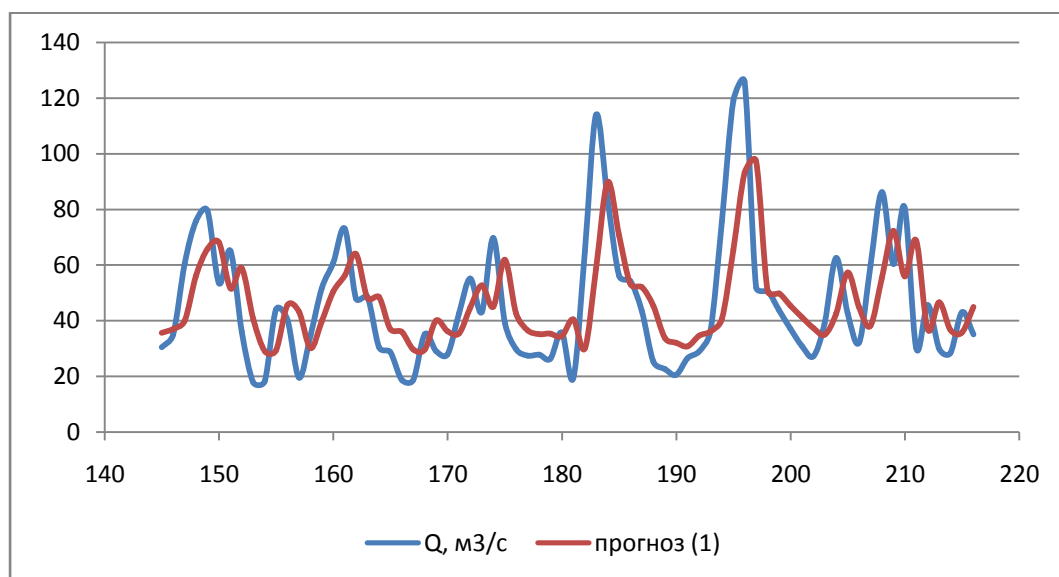
№	год	месяц	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
145	2002	1	30.5	35.6	26.6	2.3	4.7	241.3
146		2	35.1	18.4	3.9	4.6	20.4	119.4
147		3	60.6	19.0	424.2	25.5	644.8	212.0
148		4	75.8	19.7	388.7	15.2	229.3	887.9
149		5	79.5	20.3	190.1	3.7	13.1	1122.8
150		6	53.5	20.9	213.2	-26.0	683.2	55.7
151		7	65.0	21.6	180.1	11.6	131.3	361.6
152		8	36.1	22.2	521.7	-29.0	844.0	98.8
153		9	17.8	22.8	518.9	-18.3	336.6	794.7
154		10	18.3	23.5	115.8	0.5	0.1	768.1
155		11	44.0	24.1	215.3	25.7	657.5	3.9
156		12	40.3	24.7	28.5	-3.7	14.7	32.6
157	2003	1	19.6	25.4	561.6	-20.7	433.4	698.7
158		2	34.8	18.4	21.3	15.2	228.4	126.0
159		3	51.6	19.0	140.6	16.9	281.1	31.8
160		4	60.8	19.7	107.1	9.2	82.0	218.7
161		5	73.0	20.3	282.3	12.2	147.6	730.7
162		6	47.9	20.9	256.7	-25.1	633.9	3.8
163		7	48.5	21.6	0.2	0.6	0.2	6.4
164		8	30.4	22.2	325.7	-18.1	331.2	242.4
165		9	28.8	22.8	68.2	-1.7	3.1	296.9

166		10	18.8	23.5	295.5	-10.0	101.5	740.4
167		11	18.8	24.1	118.6	-0.01	0.01	741.1
168		12	35.2	24.7	30.5	16.4	266.0	117.1
169	2004	1	29.1	25.4	119.4	-6.1	38.1	285.4
170		2	27.9	18.4	68.3	-1.2	1.6	326.7
171		3	42.7	19.0	52.4	14.8	215.0	11.0
172		4	55.2	19.7	108.1	12.5	153.7	84.2
173		5	43.1	20.3	91.3	-12.1	147.5	8.3
174		6	69.7	20.9	608.8	26.6	702.8	563.1
175		7	39.4	21.6	507.3	-30.4	928.2	44.1
176		8	29.7	22.2	167.7	-9.6	94.6	264.9
177		9	27.4	22.8	83.4	-2.3	5.6	344.0
178		10	27.8	23.5	54.1	0.3	0.1	331.7
179		11	26.3	24.1	81.3	-1.4	2.4	386.6
180		12	35.8	24.7	1.8	9.5	87.6	104.2
181	2005	1	19.4	25.4	442.0	-16.4	271.9	707.7
182		2	64.8	18.4	1209.9	45.4	2056.0	354.8
183		3	113.9	19.0	3040.2	49.1	2400.4	4613.8
184		4	83.6	19.7	39.1	-30.3	926.8	1411.9
185		5	56.1	20.3	210.3	-27.4	758.1	102.8
186		6	54.3	20.9	1.0	-1.9	3.9	68.4
187		7	43.5	21.6	74.7	-10.8	118.9	6.5
188		8	25.3	22.2	400.0	-18.2	334.3	429.7
189		9	22.7	22.8	123.3	-2.6	7.3	544.7
190		10	20.6	23.5	133.0	-2.1	4.7	646.0
191		11	26.5	24.1	18.3	5.9	34.1	379.5
192		12	28.9	24.7	31.4	2.4	5.5	290.6
193	2006	1	36.1	25.4	0.0	7.1	49.2	98.7
194		2	75.5	18.4	1221.0	39.5	1550.4	872.2
195		3	119.1	19.0	2868.6	43.6	1890.8	5345.3
196		4	125.8	19.7	1066.7	6.7	43.1	6363.4
197		5	52.0	20.3	2057.8	-73.8	5462.2	35.5
198		6	50.7	20.9	0.0	-1.3	1.9	21.9
199		7	43.7	21.6	37.3	-7	49.7	5.2
200		8	37.2	22.2	68.1	-6.5	44.0	77.8
201		9	31	22.8	106.8	-6.2	39.8	226.1
202		10	27.2	23.5	103.5	-3.8	14.9	353.6
203		11	39.1	24.1	17.1	11.9	140.0	47.3
204		12	62.5	24.7	399.8	23.4	543.1	272.9
205	2007	1	42.7	25.4	214.7	-19.9	397.8	11.1
206		2	32.2	18.4	157.9	-10.5	111.5	190.3
207		3	59.6	19.0	458.5	27.4	743.3	184.0
208		4	86.2	19.7	944.7	26.6	703.8	1615.1
209		5	60.3	20.3	142.6	-25.8	672.6	205.9

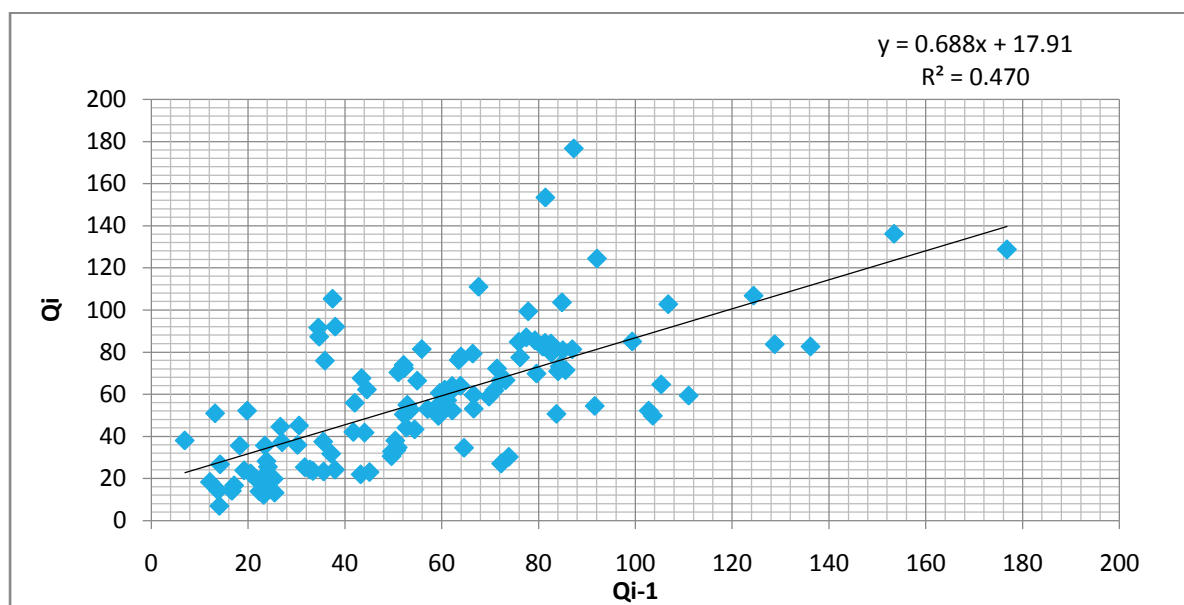
210		6	80.7	20.9	610.7	20.3	408.8	1201.4
211		7	30.2	21.6	1486.8	-50.4	2552.3	248.5
212		8	45.6	22.2	75.7	15.4	233.3	0.2
213		9	29.9	22.8	280.4	-15.7	250.3	259.8
214		10	28.4	23.5	68.9	-1.5	2.5	310.4
215		11	43	24.1	53.3	14.7	212	8.8
216		12	35	24.7	99.4	-8	65.7	120.3
Сумма			3311.4		25242.6	6.8	31570.1	39038.9
среднее			46			0.09		
n =	72				$\sigma_{\Delta} =$	21.09	$\sigma =$	23.41
m =	2				S =	18.95		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.9
$S/\sigma =$	0.81
E_2	0.35

Фактический и прогнозный (2) гидрографы за период 2002 - 2007



Зависимость (3) $Q_i=f(Q_{i-1})$ для периодов 1990 - 1993 и 1996 - 2001 гг.



Оценка прогноза (3)

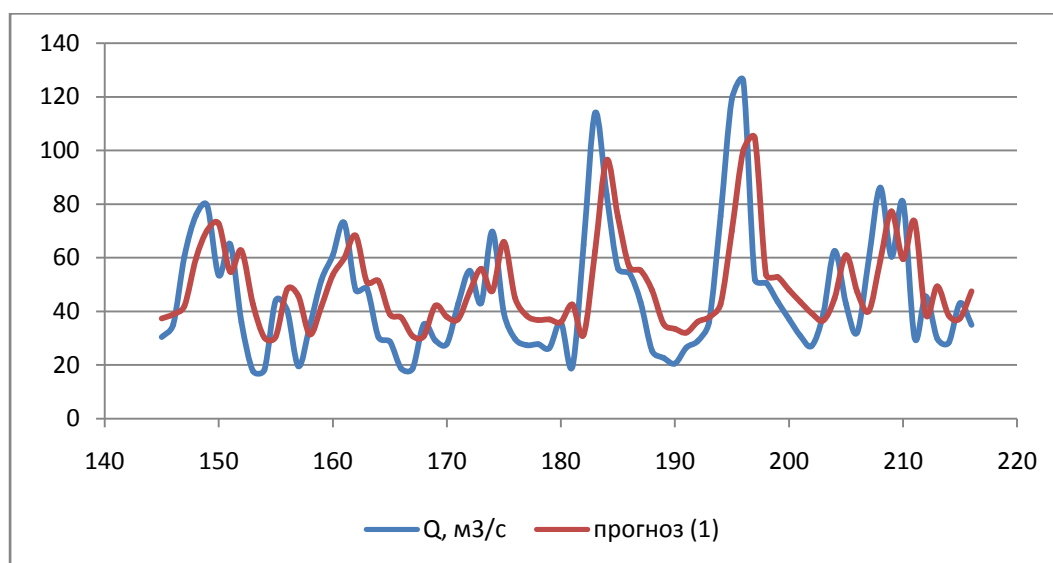
№	год	месяц	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
145	2002	1	30.5	37.3	47.2	2.3	4.7	241.3
146		2	35.1	38.9	14.6	4.6	20.4	119.4
147		3	60.6	42.1	342	25.5	644.8	212.0
148		4	75.8	59.6	261.8	15.2	229.3	887.9
149		5	79.5	70.1	88.3	3.7	13.1	1122.8
150		6	53.5	72.7	368.7	-26.0	683.2	55.7
151		7	65.0	54.7	105.8	11.6	131.3	361.6
152		8	36.1	62.7	708.9	-29.0	844.0	98.8
153		9	17.8	42.7	621.9	-18.3	336.6	794.7
154		10	18.3	30.2	141.5	0.5	0.1	768.1
155		11	44.0	30.5	182.7	25.7	657.5	3.9
156		12	40.3	48.2	63.0	-3.7	14.7	32.6
157	2003	1	19.6	45.7	680.8	-20.7	433.4	698.7
158		2	34.8	31.4	11.5	15.2	228.4	126.0
159		3	51.6	41.9	95.5	16.9	281.1	31.8
160		4	60.8	53.5	53.5	9.2	82.0	218.7
161		5	73.0	59.8	175.7	12.2	147.6	730.7
162		6	47.9	68.2	410.3	-25.1	633.9	3.8
163		7	48.5	50.9	5.8	0.6	0.2	6.4
164		8	30.4	51.3	437.0	-18.1	331.2	242.4
165		9	28.8	38.9	102.0	-1.7	3.1	296.9
166		10	18.8	37.7	358.6	-10.0	101.5	740.4

