



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

Кафедра инженерной гидрологии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

Возможности применения
На тему **логистической регрессии**
в гидрологических прогнозах

Исполнитель Павлова Ольга Константиновна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Доцент, к.т.н.
(ученая степень, ученое звание)

Девятов Владимир Сергеевич
(фамилия, имя, отчество)

Консультант Доцент, к.т.н.
(ученая степень, ученое звание)

Гайдукова Екатерина Владимировна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

к.т.н., Доцент
(ученая степень, ученое звание)

Капустин Вячеслав Александрович
(фамилия, имя, отчество)

«6» июня 2022г.

Санкт-Петербург

2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ	4
1.1. РЕЛЬЕФ	6
1.2. КЛИМАТ	9
1.3. ГИДРОГРАФИЯ	11
1.4. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ	13
ГЛАВА 2. МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ.....	16
2.1. ЛОГИСТИЧЕСКАЯ РЕГРЕССИЯ.....	16
2.2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ.....	18
2.3. ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.....	21
ГЛАВА 3. УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ.....	24
3.1. БАЗА ДАННЫХ.....	24
3.2. МАТРИЦЫ КОРРЕЛЯЦИИ.....	27
3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТИ.....	30
3.4. РАСЧЕТ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ	31
3.5. РАСЧЕТ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ДОЖДЕВОГО ПАВОДКА.....	33
ГЛАВА 4. КОЭФФИЦИЕНТ СПИРМАНА.....	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	38
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	40
ПРИЛОЖЕНИЯ	43
ПРИЛОЖЕНИЕ А	43
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ В	54
ПРИЛОЖЕНИЕ Г.....	56

ВВЕДЕНИЕ

Гидрологические прогнозы – один из основных разделов прикладной гидрологии. В задачу гидрологических прогнозов, как научной дисциплины входят разработка методов предвычисления, позволяющих заранее определять развитие процессов и явлений, происходящих в реках, озерах и других водных объектах, на основе данных гидрометеорологических наблюдений. Гидрологические прогнозы заключаются в предвычислении с различной заблаговременностью и степенью точности того или иного элемента режима или явления, основанном на знании закономерностей развития гидрометеорологических процессов, определяющих это явление в конкретных условиях данной реки, озера или водохранилища.

Логистическая регрессия – это метод классификации, используемый для прогнозирования значения категориальной зависимой переменной на основе связи с одной или несколькими независимыми переменными, которые предположительно имеют логистическое распределение. В данном исследовании мы ищем корреляцию между расходами и метеорологическими характеристиками.

Работа посвящена исследованию возможности применения логистической регрессии в гидрологических прогнозах. Метод логистической регрессии происходит из смежных с гидрологией наук, обычно он не используется для прогнозирования гидрологических явлений. Актуальность работы в том, чтобы использовать новый метод и провести оценку его эффективности.

Для исследования была набрана база данных из метеорологических и гидрологических характеристик по р. Самур.

Главной задачей исследования является расчет коэффициентов регрессии и свободного члена для весеннего половодья и дождевого паводка за два года, а

также объединенных за два года данных для весеннего половодья и дождевого паводка, чтобы далее провести прогноз на независимом материале.

Работа состоит из четырех глав, введения и заключения. Первая глава будет посвящена физико-географическому положению р. Самур. Вторая глава – теории множественных регрессий. Главы три и четыре посвящены расчетам уравнения регрессии и коэффициента корреляции Спирмана. В заключении в обобщенном виде представлены результаты проведенного исследования.

ГЛАВА 1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Самур (цахур. Самур; рут. Самыр; лезг. ЧӀвехер вацӀ, азерб. Samurçay) – река в России, в Южном Дагестане; по части русла проходит граница России с Азербайджаном.

Река Самур берет начало с отрога Главного Кавказского хребта близ горы Гуток; впадает в Каспийское море двумя рукавами – Самур и Малый Самур, образуя на последних 20 километрах обширную дельту.

Малый Самур, отделяющийся от главной реки в 22 километрах от ее устья, впадает в море в 5,5 километра северо-западнее основного рукава. В Малый Самур слева в 5,0 километрах от устья по каналу, прорытому в 1935 г., сбрасываются воды в р. Гюльгерычай, впадающий ранее непосредственно в Каспийское море. Река Самур является второй по величине рекой Республики Дагестан.

Длина реки 213 километра, общее падение 2910 метров, средний уклон 17,7‰, площадь водосбора 4990 км², средняя его высота 1970 метров. Примерно 80% площади бассейна лежит выше 1500 метров, около половины его территории – выше 2500 метров.

В бассейне насчитывается 65 рек длиной более 10 километров, общей протяженностью 1820 километров. Густота речной сети 121 км/км². Основными притоками являются: р. Дюльтычай (длина 36 километров), р. Кара-Самур (длина 42 километра), р. Шиназчай (длина 30 километров), р. Ахтычай (длина 63 километра), р. Усухчай (длина 37 километров), р. Тагиджал (длина 32 километра), р. Генечай (длина 29 километров).



Рисунок 1.1 – Схема бассейна р. Самур

Бассейн реки занимает южную часть Дагестанской Республики. Главный Кавказский хребет является границами бассейна на юго-западе, на северо-востоке – северные отроги Бокового хребта (Дюльтыдаг, Самурский). В нижнем течении реки границы бассейна не выражены. Наибольшей высоты (4000–4500 метров) водоразделы достигают на севере у истоков левобережных притоков Дюльтыдаг и Кара-Самур и на юге у истоков правобережных притоков Усухочай и Тагирджал.

Таблица 1.1 – Основные гидрологические характеристики

Площадь водосбора, км ²	3620	
Средняя высота водосбора, м	2530	
Средний годовой расход воды, м ³ /сек		
	Средний многолетний	72,4
	Обеспеченный на 75%	61,0
	Обеспеченный на 97%	45,7
Среднее многолетнее распределение стока по сезонам, в % от годового стока		

	Весна (III–VI)	45
	Лето-осень (VII–XI)	47
	Зима (XII–II)	8
Максимальный расход воды, м ³ /сек		
	Обеспеченный на 1%	1100
	Обеспеченный на 2%	950
	Обеспеченный на 5%	750
	Обеспеченный на 10%	600
Минимальные средние месячные расходы воды, м ³ /сек		
	Средний многолетний	21,3
	Обеспеченный на 75%	18,0
	Обеспеченный на 97%	13,4
Средний многолетний сток наносов за год, тыс. т		13000

1.1. РЕЛЬЕФ

Рельеф высокогорной части бассейна характеризуется множеством коротких скалистых хребтов с круглыми склонами, прикрытыми у подошвы глыбовыми и щебенистыми осыпями. Хребты направлены перпендикулярно к самой реке и ее основному притоку Ахтычай и возвышаются над дном речных долин на 1200-1700 метров. Верховья р. Самур находятся в пределах обособленных горных котловин. Сложена высокогорная зона в основном песчаниками и мощными отложениями глинистых сланцев. Наиболее высокие вершины и склоны приводораздельных хребтов (выше 3500 метров) покрыты ледниками и вечными снегами. Современное оледенение в бассейне развито на площади 7,7 км² (0,15% общей площади водосбора). [16]