167	2004	11	18.8	30.8	145.8	-0.01	0.01	741.1
168		12	35.2	30.8	18.8	16.4	266.0	117.1
169		1	29.1	42.1	169.9	-6.1	38.1	285.4
170		2	27.9	37.9	100.6	-1.2	1.6	326.7
171		3	42.7	37.1	30.7	14.8	215.0	11.0
172		4	55.2	47.3	61.9	12.5	153.7	84.2
173		5	43.1	55.9	163.5	-12.1	147.5	8.3
174		6	69.7	47.6	489.3	26.6	702.8	563.1
175		7	39.4	65.9	706.1	-30.4	928.2	44.1
176		8	29.7	45.0	233.8	-9.6	94.6	264.9
177		9	27.4	38.4	119.5	-2.3	5.6	344.0
178		10	27.8	36.8	81.6	0.3	0.1	331.7
179	2005	11	26.3	37.0	114.7	-1.4	2.4	386.6
180		12	35.8	36.0	0.1	9.5	87.6	104.2
181		1	19.4	42.6	536.6	-16.4	271.9	707.7
182		2	64.8	31.3	1126.5	45.4	2056.0	354.8
183		3	113.9	62.6	2638.2	49.1	2400.4	4613.8
184		4	83.6	96.4	163.5	-30.3	926.8	1411.9
185		5	56.1	75.5	373.6	-27.4	758.1	102.8
186		6	54.3	56.6	5.3	-1.9	3.9	68.4
187		7	43.5	55.3	139.8	-10.8	118.9	6.5
188		8	25.3	47.8	509.5	-18.2	334.3	429.7
189		9	22.7	35.3	160.2	-2.6	7.3	544.7
190		10	20.6	33.5	167.3	-2.1	4.7	646.0
191	2006	11	26.5	32.1	31.0	5.9	34.1	379.5
192		12	28.9	36.2	52.2	2.4	5.5	290.6
193		1	36.1	37.8	3.2	7.1	49.2	98.7
194		2	75.5	42.7	1074.8	39.5	1550.4	872.2
195		3	119.1	69.9	2419.0	43.6	1890.8	5345.3
196		4	125.8	99.9	667.4	6.7	43.1	6363.4
197		5	52.0	104.5	2762.8	-73.8	5462.2	35.5
198		6	50.7	53.7	9.1	-1.3	1.9	21.9
199		7	43.7	52.8	82.6	-7	49.7	5.2
200		8	37.2	48.0	117.6	-6.5	44.0	77.8
201		9	31	43.5	157.6	-6.2	39.8	226.1
202		10	27.2	39.2	145.0	-3.8	14.9	353.6
203	2007	11	39.1	36.6	6.2	11.9	140.0	47.3
204		12	62.5	44.8	312.1	23.4	543.1	272.9
205		1	42.7	61.0	334.8	-19.9	397.8	11.1
206		2	32.2	47.3	227.8	-10.5	111.5	190.3
207		3	59.6	40.1	379.1	27.4	743.3	184.0
208		4	86.2	58.9	743.0	26.6	703.8	1615.1
209	2007	5	60.3	77.3	286.2	-25.8	672.6	205.9
210		6	80.7	59.5	449.0	20.3	408.8	1201.4

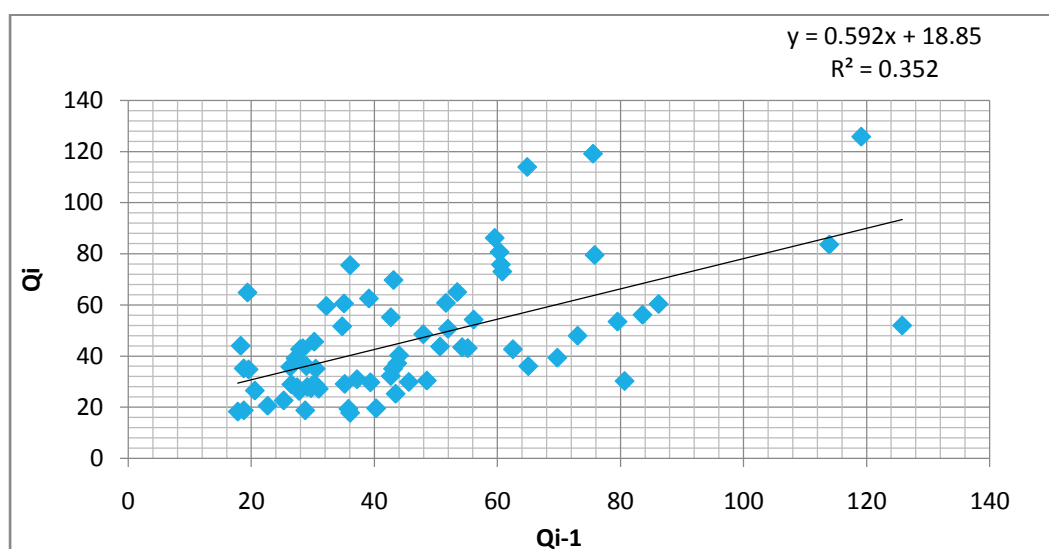
211		7	30.2	73.5	1868.2	-50.4	2552.3	248.5
212		8	45.6	38.7	47.2	15.4	233.3	0.2
213		9	29.9	49.3	377.9	-15.7	250.3	259.8
214		10	28.4	38.5	102.2	-1.5	2.5	310.4
215		11	43	37.5	31.1	14.7	212	8.8
216		12	35	47.5	156.8	-8	65.7	120.3
Сумма			3311.4		26377.8	6.8	31570.1	39038.9
среднее			46			0.09		
n =	72				$\sigma_{\Delta} =$	21.09	$\sigma =$	23.41
m =	2				S =	19.35		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.9
$S/\sigma =$	0.8
E_3	0.32

Фактический и прогнозный (3) гидрографы за период 2002 - 2007



Зависимость (4) $Q_i=f(Q_{i-1})$ для периода 2002 - 2007 гг.



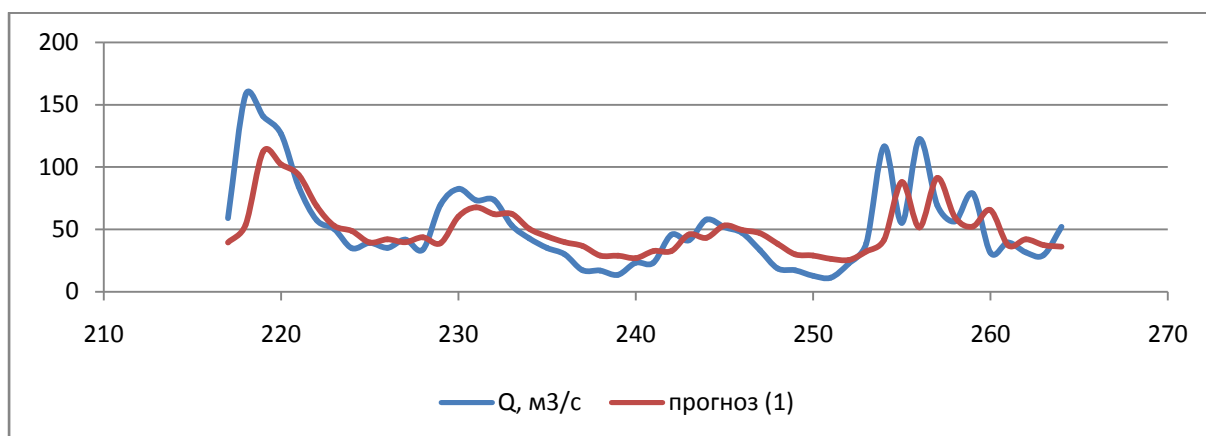
Оценка прогноза (4)

№	год	месяц	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
217	2008	1	59.0	39.6	374.4	23.9	568.8	47.0
218		2	157.9	53.8	10838.1	99.0	9772.9	11195.7
219		3	140.7	112.5	794	-17.3	301.4	7840.2
220		4	126.5	102.2	586.5	-14.2	204.1	5528.6
221		5	84.3	93.8	90.2	-42.1	1782.7	1038.6
222		6	57.6	68.9	126.1	-26.7	718.6	30.4
223		7	50.4	53.0	6.8	-7.2	53.4	2.9
224		8	35.0	48.7	187.7	-15.4	239.2	291.2
225		9	39.4	39.6	0.0	4.4	18.3	161.0
226		10	35.3	42.2	48.0	-4.1	17.8	282.7
227		11	42.0	39.8	4.8	6.7	43.2	103.0
228		12	33.9	43.7	96.4	-8.0	66.3	331.1
229	2009	1	70.0	39.0	961.9	36.1	1293.6	319.2
230		2	82.5	60.3	492.6	12.6	155.4	925.7
231		3	73.3	67.8	30.6	-9.2	86.7	449.9
232		4	73.7	62.3	129.4	0.4	0.1	466.2
233		5	53.4	62.5	83.6	-20.3	415.8	1.7
234		6	43.0	50.5	56.3	-10.4	109.9	82.7
235		7	35.3	44.4	82.3	-7.7	61.2	283.1
236		8	30.2	39.8	91.3	-5.1	26.7	479.4
237		9	17.4	36.8	375.8	-12.8	167.2	1206.0
238		10	17.1	29.2	144.9	-0.3	0.1	1224.2
239		11	13.8	29.0	231.3	-3.33	11.70	1468.1
240		12	23.4	27.0	13.1	9.6	90.6	823.9

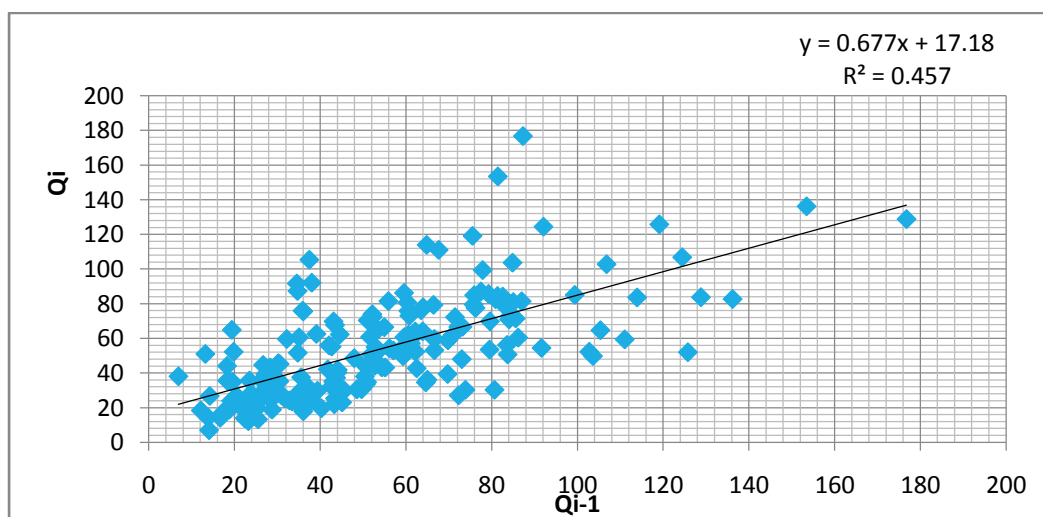
241	2010	1	23.4	32.7	87.0	0.0	0.0	824.1
242		2	45.8	32.7	170.3	22.4	496.4	40.1
243		3	41.3	46.0	21.8	-4.5	20.7	116.3
244		4	57.9	43.4	212.9	16.6	273.0	34.0
245		5	51.8	53.2	1.9	-6.1	38.4	0.1
246		6	47.3	49.6	5.1	-4.5	21.1	22.8
247		7	33.4	46.9	182.8	-13.9	196.9	350.3
248		8	18.9	38.7	390.2	-14.5	212.9	1102.9
249		9	17.4	30.1	160.6	-1.5	2.6	1205.7
250		10	13.0	29.2	261.5	-4.4	20.2	1530.3
251		11	11.4	26.6	229.7	-1.6	2.8	1657.5
252		12	22.7	25.6	8.3	11.3	126.2	863.4
253	2011	1	38.7	32.3	40.7	16.0	252.2	179.8
254		2	116.6	41.8	5602.6	77.9	6061.0	4165.4
255		3	55.3	88.0	1067.9	-61.3	3771.0	10.4
256		4	122.3	51.7	4990.4	67.0	4472.0	4927.2
257		5	69.3	91.4	488.1	-53.0	2822.4	294.6
258		6	56.5	59.9	11.8	-12.8	166.0	19.1
259		7	78.8	52.3	701.8	22.3	495.2	714.1
260		8	31.3	65.6	1173.7	-47.5	2265.3	431.7
261		9	39.5	37.4	4.2	8.1	64.8	159.6
262		10	31.6	42.3	113.1	-7.9	63.2	419.8
263		11	29.5	37.6	65.3	-2.1	4.8	510.2
264		12	52.1	36.4	249.4	22.6	507.6	0.001
Сумма			2501.2		32086.6	17.1	38562.1	54161.7
среднее			52			1.69		
n =	48				$\sigma_{\Delta} =$	28.64	$\sigma =$	33.95
m =	2				S =	26.41		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.92
$S/\sigma =$	0.78
E_4	0.41

Фактический и прогнозный (4) гидрографы за период 2008 - 2011



Зависимость (5) $Q_i = f(Q_{i-1})$ для периодов 1990 - 1993 и 1996 - 2007 гг.