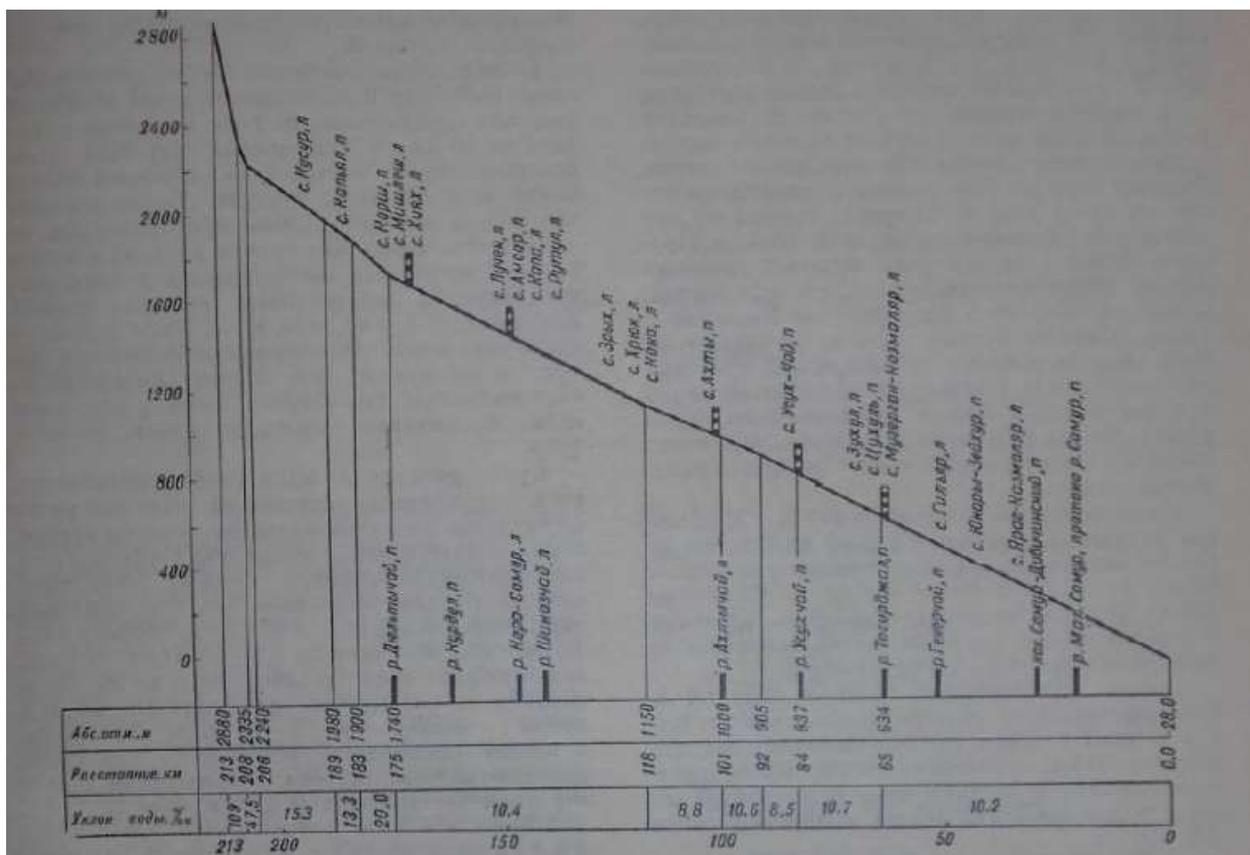


Рисунок 1.2 – Схематический продольный профиль р. Самур

К бассейну реки относятся юго-западные склоны хребта Сарфун-Ял, сложенного глинистыми сланцами. Склоны гор здесь более сположены и менее расчленены, чем в высокогорном поясе.

От с. Усух-Чай до с. Яраг-Казмаляр река протекает в предгорной холмистой области, разделенной на две части поперечной грядой меловых известняков, отходящей от горы Шагдаг. В верхней части (высоты 700–1200 метров) она сложена песчаниками, в нижней (высоты 200–700 метров) – глинисто-песчанистыми отложениями. Эта область, постепенно снижаясь, переходит в Приморскую низменность, покрытую древними и современными морскими отложениями и расчлененную глубокими оврагами и оросительными каналами.

В бассейне преобладают щебнисто-каменистые грунты, покрытые в основном травянистой растительностью, а нередко и оголенные.

В верхнем течение, от истока до впадения в р. Кара-Самур, река протекает большей частью в ущелье среди обнаженных глинистых сланцев. Падение воды на этом участке длиной 66 километров достигает почти 1500 метров, Ширина долины по дну изменяется преимущественно от 20 до 80 метров, прорезая Боковой хребет, река образует глубокий каньон. Ниже с. Хиях долина местами расширяется до 100–120 метров и приобретает V-образную форму. Склоны крутые, сильно расчлененные, лишь местами покрытые субальпийской травяной растительностью. Между селениями Баш-Мурах и Джиних большое распространение имеют щебнисто-каменистые осыпи.

На относительно более пологих участках склонов долины на высоте от 2–3 до 8 метров встречаются валунно-галечные террасы шириной 20–60 метров, а иногда и более. Террасы покрыты суглинистыми грунтами.

Пойма двухсторонняя, высотой 0,2–1,0 метров, прослеживается на участке от истока до с. Курус и ниже с. Хиях, где она занимает все дно долины. Пойма пересечена староречьями, завалена камнями.

Русло извилистое, слаборазветвленное. Ширина реки изменяется по длине участка от 5–10 до 25–40 метров, глубина – от 0,5 до 2,0 метров, скорости течения – от 2,0 до 4,5 м/сек. Небольшие острова встречаются преимущественно ниже с. Хиях в местах расширения долины. Почти на всем протяжении участка в русле имеются пороги, образованные скоплениями валунов, реже выходами скальных пород. Ниже с. Кальял наблюдается чередование коротких (20–40 метров) плесов с длинными (40–80 метров) перекатами.

В среднем течении, на участке от устья р. Кара-Самур до с. Цухуль, река протекает преимущественно в широкой тектонической долине с террасированными склонами. Местами долина суживается (до 20–70 метров по дну), приобретая форму ущелья. Склоны долины большей частью пологие, в местах сужений сливаются со склонами окружающих гор.

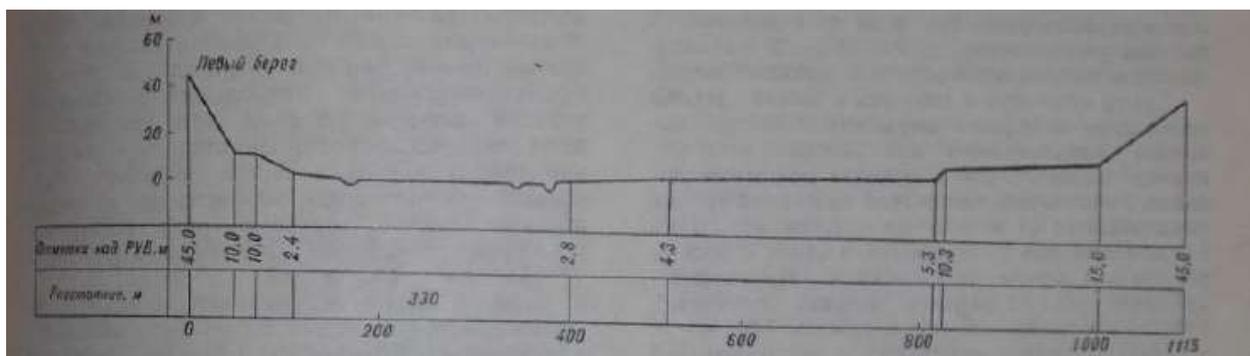


Рисунок 1.3 – Поперечный профиль долины р. Самур в 20 метров ниже моста с. Цухуль

1.2. КЛИМАТ

В связи с большой амплитудой высот и различной экспозицией горных склонов климатические условия в бассейне отличаются разнообразием. В высокогорной части водосбора годовая сумма осадков превышает 800 миллиметров. До 700 миллиметров осадков выпадает в пределах в пределах обращенной к морю небольшой части бассейна ниже устья р. Тагирджал. На Приморской низменности годовая сумма осадков 200–300 миллиметров. В целом по бассейну среднее годовое количество осадков примерно 500–600 миллиметров. Основная масса осадков (70–80%) выпадает в виде дождей в теплый период года с апреля по сентябрь.

Высокогорный Дагестан относится к высокогорной климатической области Большого Кавказа, где преобладающее значение имеет западный перенос воздуха. Климатические условия складываются в значительной мере под влиянием циркуляции свободной атмосферы.

Климат высокогорной области является холодным и влажным, отличается суровой длительной зимой и коротким летом. Средняя годовая температура воздуха преимущественно от 1 до 5°C; в зоне высот более 3500 метров она имеет отрицательные значения. Температура самого теплого месяца 14–17°C, а самого холодного 18–11°C ниже нуля.

Продолжительность безморозного периода резко уменьшается с повышением местности, составляя на высоте около 3000 метров один два месяца.

Внутри горный Дагестан вследствие значительной неоднородности рельефа отличается большим разнообразием климатических условий, в целом характеризующихся сухостью и континентальностью. Наиболее возвышенная области, выше 3000 метров, занятая северо-восточными склонами Бокового хребта, характеризуется холодным и влажным климатом, остальная часть относительно теплым и сухим.

Средняя годовая температура в этой области 6–7°C, самый теплый месяц – это август (16–18°C), самый холодный месяц – это январь (5–7°C ниже нуля).

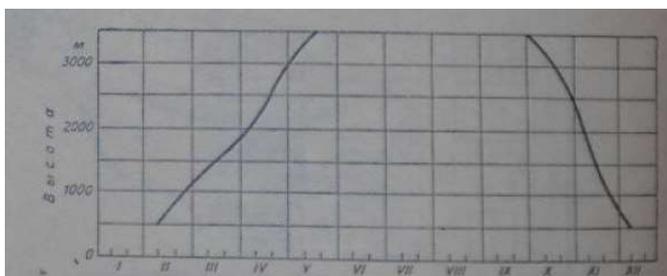


Рисунок 1.4 – Средние сроки перехода температуры воздуха через 0°C весной и осенью в зависимости от высоты местности

Переход через 0°C наступает на высоте около 500 метров в первой декаде февраля. В середине марта нулевая изотерма достигает 1400–1600 метров. В апреле перемещение нулевой изотермы по высоте происходит более интенсивно, около 450 метров в декаду. В начале мая переход к положительным температурам наблюдается на высоте 3100–3300 метров. В среднем движение нулевой изотермы вверх осуществляется до высоты 3500 метров со скоростью около 30 метров, а в более высоких зонах примерно 15 метров в сутки.

Снежный покров до высоты 1200–1500 метров неустойчив. В предгорьях и на низменности снег в отдельные годы отсутствует. В зоне 1500 до 300 метров наибольшее снегонакопление происходит с января по февраль, при этом высота

снега в среднем не превышает 30–50 сантиметров. на вершинах и склонах гор свыше 3000–3500 метров снежный покров держится до июня–июля.

Для ледового режима реки характерно сало, шуга и неширокие забереги, образующиеся с перерывами в течении ноября-апреля. В верховьях реки наблюдается ледостав, мелкие рукава реки нередко промерзают до дна. При шугоходе иногда образуются зажоры. В отдельные годы очищение реки ото льда происходит в феврале, но чаще всего это происходит в марте–апреле.

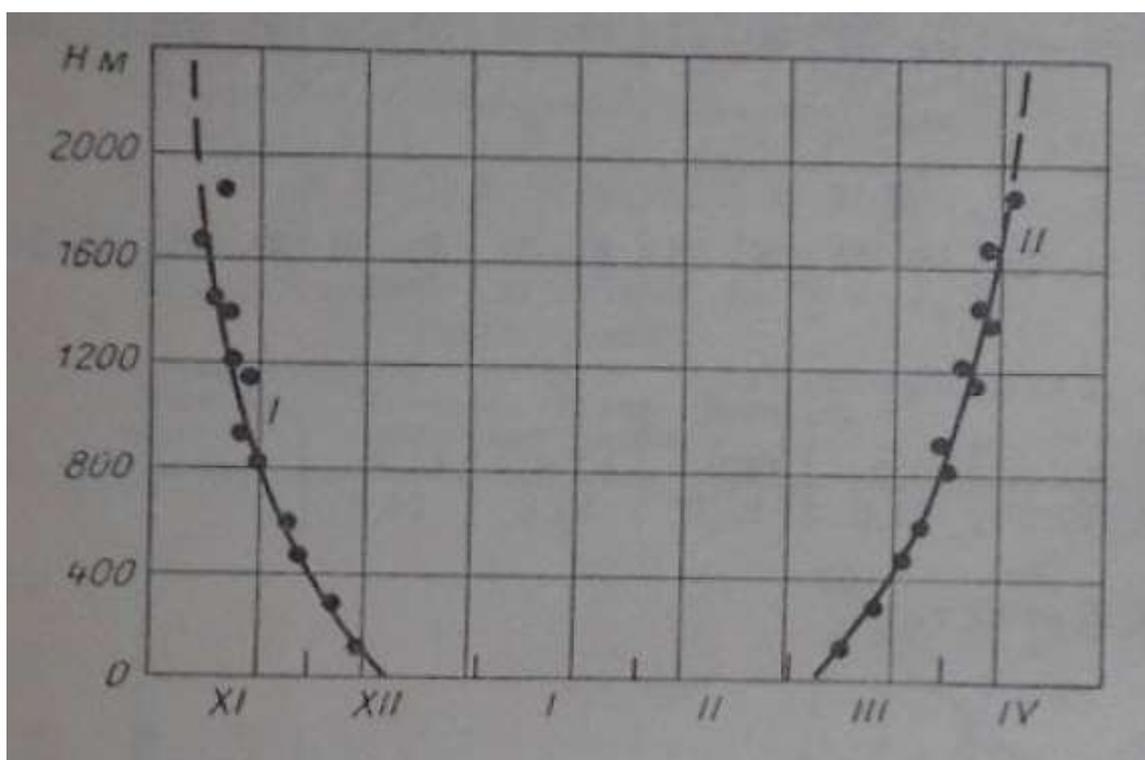


Рисунок 1.5 – Даты появления и схода снежного покрова в разных высотных зонах

I – появление снежного покрова; II – исчезновение снежного покрова

1.3. ГИДРОГРАФИЯ

Питание реки смешанное, доля участия в стоке талых вод сезонных и вечных снегов, дождевых осадков и подземных вод почти одинакова. Соотношение источников питания по длине реки относительно устойчиво. В верхнем течении на долю подземного питания приходится 20–30%, в нижней части – до 40% годового объема стока. В маловодные годы

резко уменьшается удельный вес талых вод в питании реки, при этом доля подземного питания увеличивается. В многоводные годы обратная закономерность, удельный вес талых вод возрастает до 40–50%, а доля подземного питания уменьшается до 20–25%.

Река Самур относится к типу рек с весенне-летним половодьем и хорошо выраженной зимней меженью. Для режима реки являются характерными летние и осенние дождевые паводки. Многолетняя амплитуда колебаний уровня увеличивается от истока до с. Ахты от 1,2 до 5,3 м. Ниже она уменьшается в связи с расширением dna длины до 1,3–3,0 м. На участках сужений русла в верхнем течении амплитуда колебаний уровня может достигать 7,0–8,0 м.

В конце марта-начале апреля начинается подъем уровней. Пик половодья обычно в июне, реже в мае. Спад уровней затягивается до ноября-декабря. В сентябре-октябре формируется вторая небольшая волна стока из-за активных осенних дождей. Дождевые паводки наслаиваются на основную волну половодья, создавая подъемы относительной высотой 0,3–1,2 м. Общая продолжительность половодья колеблется от 140 до 280 дней, составляя 220–240 дней в нижнем течении (с. Усух-Чай) и в среднем 180 дней в верхнем течении (с. Лучек).

Зимняя межень устанавливается в ноябре-декабре. Равномерность хода уровней в зимний период нарушается оттепелями и зажорами, обуславливающими повышение уровня на 10–30 см.