Оценка прогноза (5)

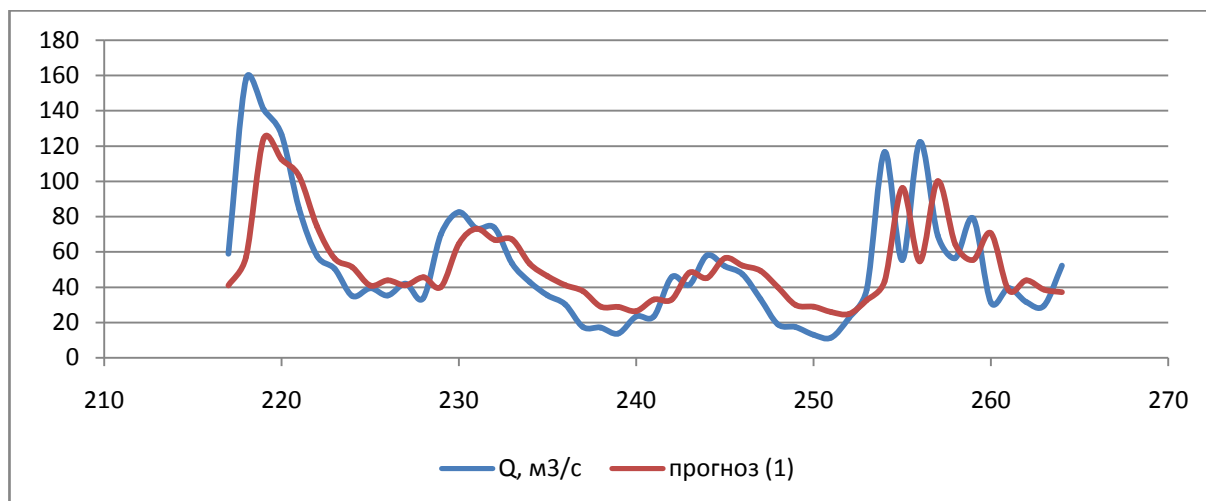
№	год	месяц	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
217	2008	1	59.0	40.9	326.3	23.9	568.8	47.0
218		2	157.9	57.1	10160.7	99.0	9772.9	11195.7
219		3	140.7	124.1	273	-17.3	301.4	7840.2
220		4	126.5	112.4	196.5	-14.2	204.1	5528.6
221		5	84.3	102.8	342.2	-42.1	1782.7	1038.6
222		6	57.6	74.3	278.1	-26.7	718.6	30.4
223		7	50.4	56.2	33.6	-7.2	53.4	2.9

224		8	35.0	51.3	265.2	-15.4	239.2	291.2
225		9	39.4	40.9	2.2	4.4	18.3	161.0
226		10	35.3	43.9	73.7	-4.1	17.8	282.7
227		11	42.0	41.1	0.8	6.7	43.2	103.0
228		12	33.9	45.6	136.6	-8.0	66.3	331.1
229	2009	1	70.0	40.2	889.5	36.1	1293.6	319.2
230		2	82.5	64.6	322.5	12.6	155.4	925.7
231		3	73.3	73.1	0.1	-9.2	86.7	449.9
232		4	73.7	66.8	47.1	0.4	0.1	466.2
233		5	53.4	67.1	187.5	-20.3	415.8	1.7
234		6	43.0	53.4	106.8	-10.4	109.9	82.7
235		7	35.3	46.3	121.7	-7.7	61.2	283.1
236		8	30.2	41.1	118.0	-5.1	26.7	479.4
237		9	17.4	37.6	410.7	-12.8	167.2	1206.0
238		10	17.1	29.0	140.0	-0.3	0.1	1224.2
239		11	13.8	28.8	224.5	-3.33	11.70	1468.1
240		12	23.4	26.5	9.7	9.6	90.6	823.9
241	2010	1	23.4	33.0	92.8	0.0	0.0	824.1
242		2	45.8	33.0	162.5	22.4	496.4	40.1
243		3	41.3	48.2	47.1	-4.5	20.7	116.3
244		4	57.9	45.2	163.1	16.6	273.0	34.0
245		5	51.8	56.4	21.1	-6.1	38.4	0.1
246		6	47.3	52.3	24.6	-4.5	21.1	22.8
247		7	33.4	49.2	251.1	-13.9	196.9	350.3
248		8	18.9	39.8	436.8	-14.5	212.9	1102.9
249		9	17.4	30.0	158.6	-1.5	2.6	1205.7
250		10	13.0	29.0	254.9	-4.4	20.2	1530.3
251		11	11.4	26.0	212.6	-1.6	2.8	1657.5
252		12	22.7	24.9	4.7	11.3	126.2	863.4
253	2011	1	38.7	32.6	37.6	16.0	252.2	179.8
254		2	116.6	43.4	5366.3	77.9	6061.0	4165.4
255		3	55.3	96.2	1668.9	-61.3	3771.0	10.4
256		4	122.3	54.7	4575.7	67.0	4472.0	4927.2
257		5	69.3	100.0	945.2	-53.0	2822.4	294.6
258		6	56.5	64.1	58.0	-12.8	166.0	19.1
259		7	78.8	55.4	547.3	22.3	495.2	714.1
260		8	31.3	70.6	1539.9	-47.5	2265.3	431.7
261		9	39.5	38.4	1.2	8.1	64.8	159.6
262		10	31.6	43.9	151.2	-7.9	63.2	419.8
263		11	29.5	38.6	82.4	-2.1	4.8	510.2
264		12	52.1	37.2	224.1	22.6	507.6	0.001
Сумма			2501.2		31694.3	17.1	38562.1	54161.7
среднее			52			1.69		
n =	48				$\sigma_{\Delta} =$	28.64	$\sigma =$	33.95

m =	2				S =	26.25		
-----	---	--	--	--	-----	-------	--	--

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.92
$S/\sigma =$	0.77
E_5	0.41

Фактический и прогнозный (5) гидрографы за период 2008 - 2011



ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Зависимость (2) $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$ для периода 1996 - 2001 гг

Предикторы

Intercept	21.38938
X Variable 1	0.76862
X Variable 2	-0.21501

Оценка прогноза (2)

№	год	месяц	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{пр}}$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{пр}})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{\text{ср}})^2$	$(Q_{\text{ф}} - Q_{\text{ср ф}})^2$
145	2002	1	30.5	33.6	10.1	-4.6	17.7	241.3
146		2	35.1	36.5	2.1	-25.5	629.6	119.4
147		3	60.6	37.3	542.6	-15.2	220.3	212.0
148		4	75.8	35.3	1638	-3.7	11.0	887.9
149		5	79.5	51.6	776.5	26.0	699.1	1123
150		6	53.5	62.5	82.7	-11.6	124.5	55.7
151		7	65.0	71.0	35.9	29.0	861.5	361.6
152		8	36.1	48.5	154.9	18.3	347.7	98.8
153		9	17.8	63.6	2097.9	-0.5	0.0	794.7
154		10	18.3	45.3	728.7	-25.7	642.2	768.1
155		11	44.0	31.1	165.7	3.7	17.1	3.9
156		12	40.3	26.0	204.7	20.7	446.0	32.6
157	2003	1	19.6	46.6	729.0	-15.2	219.4	698.7
158		2	34.8	48.1	179.0	-16.9	271.1	126.0
159		3	51.6	28.9	514.4	-9.2	76.7	31.8
160		4	60.8	37.0	565.0	-12.2	140.3	218.7
161		5	73.0	48.0	626.0	25.1	649.1	730.7
162		6	47.9	52.4	19.9	-0.6	0.0	3.8
163		7	48.5	67.2	349.1	18.1	342.2	6.4
164		8	30.4	47.8	302.1	1.7	4.2	242.4
165		9	28.8	52.1	546.8	10.0	107.7	296.9
166		10	18.8	38.6	392.3	0.0	0.2	740.4
167		11	18.8	39.5	428.0	-16.4	256.2	741.1
168		12	35.2	31.8	11.4	6.1	41.9	117.1
169	2004	1	29.1	28.3	0.7	1.2	2.5	285.4
170		2	27.9	42.2	203.1	-14.8	206.3	326.7

171		3	42.7	37.8	24.3	-12.5	146.3	11
172		4	55.2	33.7	462.1	12.1	155.0	84.2
173		5	43.1	42.3	0.6	-26.6	687.0	8.3
174		6	69.7	54.5	231.0	30.4	946.6	563.1
175		7	39.4	39.5	0.0	9.6	100.6	44.1
176		8	29.7	66.5	1354.2	2.3	7.1	264.9
177		9	27.4	45.2	316.9	-0.3	0.004	344.0
178		10	27.8	38.3	111.3	1.4	3.4	331.7
179		11	26.3	36.5	103.6	-9.5	82.1	386.6
180		12	35.8	37.1	1.7	16.4	282.0	104.2
181	2005	1	19.4	33.9	211.5	-45.4	2028.8	707.7
182		2	64.8	44.7	404.1	-49.1	2371.0	354.8
183		3	113.9	22.4	8384	30.3	945.3	4613.8
184		4	83.6	46.7	1357.5	27.4	774.7	1411.9
185		5	56.1	91.0	1214.5	1.9	5.1	102.8
186		6	54.3	73.6	372.2	10.8	125.5	68.4
187		7	43.5	52.9	88.6	18.2	345.4	6.5
188		8	25.3	53.8	811.7	2.6	9.0	429.7
189		9	22.7	49.4	713.0	2.1	6.1	544.7
190		10	20.6	35.9	235.9	-5.9	31	646.0
191		11	26.5	34.4	61.9	-2.4	4.2	379.5
192		12	28.9	31.5	6.5	-7.1	45.1	290.6
193	2006	1	36.1	35.5	0.3	-39.5	1526.8	98.7
194		2	75.5	35.9	1571.4	-43.6	1864.7	872.2
195		3	119.1	32.9	7437.4	-6.7	39.2	5345.3
196		4	125.8	53.8	5174.2	73.8	5506.8	6363.4
197		5	52.0	85.9	1152.1	1.3	2.8	35.5
198		6	50.7	106.9	3160.0	7.0	54.0	21.9
199		7	43.7	50.4	45.0	6.5	48.1	5.2
200		8	37.2	50.9	189.4	6.2	43.7	77.8
201		9	31.0	47.0	257.3	3.8	17.3	226.1
202		10	27.2	43.3	259.8	-11.9	133.0	353.6
203		11	39.1	39.3	0.0	-23.4	529.1	47.3
204		12	62.5	33.9	820.1	19.9	409.9	272.9
205	2007	1	42.7	38.0	21.6	10.5	118.0	11.1
206		2	32.2	60.3	787.8	-27.4	727.0	190.3
207		3	59.6	47.3	151.2	-26.6	688.0	184.0
208		4	86.2	33.3	2793	25.8	688.3	1615.1
209		5	60.3	48.6	137	-20.3	396.7	205.9
210		6	80.7	74.7	36	50.4	2582.8	1201.4
211		7	30.2	50.4	408	-15.4	224.2	248
212		8	45.6	76.9	978.7	15.7	259.9	0.2
213		9	29.9	34.8	24.5	1.5	3.6	259.8
214		10	28.4	50.0	468.2	-14.7	203.3	310.4

215		11	43.0	38.2	22.9	8.0	70.6	9
216		12	35.0	33.9	1.2	-23.9	554.5	120.3
Сумма			3311.4		53670.4	-28.51	32127.7	39038.9
среднее			45.99			-0.40		
n =	72				$\sigma_{\Delta} =$	21.27	$\sigma =$	23.45
m =	2				S =	27.69		
S/σ_{Δ} =	1.30							
S/σ =	1.18							
E₁	-0.37							

Зависимость (3) $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$ для периода 2002 - 2007 гг

Intercept	23.19772
X Variable 1	0.729618
X Variable 2	-0.23079

Оценка прогноза (3)

№	год	месяц	Q, м ³ /с	Q _{пр}	$(Q_{\phi} - Q_{пр})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{ср})^2$	$(Q_{\phi} - Q_{ср\phi})^2$
217	2008	1	59.0	46.5	155.1	-99	10036.3	47.02
218		2	157.9	35.1	15074.3	17.3	257.2	11195.71
219		3	140.7	29.8	12294.3	14.2	168	7840.18
220		4	126.5	106.0	421	42.1	1672.7	5528.63
221		5	84.3	96.6	151.2	26.7	649.4	1038.63
222		6	57.6	96.0	1472.9	7.2	35.8	30.43
223		7	50.4	71.4	441.7	15.4	200	2.87
224		8	35.0	53.6	344.6	-4.4	31.4	291.22
225		9	39.4	51.9	155.6	4.1	8.4	161.02
226		10	35.3	39.7	19.1	-6.7	62.3	282.65
227		11	42.0	43.8	3.4	8.0	46.5	102.99
228		12	33.9	39.3	28.7	-36.1	1390.5	331.10
229	2009	1	70.0	46.0	575.4	-12.6	190.1	319.15
230		2	82.5	31.8	2574.7	9.2	63.8	925.67
231		3	73.3	55.2	328.2	-0.4	2.6	449.90
232		4	73.7	66.5	51.9	20.3	363.6	466.16
233		5	53.4	59.7	39.4	10.4	83.9	1.68
234		6	43.0	64.6	467.9	7.7	42.3	82.71
235		7	35.3	52.2	287.3	5.1	14.7	283.09
236		8	30.2	46.4	263.2	12.8	134.7	479.36

237		9	17.4	42.0	604.5	0.3	0.9	1206.05
238		10	17.1	41.2	581.4	3.3	4.4	1224.25
239		11	13.8	31.9	328.8	-9.6	117.5	1468.06
240		12	23.4	32.5	82.8	0.003	1.5	823.93
241	2010	1	23.4	27.9	19.9	-22.4	557.1	824.11
242		2	45.8	34.9	118.9	4.5	10.4	40.10
243		3	41.3	29.7	134.9	-16.6	318.5	116.34
244		4	57.9	47.1	118.4	6.1	23.8	34.02
245		5	51.8	40.0	140.7	4.5	10.7	0.07
246		6	47.3	53.5	38.2	13.9	161.6	22.81
247		7	33.4	50.1	278.9	14.5	176	350.26
248		8	18.9	50.0	968.9	1.5	0.1	1102.92
249		9	17.4	43.2	666.4	4.4	10.03	1205.70
250		10	13.0	33.0	399.4	1.6	0.1	1530.31
251		11	11.4	32.9	461.7	-11.3	157.7	1657.49
252		12	22.7	30.0	53.6	-16.0	296.0	863.37
253	2011	1	38.7	26.3	154.6	-77.9	6268.8	179.75
254		2	116.6	30.8	7362	61.3	3610.3	4165.38
255		3	55.3	24.5	950	-67.0	4650.8	10.41
256		4	122.3	95.5	716.5	53.0	2683.5	4927.17
257		5	69.3	35.3	1151	12.8	133.6	294.56
258		6	56.5	96.4	1596.9	-22.3	555.8	19.14
259		7	78.8	60.7	328.6	47.5	2141.1	714.11
260		8	31.3	46.2	221.5	-8.1	87.8	431.69
261		9	39.5	73.5	1156.6	7.9	43.9	159.62
262		10	31.6	36.9	28.4	2.1	1	419.77
263		11	29.5	44.7	230.4	-22.6	569	510.18
264		12	52.1	39.5	161.1	52.1	2592.7	0.001
Сумма			2501.2		54204.5	58.97	40638.5	54161.7
среднее			52.11			1.23		
n =	48				$\sigma_{\Delta} =$	29.40	$\sigma =$	33.95
m =	2				S =	34.33		

$S/\sigma_{\Delta} =$	1.17
$S/\sigma =$	1.01
E_1	-0.001

ПРИЛОЖЕНИИ Д

Матрица для построить зависимость (1) $Q_i = f(Q_{i-1})$ между расходом воды для
каждого месяца отдельно от 1996 по 2007гг.

	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
11		13.8	52.2	14.1	13.2	12.2	23.8	44.0	18.8	26.3	26.5	39.1
12		14.2	73.9	6.9	50.9	18.3	28.2	40.3	35.2	35.8	28.9	62.5
1	43.5	26.7	30.2	38.0	34.7	35.5	30.5	19.6	29.1	19.4	36.1	42.7
2	67.6	44.6	35.9	92.1	87.3	37.5	35.1	34.8	27.9	64.8	75.5	32.2
3	111	62.2	75.9	124.4	176.8	105.4	60.6	51.6	42.7	113.9	119.1	59.6
4	59.3	52.2	84.9	106.8	128.8	64.6	75.8	60.8	55.2	83.6	125.8	86.2
5	49.7	72.3	103.6	102.8	83.7	34.5	79.5	73.0	43.1	56.1	52.0	60.3
6	30.5	27.1	49.7	52.2	50.6	91.6	53.5	47.9	69.7	54.3	50.7	80.7
7	45.1	37.2	32.8	50.4	33.4	54.4	65.0	48.5	39.4	43.5	43.7	30.2
8	23	31.7	24.2	38.0	23.5	43.3	36.1	30.4	29.7	25.3	37.2	45.6
9	20.6	25.3	17.1	24.1	35.6	21.9	17.8	28.8	27.4	22.7	31.0	29.9
10	22.4	19.8	16.7	25.5	23.2	19.2	18.3	18.8	27.8	20.6	27.2	28.4
11	13.8	52.2	14.1	13.2	12.2	23.8	44.0	18.8	26.3	26.5	39.1	43.0
12	14.2	73.9	6.9	50.9	18.3	28.2	40.3	35.2	35.8	28.9	62.5	35.0
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007

ПРИЛОЖЕНИИ Е

Матрица для построить зависимость (2) $Q_i = f(Q_{i-1}, Q_{i-2})$ для периода 1996 - 2007 гг и прогноз 2008-20011.

	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1996			43.5	67.6	111.0	59.3	49.7	30.5	45.1	23.0	20.6	22.4	13.8	14.2
1997	13.8	14.2	26.7	44.6	62.2	52.2	72.3	27.1	37.2	31.7	25.3	19.8	52.2	73.9
1998	52.2	73.9	30.2	35.9	75.9	84.9	103.6	49.7	32.8	24.2	17.1	16.7	14.1	6.9
1999	14.1	6.9	38	92.1	124.4	106.8	102.8	52.2	50.4	38.0	24.1	25.5	13.2	50.9
2000	13.2	50.9	34.7	87.3	176.8	128.8	83.7	50.6	33.4	23.5	35.6	23.2	12.2	18.3
2001	12.2	18.3	35.5	37.5	105.4	64.6	34.5	91.6	54.4	43.3	21.9	19.2	23.8	28.2
2002	23.8	28.2	30.5	35.1	60.6	75.8	79.5	53.5	65.0	36.1	17.8	18.3	44.0	40.3
2003	44.0	40.3	19.6	34.8	51.6	60.8	73.0	47.9	48.5	30.4	28.8	18.8	18.8	35.2
2004	18.8	35.2	29.1	27.9	42.7	55.2	43.1	69.7	39.4	29.7	27.4	27.8	26.3	35.8
2005	26.3	35.8	19.4	64.8	113.9	83.6	56.1	54.3	43.5	25.3	22.7	20.6	26.5	28.9
2006	26.5	28.9	36.1	75.5	119.1	125.8	52.0	50.7	43.7	37.2	31.0	27.2	39.1	62.5
2007	39.1	62.5	42.7	32.2	59.6	86.2	60.3	80.7	30.2	45.6	29.9	28.4	43.0	35.0

Зависимость (1) $Q_I = f(Q_{XI}, Q_{XII})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	32.7177698
Переменная X_1	-0.29000844
Переменная X_2	0.16424951

Зависимость (2) $Q_{II} = f(Q_{XII}, Q_{XI})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	40.88468
Переменная X_1	-0.36312
Переменная X_2	0.763277

Зависимость (3) $Q_{III} = f(Q_I, Q_{II})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	3.093355
---------------	----------

Переменная X_1	0.339881
Переменная X_2	1.471628

Зависимость (4) $Q_{IV}=f(Q_{III}, Q_{II})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	35.08631
Переменная X_1	0.362293
Переменная X_2	0.301636

Зависимость (5) $Q_V=f(Q_{IV}, Q_{III})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	43.18965
Переменная X_1	-0.169
Переменная X_2	0.486621

Зависимость (6) $Q_{VI}=f(Q_V, Q_{VI})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	69.92735
Переменная X_1	0.134955
Переменная X_2	-0.3866

Зависимость (7) $Q_{VII}=f(Q_{VI}, Q_V)$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	45.05918
Переменная X_1	-0.03814
Переменная X_2	0.021076

Зависимость (8) $Q_{VIII}=f(Q_{VII}, Q_{VI})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	10.31818
Переменная X_1	0.263285
Переменная X_2	0.173164

Зависимость (9) $Q_{IX}=f(Q_{VIII}, Q_{VII})$ для периода 1996 - 2007 гг.

Y-пересечение	32.4204218
Переменная X_1	-0.28916385
Переменная X_2	0.16643665

Зависимость (10) $Q_X=f(Q_{IX}, Q_{VIII})$ для периода 1996 - 2007 гг.

У-пересечение	6.751002897
Переменная X_1	0.149519348
Переменная X_2	0.426219407

Зависимость (11) $Q_{XI}=f(Q_X, Q_{IX})$ для периода 1996 - 2007 гг.

У-пересечение	19.02101
Переменная X_1	-0.16486
Переменная X_2	0.554938

Зависимость (12) $Q_{XII}=f(Q_{XII}, Q_{XI})$ для периода 1996 - 2007 гг.

У-пересечение	-11.0176
Переменная X_1	0.958808
Переменная X_2	0.934501

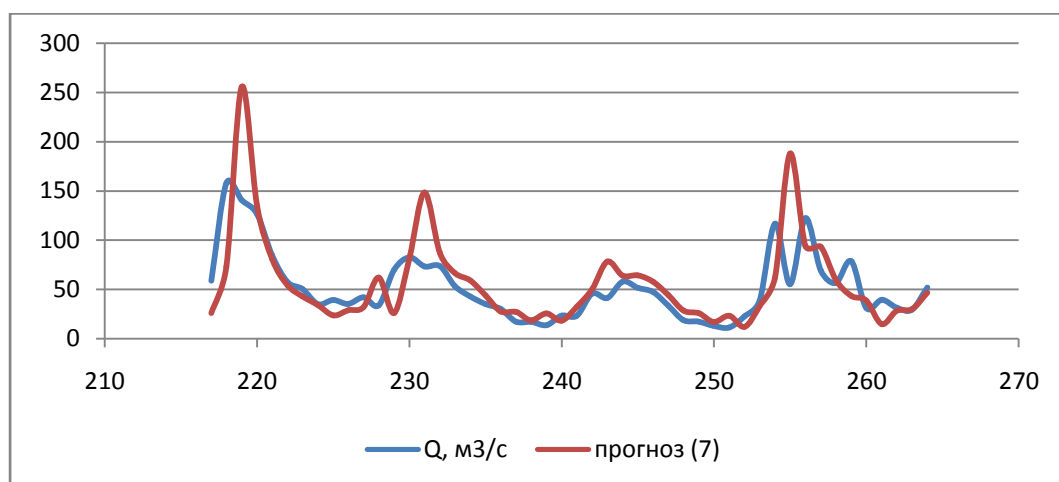
Оценка прогноза (2)

№	год	месяц	Q, м³/с	Q _{пр}	(Q _ф -Q _{пр})²	Δ	(Δ - Δ _{ср})²	(Q _ф -Q _{ср ф})²
217	2008	1	59	26.0	1087.3	23.9	568.8	47.0
218		2	157.9	73.2	7181.6	99.0	9772.9	11195.7
219		3	140.7	255.5	13197.1	-17.3	301.4	7840.2
220		4	126.5	134.7	68	-14.2	204.1	5528.6
221		5	84.3	81.0	11.4	-42.1	1782.7	1039
222		6	57.6	54.4	10.5	-26.7	718.6	30.4
223		7	50.4	43.1	54.2	-7.2	53.4	2.9
224		8	35	34.2	0.7	-15.4	239.2	291.2
225		9	39.4	23.7	247.9	4.4	18.3	161.0
226		10	35.3	28.8	42.3	-4.1	17.8	282.7
227		11	42.0	32.1	97.0	6.7	43.2	103.0
228		12	33.9	62.0	791.0	-8.0	66.3	331.1
229	2009	1	70.0	26.1	1923.3	36.1	1293.6	319.2
230		2	82.5	82.0	0.3	12.6	155.4	925.7
231		3	73.3	148.3	5627.3	-9.2	86.7	449.9
232		4	73.7	87.1	179.7	0.4	0.1	466.2
233		5	53.4	66.7	175.8	-20.3	415.8	1.7
234		6	43.0	59.2	262.8	-10.4	109.9	82.7