Наибольшее значение в формировании стока имеет верхняя часть бассейна до с. Лучек, а также наиболее полноводные притоки – р. Кара-Самур, р. Ахтычай и р. Усухчай, общий сток которых составляет около 50% среднего годового расхода реки. В среднем и особенно в нижнем течении сток реки в летний период уменьшается за счет забора воды сетью оросительных каналов.

Изменчивость годового стока не велика. Коэффициент вариации составляет 0,14 у с. Лучек и 0,16 у с. Ахты. Распределение стока по сезонам

неравномерно, но относительно устойчиво по длине реки и в различные по водности годы. Большая часть стока (до 90%) проходит в весенне-летний период. Наибольший месячный сток, примерно 20–25% от годового объема, наблюдается в июне, когда таянием охватываются зоны максимального снегонакопления и также наряду с этим выпадает большое количество жидких осадков. Наименьший объем стока, примерно 2–5% от годового стока, – в феврале.

В формировании наибольших годовых расходов, проходящих в летний период, в одинаковой мере значительная роль принадлежит как талым, так и дождевым водам. В некоторые годы при выпадении ливней наибольшие расходы наблюдаются осенью. Сроки прохождения наибольших расходов на главной реке и ее притоках часто не совпадают из-за разномерности снеготаяния и выпадения дождей в разных частях водосбора. [15]

1.4. ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Главными водопотребителями в бассейне реки являются сельское хозяйство (орошаемое земледелие, сельскохозяйственное водоснабжение), коммунальное водоснабжение города Баку, Сумгаит, Дербент, Дагестанские Огни и сел, расположенных в бассейне реки, а также промышленность, рыбное и рекреационное хозяйство. Дагестан остро нуждается в расширении орошаемых площадей за счет вод р. Самур не только в связи с общей задачей развития экономики, но и в связи с массовой безработицей в южных районах республики.

При кажущемся наличии достаточных водных ресурсов в бассейне р. Самур, развитие орошения на протяжении последних десятилетий было практически заморожено из-за существующей практики распределения вод этой реки.

В 1952 г. по ходатайству Азербайджанской ССР СМ ДАССР своим распоряжением № Р-125 от 11.03.52 выделил водохозяйственным организациям сопредельной республики для строительства Самурского гидроузла участок площадью 158,9 га. В 1956 г. строительство гидроузла было завершено. И хотя

такое строительство осуществлялось на средства бывшего Союза ССР, Самурский гидроузел по-прежнему находится на балансе эксплуатационных организаций Азербайджанской Республики.

До распада СССР Азербайджан вел активное водохозяйственное строительство в зоне САК. В результате среднегодовой фактический водозабор в голове канала из реки Самур за период с 1976 по 1990 г. возрос в 1,5 раза. Из САК осуществляется подпитка ряда малых рек Республики Азербайджан для обеспечения необходимого санитарного стока.

Азербайджанской стороной предпринимались попытки, в обход Правительства Российской Федерации, заключить с Правительством Республики Дагестан соглашение по использованию вод реки (ст.13 проекта Соглашения "О торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве РА и РД") и согласовать работы по реконструкции Самур-Апшеронского канала (под предлогом проведения ремонтно-восстановительных работ). Цель реконструкции – увеличение водозаборов из реки до 40% выше существующих, расширение площадей орошаемых земель с 130 до 210 тыс. га и увеличение объемов водоснабжения г. Баку с 400 млн м³ до 600 млн м³ в год.

Не получив согласия Правительства Дагестана, Азербайджанская сторона добилась такой записи в протоколе четвертого заседания Российско-Азербайджанской Межправительственной комиссии в г.Баку от 05.11.1999 г. Выдержка из протокола: «Стороны считают целесообразным для обеспечения в дальнейшем стабильного и гарантированного водоснабжения сельского хозяйства, промышленности и населения Азербайджанской Республики и Республики Дагестан из реки Самур, рационального использования водных ресурсов реки, осуществить ремонтно-восстановительные работы на гидроузле на реке Самур, с предварительным согласованием проектной документации на проведение этих работ с Правительством Республики Дагестан и Российской Федерации. При этом, работы на гидроузле не должны привести к увеличению его пропускной способности.».

В начале 2001 года Азербайджанская сторона представила на согласование проектную документацию по проведению – «Ремонтно-восстановительных работ на головном гидроузле на р.Самур.». Проектом предусматривается увеличение пропускной способности Самур-Апшеронского канала с 43,5 м³/с до 95,8 м³/с, т.е увеличение водозабора вдвое. Представленная проектная документация Российской стороной была отклонена. [9]

ГЛАВА 2. МНОЖЕСТВЕННАЯ РЕГРЕССИЯ

2.1. ЛОГИСТИЧЕСКАЯ РЕГРЕССИЯ

Казуальной связью в статистическом анализе называют такое взаимодействие переменных, при которых одни являются причинами, а другие – следствиями. В расчет берется вероятность наступления ожидаемого следствия при наличии причины, и именно то, насколько высока такая вероятность, позволяет оценить силу причинной связи.

Регрессионные модели – способ изучения казуальных связей. Модели, использующие несколько независимых переменных, носят название множественных регрессий. Самая простая из множественных регрессий – линейная. Такой метод предполагает установление линейной модели зависимости между непрерывной зависимой переменной и непрерывными предикторами.

Линейная регрессия предполагает, что обе переменные, как зависимая, так и независимая, являются количественными. В случае же, если зависимая переменная является качественной, применяется либо логистическая регрессия, либо дискриминантный анализ. Последний был предложен еще в 1936 году Р.А. Фишером для предсказаний значений категориальных переменных (например, в медицине). Однако, дискриминантный анализ возможен только в том случае, если независимые переменные являются непрерывными. В ином же случае применяется именно логистическая регрессия, использование которой не требует от данных выполнения условий нормальности. Этот метод был предложен разными авторами в 1940-х годах [17, 2]

При использовании логистической регрессии зависимая переменная должна быть исключительно категориальной, но независимые переменные могут быть как категориальные, так и количественные. При применении логистической регрессии отношение вероятности наступления события к вероятности его

ненаступления (шанс события) считается мерой воздействия фактора на частоту возникновения события. Для подгонки логистической регрессии используется метод максимального правдоподобия [14].

Модели логистической регрессии можно категоризовать по зависимым переменным. Выделяют бинарную (две градации зависимой переменной), мультиномиальную (больше двух градаций переменной) и порядковую (порядковый характер переменной) модели. [18]

При применении бинарной логистической регрессии фигурирует дихотомическая зависимая переменная. Несмотря на то, что над такой переменной можно также проводить анализ и с помощью множественной линейной регрессии, именно логистическая регрессия позволяет рассчитать логит, логарифм шансов.

Мультиномиальная модель логистической регрессии предполагает наличие у категориальной зависимой переменной более двух градаций. При этом, эти градации не упорядочены, переменная является номинальной. В такой модели одно из значений зависимой переменной считается референтным или же базовым, для остальных же значений строятся логистические уравнения. Референтное значение необходимо потому, что логистическая модель описывает шансы события, а не вероятности. Число уравнений в модели, соответственно, должно быть на единицу меньше числа градаций переменной [18, 2]

Порядковая модель логистической регрессии применяется при наличии зависимой переменной, градации которой упорядочены. При этом число градаций также превышает два, а количество уравнений в готовой модели на один меньше, чем число градаций. В порядковой модели уравнения строятся для каждого значения зависимой переменной, от первого до предпоследнего, по возрастанию. Для максимального значения такая формула не применима, так как она предполагает расчет вероятности превышения переменной данного значения, что невозможно. [18, 2]

2.2. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

В данной подглаве будет рассмотрен алгоритм построения бинарной логистической регрессии. Как уже упоминалось выше, при применении такой регрессии используется дихотомическая зависимая переменная, и с помощью уравнения происходит расчет логиты. Если обозначить вероятность наступления события как p , вероятность его ненаступления будет равна $1 - p$. Соответственно, логита будет обозначена как $\ln[p/(1-p)]$. Её будет описывать следующее линейное уравнение:

$$\ln \left[\frac{p}{1-p} \right] = B_0 + \sum_{i=1}^k B_i x_i = B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_k x_k \quad (1)$$

или, после преобразований:

$$\frac{p}{1-p} = e^{B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_k x_k} = e^{B_0} e^{B_1 x_1} e^{B_2 x_2} \dots e^{B_k x_k} \quad (2)$$

При необходимости оценки вероятности наступления событий, а не шансов, уравнение может быть представлено в виде:

$$p = \frac{e^{(B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_k x_k)}}{1 + e^{(B_0 + B_1 x_1 + B_2 x_2 + \dots + B_k x_k)}} \quad (3)$$

Метод, наиболее часто используемый для оценивания неизвестных параметров в моделях бинарного выбора – метод максимального правдоподобия. Для получения оценок максимального правдоподобия параметров находят точки экстремума логарифма отношения правдоподобия [14].

Еще одним этапом построения логистической регрессии является оценка статистической значимости переменных в модели. Это позволит определить, какие независимые переменные влияют на итоговый параметр. Для этого сравнивается вероятность наступления события как с исследуемой переменной, так и без неё. Для такой оценки может быть построен доверительный интервал. Еще один способ заключается в использовании статистики Вальда. [2]

Тест Вальда имеет множество применений, одно из них – как раз оценка значимости переменных. Статистика Вальда имеет следующий вид:

$$Z_w = \frac{(\hat{\beta} - \beta_0)^2}{D(\hat{\beta})} \quad (4)$$

где

$\hat{\beta}$ – полученная оценка параметра методом максимального правдоподобия;

β_0 – предполагаемое значение параметра;

$D(\hat{\beta})$ – дисперсия оценки.

Вместо оценки дисперсии также может быть использована стандартная ошибка:

$$Z_w = \frac{(\hat{\beta} - \beta_0)^2}{\text{Ест}(\hat{\beta})} \quad (5)$$

Полученное значение Z сравнивается с хи-квадрат распределением. После этого становится возможным определить, является ли рассматриваемая переменная значимой. [5; 1]

Следующим шагом построения логистической модели является оценка её качества. Это можно сделать, используя классификационную таблицу или меры соответствия модели исходным данным. Модели псевдо- R^2 Кокса и Шелла и псевдо- R^2 Нагелькерке (аналоги квадрата коэффициента множественной корреляции) позволяют оценить полезность переменных, используемых в модели. С помощью классификационной таблицы можно отследить процент правильной классификации в категориях зависимой переменной и по всей выборке [18].

Одним из преимуществ логистической регрессии можно назвать возможность эффективно провести анализ качества построенной модели с помощью ROC . Этот термин изначально был введен для обработки и оценки точности радиосигналов. Сейчас же построение ROC -кривой позволяет оценить

качество классификации модели. Для её построения необходимо выделить доли ошибочных и правильных положительных классификаций. Чем выше будет проходить кривая, тем точнее рассматриваемая модель. Числовой характеристикой качества модели в данном случае будет служить площадь под *ROC*-кривой (*AUC*). [12; 4]

2.3. ПРИМЕНЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Логистическая регрессия, в отличие от линейной регрессии, позволяет не просто предсказать значение переменной, основываясь на исходных данных, а найти вероятность того, что значение принадлежит к определенному классу. Это объясняет почему, например, именно этот метод, получил большое распространение в банковских системах, с его помощью производится скоринг, позволяющий оценить кредитные риски заемщика. Однако, так как использование методов математического анализа данных является неотъемлемой частью исследований в области естественных наук, логистическая регрессия находит свое применение и в этой сфере. Она часто может найти свое применение в таких случаях, когда другие методы ограничены, например, присутствием качественных зависимых переменных. [2; 4]

Далее будут рассмотрены конкретные примеры применения логистической регрессии в качестве метода работы с данными.

Задача оценки эффективности гидрометеорологического обеспечения может быть решена с помощью расчета вероятности достижения ожидаемого результата. Логистическая регрессия позволяет вычислить такой критерий эффективности ГМО, который затем может быть оценен потребителем. Такая методология была предложена петербургскими авторами в 2020 году. [13]

Методы машинного обучения, к которым относится логистическая регрессия, могут улучшить системы прогнозирования метеорологических событий, например, опасных конвективных явлений. После построения численной модели конвективного облака возможно произвести анализ вероятности наступления опасных событий с помощью различных методов, в том числе, логистической регрессии. Такую модель описывает в своей выпускной квалификационной работе Балакший А.В. [11]

Гидроэкологическое планирование включает в себя элементы прогнозирования и расчета вероятностей наступления исходов событий. В работе В.В. Караковского [10] логистическая регрессия применена для анализа защищенности водоносных горизонтов рассматриваемого района. В этой работе также был проведен *ROC*-анализ для оценки качества построенной модели.

В работе двух финских авторов проводится оценка соответствия автоматизированных прогнозов качественных параметров погодных условий наблюдениям специалистов. Работа направлена на перспективное повышение точности метеорологических прогнозов с помощью выявления основных ошибок автоматизированных систем. В ходе работы с помощью логистической регрессии оценивалось совпадение метеорологических кодов, полученных автоматически и наблюдателем. [1]

Исследование Уханьского Университета [7] применяет логистическую регрессию для построения модели, позволяющей определить вероятность возникновения опасных геологических явлений в регионе, основываясь на метеорологических данных. Такая модель может быть применена для улучшения систем предупреждения о рисках.

Д. Оздемир в своей работе 2011 года [8] строит модель для поиска возможных мест расположения источников грунтовых вод с помощью логистической регрессии и ГИС-среды. При этом учитываются 17 факторов, влияющих на возможность возникновения источника, как геологические, так и метеорологические. Исследование проводилось на основе данных района Султанских гор в Турции. После сравнения с имеющимися фактическими данными о местоположении источников были сделаны выводы об эффективности данной системы.

Американский геофизик Алан Мэйр с коллегами разработал альтернативный существующему метод оценки расположенности подземных вод к высокому уровню загрязнения в штате Гавайи [6]. Переменные,

используемые для построения модели, включали гидрогеологические характеристики водоносных горизонтов, степень антропогенной нагрузки на территорию и расположение скважин. Такая модель может позволить эффективно давать оценку возможному качеству воды в районах с недостаточным количеством собранных данных.

В статье 2021 года, опубликованной в журнале *Hydrology* [3], описывается применение логистической регрессии для исследования предрасположенности определенных территорий к возникновению оползней. С помощью этого метода оценивается то, насколько каждый из рассматриваемых факторов, например, характер грунта или уровень осадков, оказывает влияние на возникновение оползней на основе уже имеющихся данных. С использованием полученной информации далее выстраиваются карты оползневой опасности региона для возможности более точных предсказаний в будущем.