235		7	35.3	43.9	74.7	-7.7	61.2	283.1
236		8	30.2	27.8	6.1	-5.1	26.7	479.4
237		9	17.4	27.2	97.3	-12.8	167.2	1206.0
238		10	17.1	18.7	2.4	-0.3	0.1	1224.2
239		11	13.8	25.7	140.7	-3.3	11.7	1468.1
240		12	23.4	18.3	26.2	9.6	90.6	823.9
241	2010	1	23.4	32.6	83.9	0.0	0.0	824.1
242		2	45.8	50.2	20.0	22.4	496.4	40.1
243		3	41.3	78.4	1375.7	-4.5	20.7	116.3
244		4	57.9	64.1	38.4	16.6	273.0	34.0
245		5	51.8	64.4	157.9	-6.1	38.4	0.1
246		6	47.3	57.7	107.6	-4.5	21.1	22.8
247		7	33.4	44.1	114.2	-13.9	196.9	350.3
248		8	18.9	28.6	93.4	-14.5	212.9	1102.9
249		9	17.4	25.9	72.7	-1.5	2.6	1205.7
250		10	13	17.0	16.0	-4.4	20.2	1530.3
251		11	11.4	23.4	143.2	-1.6	2.8	1657.5
252		12	22.7	12.1	113.2	11.3	126.2	863.4
253	2011	1	38.7	33.1	30.9	16.0	252.2	179.8
254		2	116.6	62.2	2967.7	77.9	6061.0	4165.4
255		3	55.3	187.9	17576	-61.3	3771.0	10.4
256		4	122.3	94.0	798.9	67.0	4472.0	4927.2
257		5	69.3	93.4	579.9	-53.0	2822.4	294.6
258		6	56.5	59.7	10.0	-12.8	166.0	19.1
259		7	78.8	43.6	1240.8	22.3	495.2	714.1
260		8	31.3	38.8	56.4	-47.5	2265.3	431.7
261		9	39.5	14.8	606.9	8.1	64.8	159.6
262		10	31.6	28.3	11.3	-7.9	63	419.8
263		11	29.5	30.1	0.3	-2.1	4.8	510.2
264		12	52.1	46.9	27.6	22.6	507.6	0.0
Сумма			2501.2		57549.1	17.1	38562.1	54161.7
среднее			52.11			0.36		
n =	48				$\sigma_{\Delta} =$	28.64	$\sigma =$	33.95
m =	2				S =	35.37		

$S/\sigma_{\Delta} =$	1.23
$S/\sigma =$	1.04
E_2	-0.06

Фактический и прогнозный (7) гидрографы за период 2008 - 2011



Приложение Ж

Таблица результатов средневзвешенного значения осадков (X).

№	Число дней	год	месяц	Хсредневзвешенные, мм
1	31	1990	1	41.3
2	28		2	81.7
3	31		3	56.2
4	30		4	104.6
5	31		5	57.5
6	30		6	25.1
7	31		7	7.1
8	31		8	7.8
9	30		9	5.3
10	31		10	74.1
11	30		11	50.2
12	31		12	36.3
13	31	1991	1	31.2
14	28		2	68.7
15	31		3	88.4
16	30		4	39.1
17	31		5	26.7
18	30		6	21.3
19	31		7	14.4
20	31		8	14.8
21	30		9	16.4
22	31		10	26.4
23	30		11	33.5
24	31		12	46.8
25	31	1992	1	40.8
26	29		2	74.6
27	31		3	115.1
28	30		4	89.8
29	31		5	73.7
30	30		6	21.5
31	31		7	13.7
32	31		8	15.3
33	30		9	36.7
34	31		10	18.6
35	30		11	27.7
36	31		12	33.9

37	31	1993	1	75.6
38	28		2	162.3
39	31		3	207.4
40	30		4	145.6
41	31		5	44.2
42	30		6	10.5
43	31		7	12.4
44	31		8	8.1
45	30		9	19.8
46	31		10	27.2
47	30		11	34.5
48	31		12	85.3
49	31	1994	1	
50	28		2	
51	31		3	
52	30		4	
53	31		5	
54	30		6	
55	31		7	
56	31		8	
57	30		9	
58	31		10	
59	30		11	
60	31		12	
61	31	1995	1	37.6
62	28		2	47.5
63	31		3	85.5
64	30		4	55.0
65	31		5	31.6
66	30		6	6.4
67	31		7	27.8
68	31		8	7.5
69	30		9	9.7
70	31		10	16.4
71	30		11	66.4
72	31		12	95.5
73	31	1996	1	142.7
74	29		2	146.4
75	31		3	128.2
76	30		4	58.1
77	31		5	31.9
78	30		6	21.1
79	31		7	17.9

80	31		8	10.5
81	30		9	16.2
82	31		10	69.8
83	30		11	21.0
84	31		12	21.3
85	31	1997	1	99.0
86	28		2	65.0
87	31		3	132.6
88	30		4	80.4
89	31		5	28.4
90	30		6	29.2
91	31		7	12.2
92	31		8	14.6
93	30		9	33.4
94	31		10	67.7
95	30		11	174.2
96	31		12	97.4
97	31	1998	1	70.1
98	28		2	95.7
99	31		3	184.6
100	30		4	142.8
101	31		5	121.3
102	30		6	14.4
103	31		7	27.8
104	31		8	16.8
105	30		9	19.2
106	31		10	44.2
107	30		11	24.5
108	31		12	46.8
109	31	1999	1	106.6
110	28		2	214.5
111	31		3	134.8
112	30		4	57.6
113	31		5	88.9
114	30		6	61.9
115	31		7	25.6
116	31		8	16.2
117	30		9	57.2
118	31		10	20.7
119	30		11	15.5
120	31		12	126.4
121	31	2000	1	62.1
122	29		2	108.6

123	31		3	146.2
124	30		4	84.0
125	31		5	44.1
126	30		6	31.2
127	31		7	9.3
128	31		8	13.7
129	30		9	68.0
130	31		10	6.9
131	30		11	10.6
132	31		12	47.4
133	31	2001	1	111.2
134	28		2	52.9
135	31		3	178.1
136	30		4	68.5
137	31		5	42.1
138	30		6	21.7
139	31		7	9.1
140	31		8	9.2
141	30		9	14.3
142	31		10	16.3
143	30		11	46.1
144	31		12	35.3
145	31	2002	1	24.9
146	28		2	69.9
147	31		3	73.5
148	30		4	62.7
149	31		5	29.5
150	30		6	40.5
151	31		7	15.8
152	31		8	13.1
153	30		9	8.8
154	31		10	47.8
155	30		11	36.8
156	31		12	71.5
157	31	2003	1	35.4
158	28		2	39.6
159	31		3	93.6
160	30		4	67.0
161	31		5	29.5
162	30		6	30.5
163	31		7	17.9
164	31		8	8.3
165	30		9	17.1

166	31		10	24.1
167	30		11	41.4
168	31		12	45.4
169	31	2004	1	36.3
170	29		2	40.7
171	31		3	43.3
172	30		4	85.0
173	31		5	38.3
174	30		6	18.8
175	31		7	10.1
176	31		8	3.1
177	30		9	36.7
178	31		10	31.1
179	30		11	42.8
180	31		12	32.5
181	31	2005	1	41.9
182	28		2	85.7
183	31		3	156.3
184	30		4	57.8
185	31		5	18.0
186	30		6	18.0
187	31		7	5.7
188	31		8	4.9
189	30		9	16.2
190	31		10	26.0
191	30		11	10.4
192	31		12	75.4
193	31	2006	1	60.5
194	28		2	104.4
195	31		3	142.3
196	30		4	88.1
197	31		5	12.1
198	30		6	23.7
199	31		7	6.2
200	31		8	7.9
201	30		9	10.5
202	31		10	21.5
203	30		11	91.1
204	31		12	84.5
205	31	2007	1	75.0
206	28		2	47.8
207	31		3	101.6
208	30		4	125.5

209	31		5	48.1
210	30		6	30.0
211	31		7	8.9
212	31		8	19.1
213	30		9	8.0
214	31		10	32.8
215	30		11	42.9
216	31		12	65.2
217	31	2008	1	118.9
218	29		2	174.6
219	31		3	188.1
220	30		4	116.2
221	31		5	63.1
222	30		6	29.7
223	31		7	14.5
224	31		8	13.2
225	30		9	13.6
226	31		10	63.6
227	30		11	64.5
228	31		12	48.7
229	31	2009	1	134.0
230	28		2	111.7
231	31		3	72.1
232	30		4	54.4
233	31		5	43.0
234	30		6	18.1
235	31		7	8.6
236	31		8	7.2
237	30		9	6.3
238	31		10	28.5
239	30		11	32.4
240	31		12	78.6
241	31	2010	1	48.3
242	28		2	104.5
243	31		3	91.2
244	30		4	71.3
245	31		5	48.2
246	30		6	47.4
247	31		7	40.4
248	31		8	10.8
249	30		9	16.6
250	31		10	28.7
251	30		11	47.9

252	31		12	103.3
253	31	2011	1	111.2
254	28		2	127.1
255	31		3	67.6
256	30		4	122.5
257	31		5	40.6
258	30		6	32.7
259	31		7	19.6
260	31		8	13.8
261	30		9	20.7
262	31		10	22.2
263	30		11	45.6
264	31		12	80.2

Приложение 3

Зависимость, прогнозирования и оценки прогноза между Y и X можно найти в приложении 3.

Зависимость (2) $Y_{i+1}=f(X_i, Y_i)$ для периода 1990 - 2004 гг., и прогноз для периода 2005-2011 гг.

Предикторы

Intercept	10.58239
X Variable 1	0.162106
X Variable 2	0.506766

Оценка прогноза (2)

№	Число дней	год	месяц	Y , мм/мес	$Y_{пр}$	$(Y_{ф}-Y_{пр})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{ср})^2$	$(Y_{ф}-Y_{ср,ф})^2$
181	31	2005	1	14.5	29.5	227	7.7	52.0	537.2
182	28		2	43.7	24.1	383.6	45.4	2021.1	36.8
183	31		3	85.1	46	1494.7	49.1	2362.7	2247.2
184	30		4	60.4	78.4	325	-30.3	950.5	516.7
185	31		5	41.9	50.1	67.6	-27.4	779.5	18.1
186	30		6	39.2	34.9	18.4	-1.9	5.5	2.4
187	31		7	32.4	33.2	0.6	-10.8	127.5	27.2
188	31		8	18.9	27.9	81.8	-18.2	348.6	353.2
189	30		9	16.4	20.9	20.7	-2.6	9.6	453.2
190	31		10	15.4	21.6	38.8	-2.1	6.5	497
191	30		11	19.2	23	14.6	5.9	29.7	342.2
192	31		12	21.6	22.0	0.2	2.4	3.8	257.4
193	31	2006	1	26.9	34.2	53.5	7.1	43.9	115.2
194	28		2	50.9	34.0	286.8	39.5	1520.1	176.4
195	31		3	88.9	53	1301.6	43.6	1857.3	2629.4
196	30		4	90.9	77.9	167.6	6.7	38.2	2832.4

197	31		5	38.8	70.7	1020	-73.8	5519.5	1.3
198	30		6	36.6	32.2	19.7	-1.3	3.1	1.1
199	31		7	32.6	33.2	0.3	-7.0	55.3	25.1
200	31		8	27.8	28.1	0.1	-6.5	49.3	98.0
201	30		9	22.4	26.0	12.9	-6.2	44.9	233.7
202	31		10	20.3	23.6	11.1	-3.8	18.1	301.2
203	30		11	28.3	24.5	13.9	11.9	131.0	88.2
204	31		12	46.7	40.4	38.9	23.4	525.2	81.4
205	31	2007	1	31.9	48.4	272.3	-19.9	413.4	33.6
206	28		2	21.7	38.7	289.3	-10.5	119.8	254.1
207	31		3	44.5	29.2	233.0	27.4	722.3	46.4
208	30		4	62.3	49.1	173.9	26.6	683.5	606.1
209	31		5	45.1	62.7	309.6	-25.8	692.8	54.8
210	30		6	58.3	41.4	285.1	20.3	393.3	425.4
211	31		7	22.6	45.6	530.7	-50.4	2591.5	227.6
212	31		8	34	23.5	111.9	15.4	221.6	13.0
213	30		9	21.6	31.3	94.2	-15.7	262.7	258.3
214	31		10	21.2	22.9	3.1	-1.5	3.9	271.2
215	30		11	31.1	27.2	15.1	14.7	200.9	43.1
216	31		12	26.2	34.1	63.4	-8.0	72.1	132.4
217	31	2008	1	44	34.8	84.9	23.9	550.5	40.6
218	29		2	110.3	51.1	3505.0	99.0	9696.6	5278.5
219	31		3	105	94.1	119.4	-17.3	314.9	4538.6
220	30		4	91.4	93.1	2.8	-14.2	215.3	2886.6
221	31		5	63.0	76.2	174.9	-42.1	1815.5	641.0
222	30		6	41.6	53.2	132.9	-26.7	739.4	15.9
223	31		7	37.6	36.7	0.9	-7.2	59.2	0.0
224	31		8	26.2	32.1	35.4	-15.4	251.3	132.0
225	30		9	28.5	26.0	6.4	4.4	15.2	84.1
226	31		10	26.4	27.3	0.9	-4.1	21.2	127.7