ГЛАВА 3. УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ

3.1. БАЗА ДАННЫХ

Необходимо набрать базу данных из метеорологических и гидрологических характеристик по р. Самур. Для данного исследования будут использоваться такие данные, как:

- Расходы воды
- Уровни воды
- Температура воздуха
- Влажность воздуха
- Атмосферное давление
- Осадки
- Направление ветра
- Вертикальная видимость
- Точка росы
- Количество облаков

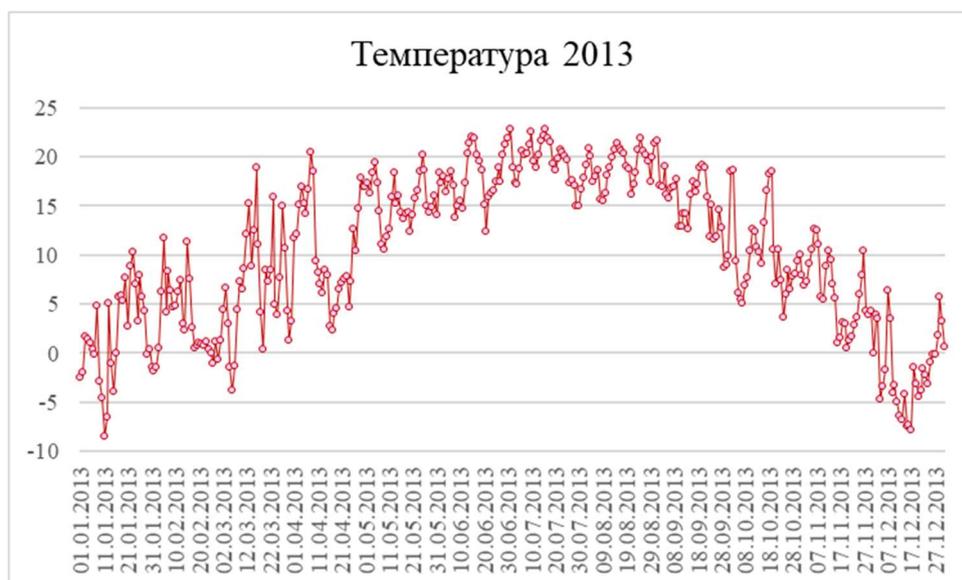


Рисунок 3.1 – График температурного хода воздуха для 2013 года



Рисунок 3.2 – График изменения влажности воздуха для 2013 года

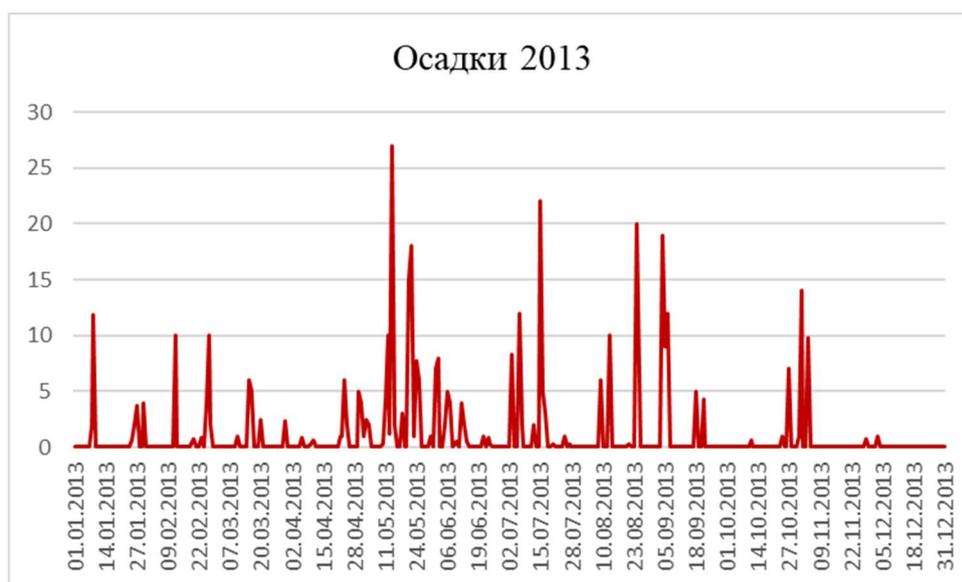


Рисунок 3.3 – График осадков для 2013 года

Изначальная база данных была собрана из ежедневных данных за три года, начиная с 2013 года и заканчивая 2015 годом. Далее были выделены периоды весеннего половодья и дождевого паводка для каждого года. Так как р. Самур – это горная река, со сложным формированием, четко выделить периоды паводка и половодья сложно. В 2013 и 2015 годах весеннее половодье плавно переходит в дождевой паводок, в 2014 году удалось выделить весеннее половодье и дождевой паводок по отдельности.

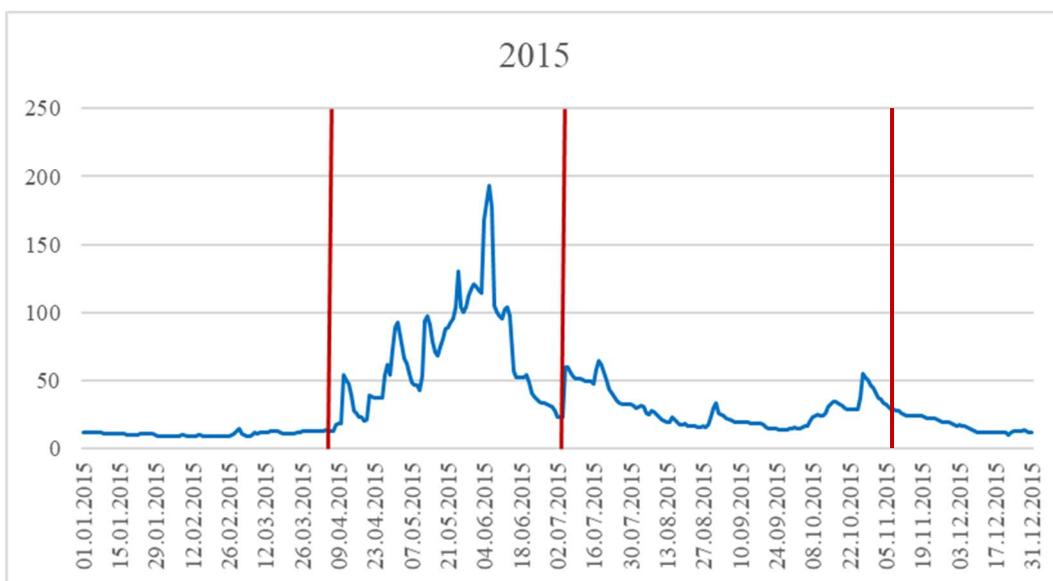
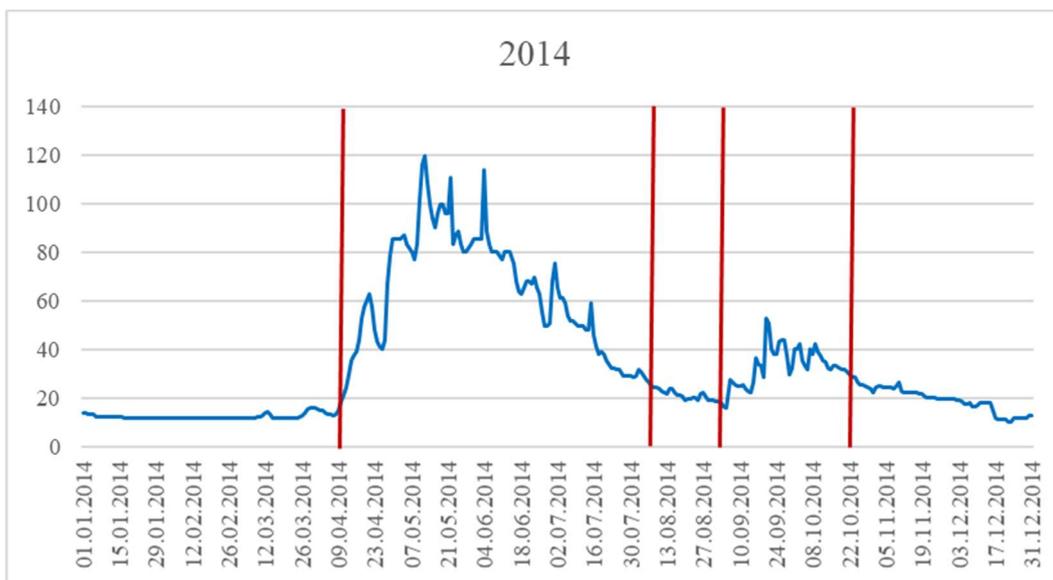
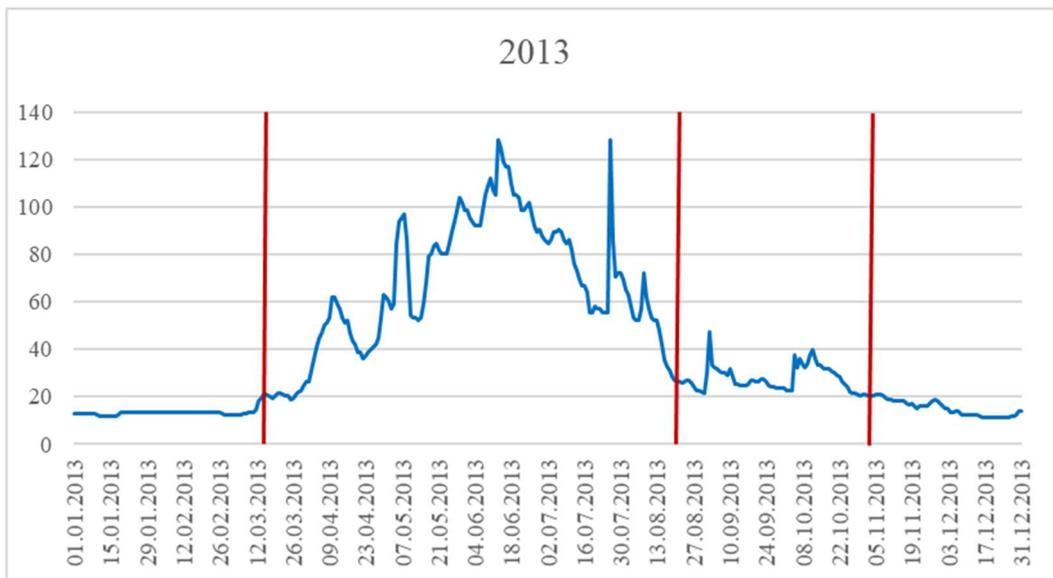


Рисунок 3.4-6 – Гидрографы с выделенными периодами весеннего половодья и дождевого паводка для 2013, 2014 и 2015 годов

3.2. МАТРИЦЫ КОРРЕЛЯЦИИ

Необходимо выявить связи между нашими переменными, для этого строим матрицу корреляции.

Матрица корреляций – это квадратная таблица, заголовками строк и столбцов которой являются обрабатываемые переменные, а на пересечении строк и столбцов выводятся коэффициенты корреляции для соответствующей пары признаков.

Таблица 3.1 – Матрица корреляции для весеннего половодья 2013 года

	<i>Расходы</i>	<i>Уровни</i>	<i>Температура</i>	<i>Влажность</i>	<i>Атм. давление</i>	<i>ВВ</i>	<i>Точка росы</i>	<i>Осадки</i>	<i>Снегозапасы</i>
<i>Расходы</i>	1								
<i>Уровни</i>	0,99	1							
<i>Температура</i>	0,47	0,51	1						
<i>Влажность</i>	0,08	0,09	-0,38	1					
<i>Атм давление</i>	0,08	0,11	-0,09	0,13	1				
<i>ВВ</i>	0,03	0,02	0,47	-0,67	-0,06	1			
<i>Точка росы</i>	0,54	0,58	0,70	0,38	0,01	-0,01	1		
<i>Осадки</i>	-0,03	-0,01	0,02	-0,03	-0,12	0,02	0,00	1	
<i>Снегозапасы</i>	-0,10	-0,10	-0,24	0,11	0,01	-0,16	-0,16	-0,01	1

Матрицы корреляции для дождевого паводка 2013 года, половодья 2014 года и дождевого паводка 2014 года приведены в Приложении А.1–А.3.

Наибольшая корреляция расходов воды с уровнями, так же большая корреляция с температурой воздуха и точкой росы. Графики корреляции приведены ниже.