227	30		11	30.3	34.4	16.3	6.7	38.2	53.8
228	31		12	25.3	37.5	148.0	-8.0	72.8	152.1
229	31	2009	1	52.2	31.7	422.6	36.1	1265.9	212.9
230	28		2	55.7	58.3	7.2	12.6	145.9	324.3
231	31		3	54.7	56.0	1.7	-9.2	94.0	292.1
232	30		4	53.3	50.4	8.3	0.4	0.0	243.3
233	31		5	39.9	46.6	45.5	-20.3	431.7	4.9
234	30		6	31.1	37.8	45.4	-10.4	118.2	43.2
235	31		7	26.3	29.2	8.4	-7.7	67.4	127.9
236	31		8	22.6	25.4	8.1	-5.1	30.8	227.9
237	30		9	12.6	23.3	115.6	-12.8	177.3	629.9
238	31		10	12.8	18.1	28.0	-0.3	0.6	618.7
239	30		11	10	22.1	147.0	-3.3	14.5	766.7
240	31		12	17.5	21.1	12.8	9.6	83.3	407.2
241	31	2010	1	17.5	31.6	200.6	0.0	0.2	407.3
242	28		2	30.9	27.4	12.0	22.4	479.3	46.0
243	31		3	30.9	43.1	149.8	-4.5	24.4	46.3
244	30		4	41.9	41.2	0.4	16.6	260.4	17.7
245	31		5	38.7	43.3	21.5	-6.1	43.4	1.1
246	30		6	34.2	38.6	19.8	-4.5	24.9	11.9
247	31		7	24.9	36.0	123.1	-13.9	208.0	161.8
248	31		8	14.1	30.4	264.1	-14.5	224.3	554.4
249	30		9	12.6	19.7	50.5	-1.5	4.0	629.7
250	31		10	9.7	19.7	99.8	-4.4	23.8	781.6
251	30		11	8.2	20.6	151.9	-1.6	4.3	865.6
252	31		12	17	23.1	37.9	11.3	117.7	428.0
253	31	2011	1	28.9	36.3	55.1	16	240.1	76.7
254	28		2	78.7	43.2	1259.3	77.9	6000.9	1682.3
255	31		3	41.3	71.5	913.0	-61.3	3818.7	13.4
256	30		4	88.4	43.1	2050.4	67	4420.4	2572.6

257	31		5	51.7	75.3	557.9	-53	2863.6	197.9
258	30		6	40.8	44.3	12.1	-12.8	176.1	10
259	31		7	58.9	36.6	495.7	22.3	478.1	449.7
260	31		8	23.4	43.8	417.3	-47.5	2302.2	203.4
261	30		9	28.5	25.0	12.8	8.1	58.7	83.4
262	31		10	23.6	28.7	25.9	-7.9	69.5	197.3
263	30		11	21.3	26.6	27.3	-2.1	6.7	266.5
264	31		12	38.9	29.7	84.9	22.6	490.3	1.6
Сумма				3163.2	3239	20103.7	40.45	61440.36	41794.15
Сред.				37.7	38.6		0.48		
n =	84					$\sigma_{\Delta} =$	27.2	$\sigma =$	22.44
m =	2					S =	15.66		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.58
$S/\sigma =$	0.70
E_2	0.52

Зависимость (3) $Y_{i+1} = f(X_i, Y_i, X_{i-1}, Y_{i-1})$ для периода 1990 - 2004 гг., и прогноз для периода 2005-2011 гг.

Предикторы

Intercept	9.750855
X Variable 1	0.174976
X Variable 2	0.464638
X Variable 3	-0.00623
X Variable 4	0.052175

Оценка прогноза (3)

№	Число дней	год	месяц	Y, мм/мес	Y _{пр}	$(Y_{\phi} - Y_{пр})^2$	Δ	$(\Delta - \Delta_{ср})^2$	$(Y_{\phi} - Y_{ср, \phi})^2$
181	31	2005	1	14.5	28.7	202.7	-12.2	153.5	537.2

182	28		2	43.7	24.4	374.4	29.2	855.2	36.8
183	31		3	85.1	45	1579.4	41.3	1708.9	2247.2
184	30		4	60.4	77.7	299.9	-24.7	608.8	516.7
185	31		5	41.9	50.9	81.7	-18.5	341.3	18.1
186	30		6	39.2	35.4	14.7	-2.7	7.3	2.4
187	31		7	32.4	33.0	0.3	-6.8	45.7	27.2
188	31		8	18.9	27.7	78.3	-13.6	184.5	353.2
189	30		9	16.4	21.0	21.5	-2.5	6.2	453.2
190	31		10	15.4	21.2	34.5	-1.0	1.0	497
191	30		11	19.2	23	11.9	3.8	14.4	342.2
192	31		12	21.6	21.1	0.2	2.5	6.0	257.4
193	31	2006	1	26.9	34.4	56.4	5.3	28.2	115.2
194	28		2	50.9	33.4	305.9	24.0	576.7	176.4
195	31		3	88.9	52	1349.0	38.0	1443.8	2629.4
196	30		4	90.9	77.1	189.0	1.9	3.8	2832.4
197	31		5	38.8	71.0	1035.5	-52.1	2712.9	1.3
198	30		6	36.6	34.1	6.5	-2.2	4.7	1.1
199	31		7	32.6	33.1	0.2	-4.0	15.8	25.1
200	31		8	27.8	27.7	0.0	-4.9	23.9	98.0
201	30		9	22.4	25.7	11.3	-5.4	29.0	233.7
202	31		10	20.3	23.4	9.5	-2.1	4.3	301.2
203	30		11	28.3	24.2	16.2	8.0	63.4	88.2
204	31		12	46.7	40.6	37.3	18.4	339.1	81.4
205	31	2007	1	31.9	47.6	246.3	-14.8	219.7	33.6
206	28		2	21.7	39.4	312.5	-10.1	102.8	254.1
207	31		3	44.5	29.3	231.4	22.8	517.8	46.4
208	30		4	62.3	48.5	190.2	17.8	317.0	606.1
209	31		5	45.1	62.5	305.0	-17.2	296.5	54.8
210	30		6	58.3	41.8	273.1	13.2	174.9	425.4
211	31		7	22.6	44.8	493.7	-35.7	1275.2	227.6
212	31		8	34	24.6	88.8	11.5	131.7	13.0
213	30		9	21.6	30.4	78.0	-12.5	155.3	258.3
214	31		10	21.2	22.9	3.1	-0.4	0.2	271.2
215	30		11	31.1	27.0	16.6	9.9	98.1	43.1
216	31		12	26.2	33.5	53.5	-4.9	24.4	132.4
217	31	2008	1	44	35.1	80.2	17.9	319.7	40.6
218	29		2	110.3	50.8	3541.4	66.3	4393.1	5278.5
219	31		3	105	92.4	159.6	-5.3	27.9	4538.6
220	30		4	91.4	94.8	11.7	-13.6	186.1	2886.6
221	31		5	63.0	77.4	207.8	-28.4	807.1	641.0
222	30		6	41.6	54.5	166.6	-21.3	455.1	15.9
223	31		7	37.6	37.4	0.1	-4.0	16.0	0.0
224	31		8	26.2	31.9	32.5	-11.5	131.7	132.0
225	30		9	28.5	26.1	5.9	2.3	5.4	84.1
226	31		10	26.4	26.8	0.2	-2.1	4.5	127.7

227	30		11	30.3	34.6	18.7	4.0	15.7	53.8
228	31		12	25.3	37.3	142.6	-5.0	25.0	152.1
229	31	2009	1	52.2	31.6	427.0	26.9	725.0	212.9
230	28		2	55.7	58.0	5.4	3.4	11.7	324.3
231	31		3	54.7	56.1	1.9	-0.9	0.8	292.1
232	30		4	53.3	50.4	8.0	-1.5	2.2	243.3
233	31		5	39.9	46.7	45.9	-13.4	179.0	4.9
234	30		6	31.1	38.3	52.0	-8.8	77.3	43.2
235	31		7	26.3	29.1	7.8	-4.7	22.4	127.9
236	31		8	22.6	25.1	6.4	-3.8	14.3	227.9
237	30		9	12.6	22.9	107.9	-10.0	100.0	629.9
238	31		10	12.8	17.9	26.4	0.2	0.1	618.7
239	30		11	10	21.7	138.4	-2.8	7.9	766.7
240	31		12	17.5	20.7	10.4	7.5	56.4	407.2
241	31	2010	1	17.5	31.3	192.5	0.0	0.0	407.3
242	28		2	30.9	26.9	15.7	13.4	179.5	46.0
243	31		3	30.9	42.9	145.1	0.0	0.0	46.3
244	30		4	41.9	41.2	0.4	11.0	121.3	17.7
245	31		5	38.7	42.7	15.9	-3.2	10.0	1.1
246	30		6	34.2	38.6	19.3	-4.5	20.3	11.9
247	31		7	24.9	36.1	124.5	-9.3	85.9	161.8
248	31		8	14.1	30.5	269.1	-10.8	117.1	554.4
249	30		9	12.6	19.4	47.0	-1.5	2.4	629.7
250	31		10	9.7	19.2	90.4	-2.9	8.2	781.6
251	30		11	8.2	20.3	144.8	-1.5	2.1	865.6
252	31		12	17	22.9	35.4	8.7	76.3	428.0
253	31	2011	1	28.9	36.2	53.9	11.9	142.3	76.7
254	28		2	78.7	42.8	1288.0	49.8	2477.4	1682.3
255	31		3	41.3	69.9	815.0	-37.4	1395.3	13.4
256	30		4	88.4	44.7	1905.1	47.1	2214.5	2572.6
257	31		5	51.7	74.1	499.3	-36.7	1343.4	197.9
258	30		6	40.8	45.7	24.0	-10.9	119.0	10.0
259	31		7	58.9	36.9	483.5	18.0	325.7	449.7
260	31		8	23.4	42.7	372.5	-35.5	1258.0	203.4
261	30		9	28.5	26.3	5.1	5.1	26.3	83.4
262	31		10	23.6	28.1	20.0	-4.9	24.1	197.3
263	30		11	21.3	26.4	25.7	-2.3	5.2	266.5
264	31		12	38.9	29.7	84.8	17.6	309.9	1.6
Сумма				3163.2	3231	19890	12.22	30341	41794
Сред.				37.7	38.5		0.15		
n =	84					$\sigma_{\Delta} =$	19.1	$\sigma =$	22.44
m =	2					S =	15.57		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.81
-----------------------	------

$S/\sigma =$	0.69
E_3	0.52

Зависимость (4) $Y_{i+1}=f(X_i, X_{i-1})$ для периода 1990 - 2004 гг., и прогноз для периода 2005-2011 гг.

Предикторы

Intercept	21.09939
X Variable 1	0.223823
X Variable 2	0.112065

Оценка прогноза (4)

№	Число дней	год	месяц	Y, мм/мес	Y _{пр}	(Y _ф -Y _{пр}) ²	Δ	(Δ - Δ _{ср}) ²	(Y _ф -Y _{ср,ф}) ²
181	31	2005	1	14.5	33.8	372.8	-12.2	153.5	537.2
182	28		2	43.7	33.4	105.9	29.2	855.2	36.8
183	31		3	85.1	44	1664.9	41.3	1708.9	2247.2
184	30		4	60.4	64.7	18.5	-24.7	608.8	516.7
185	31		5	41.9	50.6	74.7	-18.5	341.3	18.1
186	30		6	39.2	31.6	58.3	-2.7	7.3	2.4
187	31		7	32.4	27.1	29.0	-6.8	45.7	27.2
188	31		8	18.9	24.2	28.8	-13.6	184.5	353.2
189	30		9	16.4	22.8	41.1	-2.5	6.2	453.2
190	31		10	15.4	25.4	100.5	-1.0	1.0	497
191	30		11	19.2	29	103.6	3.8	14.4	342.2
192	31		12	21.6	26.7	25.5	2.5	6.0	257.4
193	31	2006	1	26.9	39.8	166.6	5.3	28.2	115.2
194	28		2	50.9	43.4	57.1	24.0	576.7	176.4
195	31		3	88.9	51	1470.6	38.0	1443.8	2629.4
196	30		4	90.9	63.2	763.8	1.9	3.8	2832.4
197	31		5	38.8	56.0	295.4	-52.1	2712.9	1.3
198	30		6	36.6	33.5	9.5	-2.2	4.7	1.1
199	31		7	32.6	28.1	20.8	-4.0	15.8	25.1
200	31		8	27.8	25.3	6.1	-4.9	23.9	98.0
201	30		9	22.4	23.6	1.5	-5.4	29.0	233.7
202	31		10	20.3	24.4	16.6	-2.1	4.3	301.2
203	30		11	28.3	27.3	0.8	8.0	63.4	88.2
204	31		12	46.7	45.1	2.5	18.4	339.1	81.4
205	31	2007	1	31.9	51.3	379.6	-14.8	219.7	33.6
206	28		2	21.7	47.4	661.2	-10.1	102.8	254.1
207	31		3	44.5	39.9	20.8	22.8	517.8	46.4
208	30		4	62.3	48.4	192.1	17.8	317.0	606.1
209	31		5	45.1	60.5	237.2	-17.2	296.5	54.8
210	30		6	58.3	46.3	143.6	13.2	174.9	425.4
211	31		7	22.6	34.2	135.2	-35.7	1275.2	227.6
212	31		8	34	26.9	51.2	11.5	131.7	13.0
213	30		9	21.6	26.9	27.9	-12.5	155.3	258.3
214	31		10	21.2	25.4	18.1	-0.4	0.2	271.2
215	30		11	31.1	30.2	0.8	9.9	98.1	43.1

216	31		12	26.2	35.9	95.0	-4.9	24.4	132.4
217	31	2008	1	44	41.6	5.7	17.9	319.7	40.6
218	29		2	110.3	53.8	3189.5	66.3	4393.1	5278.5
219	31		3	105	71.8	1102.7	-5.3	27.9	4538.6
220	30		4	91.4	80.6	116.6	-13.6	186.1	2886.6
221	31		5	63.0	68.0	25.1	-28.4	807.1	641.0
222	30		6	41.6	49.2	56.9	-21.3	455.1	15.9
223	31		7	37.6	35.4	5.1	-4.0	16.0	0.0
224	31		8	26.2	28.0	3.2	-11.5	131.7	132.0
225	30		9	28.5	25.7	7.6	2.3	5.4	84.1
226	31		10	26.4	25.7	0.4	-2.1	4.5	127.7
227	30		11	30.3	37.1	45.8	4.0	15.7	53.8
228	31		12	25.3	44.2	357.7	-5.0	25.0	152.1
229	31	2009	1	52.2	40.5	137.9	26.9	725.0	212.9
230	28		2	55.7	56.2	0.3	3.4	11.7	324.3
231	31		3	54.7	59.6	23.8	-0.9	0.8	292.1
232	30		4	53.3	49.7	12.9	-1.5	2.2	243.3
233	31		5	39.9	41.9	4.2	-13.4	179.0	4.9
234	30		6	31.1	37.1	35.8	-8.8	77.3	43.2
235	31		7	26.3	30.0	13.2	-4.7	22.4	127.9
236	31		8	22.6	25.2	6.7	-3.8	14.3	227.9
237	30		9	12.6	23.9	128.9	-10.0	100.0	629.9
238	31		10	12.8	23.5	115.9	0.2	0.1	618.7
239	30		11	10	28.8	355.5	-2.8	7.9	766.7
240	31		12	17.5	32.1	212.6	7.5	56.4	407.2
241	31	2010	1	17.5	41.7	586.3	0.0	0.0	407.3
242	28		2	30.9	40.5	93.5	13.4	179.5	46.0
243	31		3	30.9	49.9	362.7	0.0	0.0	46.3
244	30		4	41.9	53.5	134.9	11.0	121.3	17.7
245	31		5	38.7	47.4	75.9	-3.2	10.0	1.1
246	30		6	34.2	40.7	42.9	-4.5	20.3	11.9
247	31		7	24.9	38.1	174.6	-9.3	85.9	161.8
248	31		8	14.1	36.6	504.6	-10.8	117.1	554.4
249	30		9	12.6	28.7	260.8	-1.5	2.4	629.7
250	31		10	9.7	26.2	273.1	-2.9	8.2	781.6
251	30		11	8.2	30.0	473.0	-1.5	2.1	865.6
252	31		12	17	36.2	367.9	8.7	76.3	428.0
253	31	2011	1	28.9	50.5	468.6	11.9	142.3	76.7
254	28		2	78.7	57.7	438.0	49.8	2477.4	1682.3
255	31		3	41.3	62.6	454.0	-37.4	1395.3	13.4
256	30		4	88.4	51.7	1348.4	47.1	2214.5	2572.6
257	31		5	51.7	56.7	24.6	-36.7	1343.4	197.9
258	30		6	40.8	45.3	19.8	-10.9	119.0	10.0
259	31		7	58.9	33.6	635.9	18.0	325.7	449.7
260	31		8	23.4	29.5	37.2	-35.5	1258.0	203.4
261	30		9	28.5	26.9	2.6	5.1	26.3	83.4
262	31		10	23.6	27.9	18.4	-4.9	24.1	197.3

263	30		11	21.3	29.2	61.5	-2.3	5.2	266.5
264	31		12	38.9	35.4	12.7	17.6	309.9	1.6
Сумма				3163.2	3333.7	20233.5	12.22	30341.09	41794.15
средне е				37.7	39.7		0.15		
n =	84					$\sigma_{\Delta} =$	19.1	$\sigma =$	22.44
m =	2					S =	15.71		

$S/\sigma_{\Delta} =$	0.82
$S/\sigma =$	0.70
E_4	0.52

Приложение И

Ежедневные данные и прогноз речного стока за многоводный период р. Хубонэс в 2005 гг.

№ поста	Н530	Сток		Осадки				Период	Прогноз без корректировки	Прогноз с корректировко й
год	2005	F, км ² 3580		Среднее значение, мм		Среднее значение, м ³ /с				
дата	день	Q, м ³ /с	Y, мм	взвешенное	арифметическое	взвешенное	арифметическое			
01-01-05	1	10.3	0.2	0.1	0.1	2.8	3.1	ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ	10.3	10.3
02-01-05	2	10.0	0.2	1.1	1.1	46.3	44.2		9.4	7.9
03-01-05	3	17.4	0.4	1.1	0.9	45.5	38.0		11.6	14.2
04-01-05	4	15.5	0.4	5.1	4.5	212.0	185.1		13.5	19.5
05-01-05	5	29.6	0.7	1.0	0.9	41.3	38.0		26.9	42.9
06-01-05	6	33.0	0.8	2.3	2.0	95.7	84.3		26.9	27.8
07-01-05	7	28.8	0.7	3.1	2.3	128.0	93.2		30.7	38.4
08-01-05	8	34.1	0.8	1.0	0.8	40.8	33.1		36.4	40.1
09-01-05	9	33.3	0.8	0.7	0.7	27.9	26.9		35.4	31.0
10-01-05	10	28.0	0.7	1.4	1.2	58.1	47.7		33.5	28.5
11-01-05	11	23.0	0.6	1.6	1.5	65.4	60.1		34.0	29.1
12-01-05	12	32.4	0.8	1.3	1.1	54.4	43.5		35.0	26.6
13-01-05	13	26.9	0.6	0.2	0.2	7.3	6.9		35.0	31.8
14-01-05	14	24.0	0.6	1.9	1.8	80.2	76.0		31.8	20.7
15-01-05	15	24.5	0.6	0.7	0.7	29.2	27.6		34.0	29.5
16-01-05	16	21.6	0.5	0.4	0.4	15.3	14.5		32.4	22.3
17-01-05	17	19.1	0.5	1.1	1.1	47.4	44.9		30.0	18.0
18-01-05	18	18.7	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0		30.1	21.0

19-01-05	19	15.8	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0		26.9	13.6
20-01-05	20	14.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0		24.0	11.6
21-01-05	21	13.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0		21.5	10.3
22-01-05	22	12.5	0.3	1.0	1.3	42.0	52.5		19.2	10.0
23-01-05	23	11.8	0.3	2.4	2.4	99.9	98.1		20.1	15.4
24-01-05	24	11.5	0.3	0.0	0.1	1.7	2.1		24.9	23.5
25-01-05	25	12.3	0.3	0.1	0.2	5.2	6.2		22.4	8.7
26-01-05	26	11.5	0.3	0.1	0.2	5.8	7.6		20.4	9.8
27-01-05	27	10.9	0.3	0.9	1.3	38.9	54.6		18.6	9.3
28-01-05	28	9.7	0.2	1.1	1.3	43.9	53.9		19.3	13.7
29-01-05	29	9.4	0.2	3.5	2.6	143.1	107.0		20.3	13.6
30-01-05	30	14.9	0.4	3.7	3.9	152.0	160.9		28.1	28.2
31-01-05	31	22.7	0.5	0.1	0.2	4.4	6.9		35.8	33.5
01-02-05	32	22.3	0.5	0.7	0.7	30.5	26.9		32.2	17.2
02-02-05	33	20.2	0.5	0.4	0.4	17.1	15.9		30.9	20.8
03-02-05	34	18.3	0.4	0.9	1.1	38.5	46.3		28.8	17.3
04-02-05	35	26.6	0.6	0.3	0.2	11.8	9.7		28.4	19.1
05-02-05	36	76.3	1.8	0.9	0.9	38.7	37.3		26.2	21.2
06-02-05	37	60.6	1.5	3.1	3.6	128.4	149.2		26.1	61.5
07-02-05	38	60.0	1.4	12.2	12.0	507.6	495.2		32.3	63.4
08-02-05	39	79.7	1.9	5.3	4.5	219.6	186.5		64.3	119.5
09-02-05	40	55.9	1.3	4.8	4.3	198.3	179.6		72.8	91.0
10-02-05	41	53.8	1.3	2.7	2.7	111.7	110.5		78.9	70.4
11-02-05	42	52.2	1.3	5.4	5.1	222.8	211.3		78.2	56.0
12-02-05	43	60.6	1.5	8.1	8.2	335.4	337.7		85.5	71.3
13-02-05	44	128.0	3.1	6.1	6.8	252.9	280.4		99.8	94.2
14-02-05	45	102.6	2.5	7.8	9.1	322.9	378.4		106.8	131.2
15-02-05	46	114.0	2.8	4.6	5.1	190.2	209.9		117.9	123.0

16-02-05	47	154.3	3.7	1.2	1.6	51.7	64.9		118.6	111.6
17-02-05	48	100.4	2.4	2.3	2.1	94.3	86.3		109.6	120.4
18-02-05	49	71.6	1.7	2.1	2.0	86.5	80.8		104.5	87.4
19-02-05	50	93.9	2.3	1.9	2.2	80.5	90.5		99.4	65.1
20-02-05	51	83.6	2.0	0.7	0.7	29.0	26.9		94.4	80.6
21-02-05	52	78.6	1.9	1.1	1.6	44.5	67.7		86.4	65.3
22-02-05	53	57.3	1.4	0.2	0.2	7.4	9.7		80.3	64.0
23-02-05	54	50.5	1.2	1.2	1.2	50.1	49.0		72.2	43.0
24-02-05	55	46.9	1.1	0.0	0.0	0.6	0.7		68.0	44.4
25-02-05	56	39.9	1.0	1.8	1.8	75.8	72.5		60.8	34.3
26-02-05	57	34.6	0.8	1.5	1.4	60.6	57.3		59.6	40.4
27-02-05	58	30.6	0.7	4.5	4.6	185.6	190.6		57.5	34.3
28-02-05	59	42.0	1.0	2.4	2.9	98.0	118.1		64.3	50.0
01-03-05	60	44.3	1.1	2.1	1.9	85.5	78.0		64.3	45.3
02-03-05	61	45.8	1.1	1.4	1.4	57.7	55.9		63.4	45.1
03-03-05	62	38.9	0.9	1.3	1.5	53.3	60.8		60.7	42.0
04-03-05	63	33.0	0.8	12.9	11.3	533.3	468.2		57.9	36.4
05-03-05	64	94.4	2.3	5.8	6.9	241.7	283.8		89.0	103.6
06-03-05	65	56.0	1.4	3.9	4.4	162.9	180.9		96.3	105.0
07-03-05	66	60.0	1.4	8.0	8.1	329.5	335.6		97.4	65.2
08-03-05	67	124.9	3.0	9.9	9.8	410.3	406.1		110.1	93.0
09-03-05	68	140.3	3.4	13.8	13.9	573.4	576.6		127.0	152.4
10-03-05	69	250.6	6.0	2.2	2.1	89.9	85.6		153.4	188.0
11-03-05	70	121.4	2.9	1.1	1.0	44.0	42.8		143.3	196.4
12-03-05	71	90.4	2.2	2.9	2.7	122.2	111.2		131.1	95.2
13-03-05	72	78.4	1.9	6.3	5.7	261.9	237.6		125.7	84.3
14-03-05	73	127.8	3.1	7.9	8.3	328.0	344.6		130.5	96.3
15-03-05	74	150.1	3.6	12.9	13.3	532.5	549.0		139.5	142.2

16-03-05	75	237.0	5.7	14.0	12.7	578.7	524.2		161.8	189.0
17-03-05	76	301.9	7.3	0.9	0.9	36.2	36.6		184.9	259.4
18-03-05	77	155.9	3.8	2.5	3.1	103.5	128.4		167.7	225.8
19-03-05	78	160.3	3.9	12.6	10.7	520.7	444.0		157.1	129.3
20-03-05	79	194.6	4.7	2.5	3.3	102.2	137.4		176.7	194.7
21-03-05	80	142.9	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0		165.0	157.4
22-03-05	81	91.6	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0		147.4	104.3
23-03-05	82	71.1	1.7	0.3	0.3	12.0	10.4		131.7	66.9
24-03-05	83	61.9	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0		118.4	53.7
25-03-05	84	56.9	1.4	1.1	1.1	46.8	45.6		105.8	45.2
26-03-05	85	65.7	1.6	6.4	6.8	264.6	282.4		97.8	48.5
27-03-05	86	75.2	1.8	1.8	1.9	74.9	78.0		105.8	87.4
28-03-05	87	81.9	2.0	1.7	1.2	71.7	50.4		99.8	66.1
29-03-05	88	95.5	2.3	4.6	4.3	192.6	177.5		94.1	70.5
30-03-05	89	125.6	3.0	4.4	5.3	182.6	221.0		97.5	98.5
31-03-05	90	157.2	3.8	7.4	9.6	307.9	396.4		99.9	118.9
01-04-05	91	93.6	2.3	2.3	1.6	96.3	64.2		110.7	160.7
02-04-05	92	77.4	1.9	2.4	2.5	100.4	102.2		105.6	82.7
03-04-05	93	70.6	1.7	0.4	0.4	17.7	15.9		101.4	71.5
04-04-05	94	69.1	1.7	0.5	0.6	22.3	26.2		91.8	54.2
05-04-05	95	74.3	1.8	1.3	1.0	52.4	42.8		83.6	53.8
06-04-05	96	167.6	4.0	0.7	0.6	30.3	26.2		78.3	62.1
07-04-05	97	96.6	2.3	1.7	1.5	72.2	60.8		72.1	126.9
08-04-05	98	80.1	1.9	0.3	0.4	11.5	14.5		69.4	81.3
09-04-05	99	71.1	1.7	1.7	2.0	70.0	80.8		62.8	60.2
10-04-05	100	113.9	2.7	1.3	1.3	52.5	53.9		61.0	62.4
11-04-05	101	112.2	2.7	0.3	0.4	13.6	15.2		58.2	91.0
12-04-05	102	80.7	1.9	0.1	0.1	3.4	2.8		52.9	83.9

13-04-05	103	68.2	1.6	0.3	0.2	11.0	9.0		47.5	59.4
14-04-05	104	83.5	2.0	0.2	0.2	9.0	8.3		43.2	51.4
15-04-05	105	94.2	2.3	0.1	0.1	4.7	4.1		39.2	62.3
16-04-05	106	75.3	1.8	0.7	0.8	27.3	33.1		35.4	69.5
17-04-05	107	85.3	2.1	1.2	1.2	49.3	47.7		33.5	59.1
18-04-05	108	86.8	2.1	0.1	0.1	2.8	3.5		33.4	69.6
19-04-05	109	82.4	2.0	0.4	0.4	17.4	15.9		30.0	63.8
20-04-05	110	72.1	1.7	17.0	14.3	702.8	593.9		28.0	62.8
21-04-05	111	92.4	2.2	1.1	0.9	44.6	37.3		74.1	157.5
22-04-05	112	92.2	2.2	0.6	0.8	23.3	31.1		69.3	74.1
23-04-05	113	68.0	1.6	0.4	0.3	15.0	13.8		63.5	70.8
24-04-05	114	52.1	1.3	7.3	7.1	301.3	294.2		57.8	51.9
25-04-05	115	91.3	2.2	3.3	3.3	134.7	138.1		72.7	83.0
26-04-05	116	69.6	1.7	2.5	2.7	105.5	113.3		74.3	86.8
27-04-05	117	64.7	1.6	1.1	1.2	44.3	51.1		73.8	66.5
28-04-05	118	78.4	1.9	2.3	2.2	97.1	89.1		69.0	53.8
29-04-05	119	72.4	1.7	3.2	3.4	131.3	141.6		68.4	71.8
30-04-05	120	71.0	1.7	0.6	0.6	24.0	24.9		70.3	72.4
01-05-05	121	71.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	ΠΡΟΓΗΘ3	71.1	71.1
02-05-05	122	59.7	1.4	0.0	0.0	0.6	0.7		63.5	51.9
03-05-05	123	50.1	1.2	0.1	0.1	2.9	3.5		56.8	43.7
04-05-05	124	46.9	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0		50.9	37.0
05-05-05	125	42.8	1.0	1.8	1.5	74.4	60.1		45.5	34.3
06-05-05	126	52.2	1.3	0.2	0.3	8.6	12.4		45.8	42.3
07-05-05	127	46.9	1.1	0.9	0.8	37.1	33.8		41.5	39.4
08-05-05	128	43.1	1.0	1.1	1.7	45.1	69.1		39.7	39.8
09-05-05	129	39.6	1.0	0.6	1.0	26.8	40.1		38.6	38.2
10-05-05	130	69.1	1.7	1.2	1.5	49.6	62.2		36.4	32.9

11-05-05	131	93.3	2.3	0.5	0.5	22.7	22.1		35.9	57.9
12-05-05	132	102.9	2.5	0.3	0.3	12.2	11.7		33.7	71.5
13-05-05	133	106.2	2.6	0.6	0.5	22.9	19.3		31.0	77.0
14-05-05	134	75.8	1.8	0.4	0.4	16.7	15.9		29.3	81.0
15-05-05	135	69.1	1.7	1.7	1.5	72.0	60.8		27.3	57.8
16-05-05	136	63.2	1.5	0.4	0.4	16.4	18.0		29.4	61.2
17-05-05	137	58.6	1.4	0.3	0.3	14.4	11.7		27.4	48.6
18-05-05	138	67.1	1.6	0.2	0.2	7.3	6.9		25.5	45.0
19-05-05	139	65.2	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0		23.3	50.1
20-05-05	140	58.2	1.4	1.3	1.8	52.7	72.5		20.8	47.6
21-05-05	141	50.9	1.2	0.7	1.1	29.7	45.6		22.3	50.4
22-05-05	142	45.8	1.1	0.2	0.2	6.6	9.0		22.0	41.6
23-05-05	143	41.7	1.0	0.2	0.2	8.3	8.3		20.1	34.4
24-05-05	144	37.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0		18.5	31.7
25-05-05	145	34.6	0.8	1.5	1.2	62.0	49.7		16.5	27.6
26-05-05	146	31.5	0.8	0.4	0.3	14.6	13.8		19.1	34.5
27-05-05	147	30.6	0.7	1.0	1.1	39.6	43.5		18.1	25.1
28-05-05	148	28.6	0.7	0.7	0.8	29.2	33.1		18.9	28.2
29-05-05	149	53.0	1.3	0.1	0.1	5.4	4.8		18.9	25.2
30-05-05	150	52.2	1.3	0.6	0.6	23.5	23.5		17.3	39.5
31-05-05	151	52.3	1.3	2.9	2.9	121.9	120.2		17.1	41.6
01-06-05	152	124.7	3.0	0.3	0.2	11.8	9.7		23.8	56.3
02-06-05	153	89.7	2.2	0.0	0.0	0.8	0.7		22.1	92.8
03-06-05	154	57.8	1.4	0.2	0.2	7.3	6.9		19.8	65.7
04-06-05	155	70.6	1.7	0.4	0.4	15.4	14.7		18.2	43.3
05-06-05	156	71.1	1.7	0.3	0.2	10.6	9.7		17.3	53.8
06-06-05	157	109.1	2.6	0.4	0.4	17.4	15.2		16.2	53.5
07-06-05	158	66.1	1.6	0.4	0.4	16.6	18.4		15.7	82.2

08-06-05	159	50.5	1.2	0.3	0.3	14.0	13.8		15.2	50.8
09-06-05	160	44.6	1.1	0.0	0.0	0.9	0.9		14.5	39.0
10-06-05	161	39.9	1.0	0.1	0.1	2.8	2.8		13.1	32.7
11-06-05	162	43.1	1.0	0.2	0.2	7.7	7.4		11.9	29.5
12-06-05	163	39.2	0.9	0.5	0.6	21.3	24.9		11.1	32.6
13-06-05	164	37.8	0.9	0.5	0.4	20.3	16.6		11.4	31.8
14-06-05	165	35.2	0.8	0.2	0.2	9.8	8.3		11.6	30.7
15-06-05	166	42.1	1.0	1.0	0.8	39.7	32.5		11.1	27.2
16-06-05	167	50.7	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0		12.7	36.6
17-06-05	168	40.3	1.0	0.5	0.5	22.3	22.6		11.3	37.0
18-06-05	169	33.0	0.8	0.3	0.2	10.7	9.9		11.7	32.7
19-06-05	170	31.2	0.8	0.1	0.1	5.2	5.1		11.2	25.7
20-06-05	171	29.7	0.7	0.2	0.2	7.9	7.1		10.3	23.5
21-06-05	172	31.5	0.8	0.4	0.3	14.7	12.7		9.8	22.9
22-06-05	173	59.5	1.4	0.2	0.2	7.6	6.2		9.8	25.2
23-06-05	174	66.9	1.6	1.3	1.2	52.0	50.6		9.3	44.6
24-06-05	175	96.9	2.3	0.2	0.2	6.8	7.4		11.9	56.6
25-06-05	176	57.8	1.4	0.1	0.1	2.6	2.8		11.1	71.7
26-06-05	177	39.4	1.0	1.5	1.7	64.1	70.9		10.1	42.6
27-06-05	178	31.1	0.8	0.2	0.2	7.0	6.2		13.5	38.3
28-06-05	179	28.3	0.7	2.4	2.2	99.8	90.2		12.5	23.8
29-06-05	180	35.1	0.8	1.6	1.5	64.7	62.8		18.2	35.5
30-06-05	181	74.3	1.8	0.5	0.5	20.8	19.6		20.8	35.2

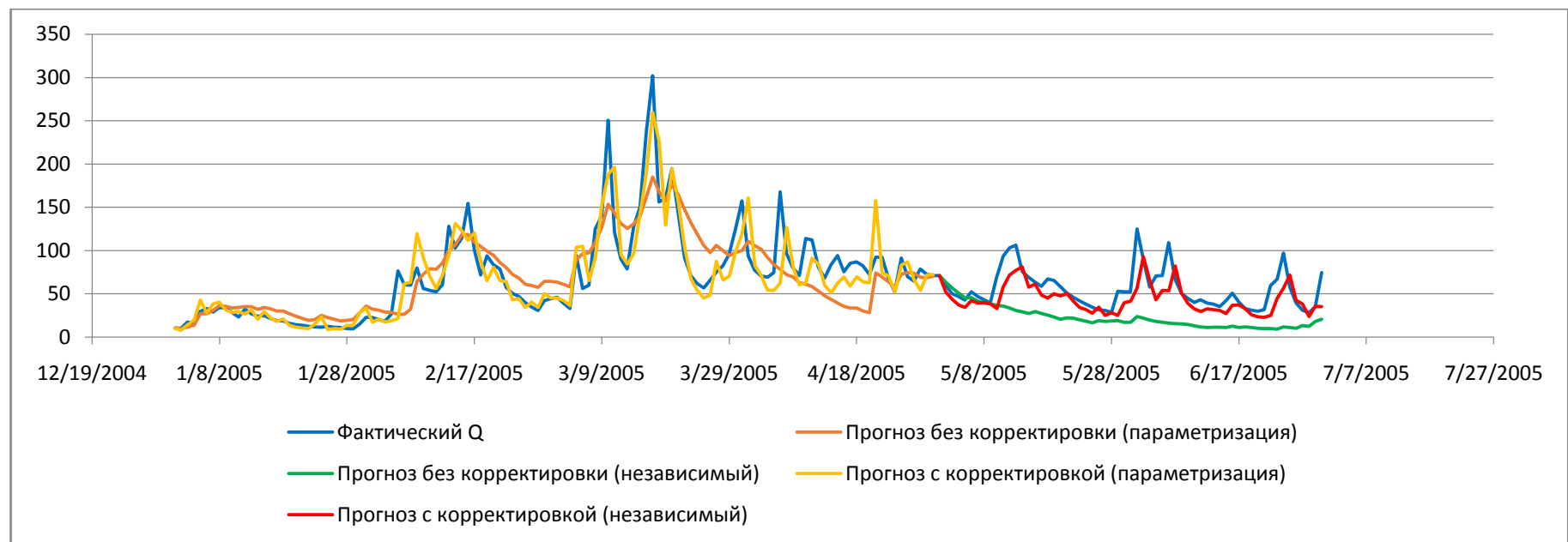


Рисунок. Гидрографы расхода воды за многоводный период в раки Хубонэс.