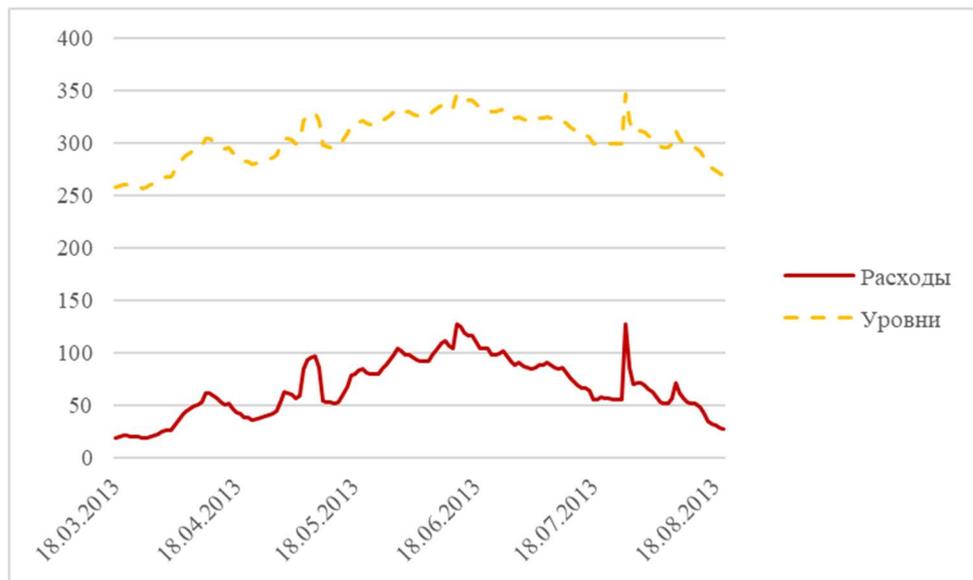


Рисунок 3.7 – График корреляции расходов воды и уровней воды

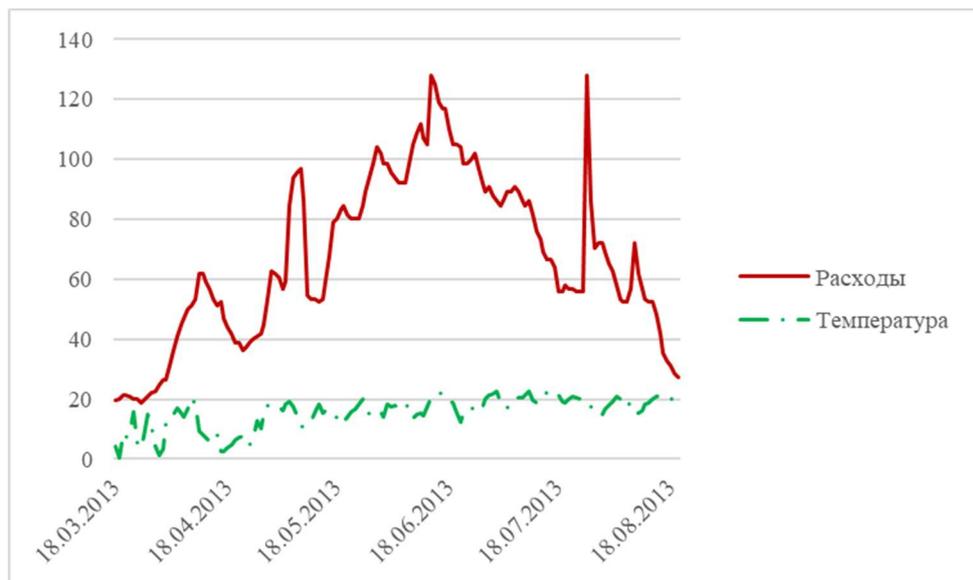


Рисунок 3.8 – График корреляции расходов воды и температуры воздуха

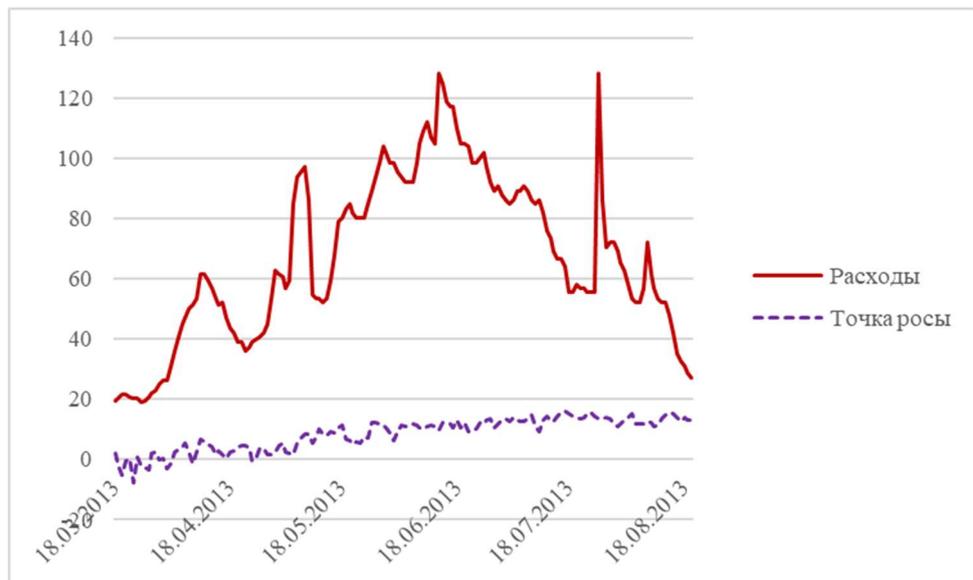


Рисунок 3.9 – График корреляции расходов воды и точки росы

Так как корреляция с уровнями воды наибольшая, почти равная единице, уровни воды были убраны из таблицы с исходными значениями, чтобы проверить насколько изменятся предсказанные расходы воды. Результат проверки приведен на Рисунке 3.10.

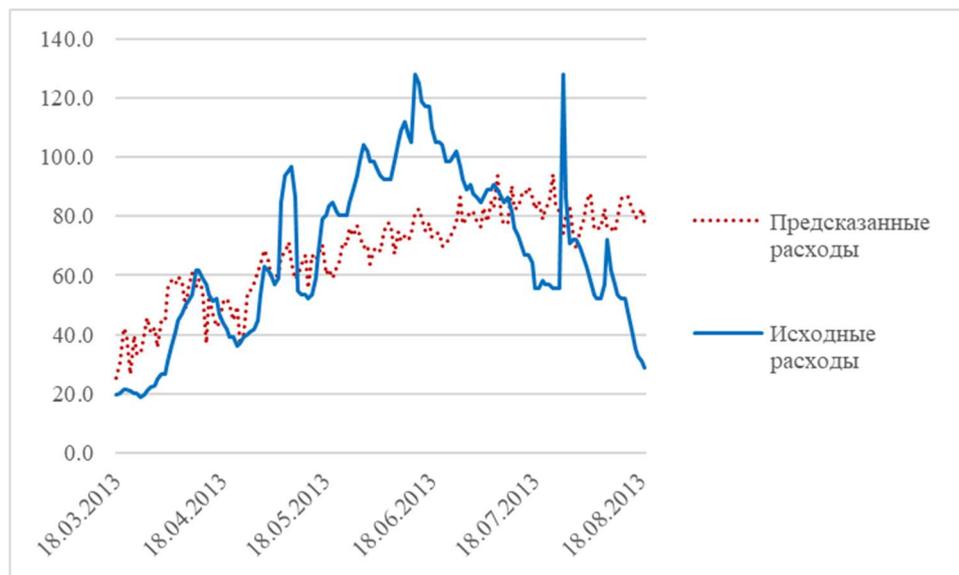


Рисунок 3.10 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для весеннего половодья 2013 года с убранными из расчетов уровнями воды

Так как значения разошлись очень сильно, было принято решение оставить уровни и проводить дальнейшие расчеты с их учетом.

3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОСТИ

Для расчетов необходимо определить заблаговременность. Заблаговременность гидрологического прогноза – промежуток времени от даты выпуска прогноза до даты осуществления предсказываемого явления. Заблаговременность рассчитывается через сдвиги данных. Расчеты были проведены со сдвижкой в одни сутки и в двое суток.

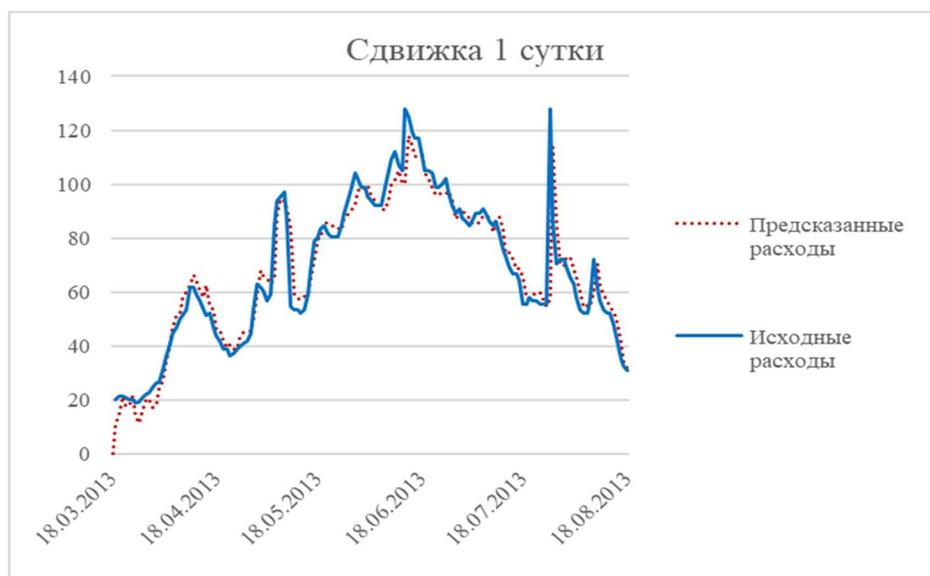


Рисунок 3.11 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды при сдвижке в 1 сутки

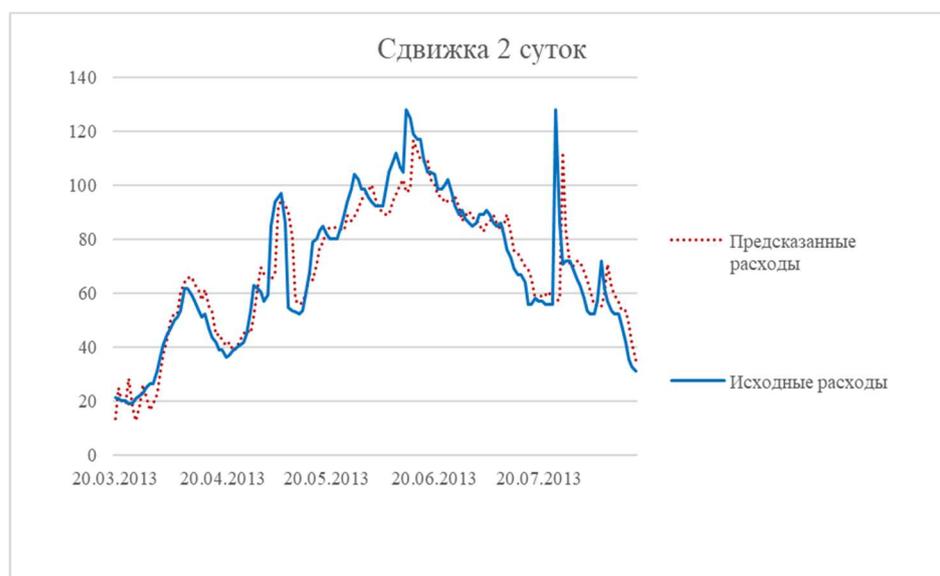


Рисунок 3.12 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды при сдвижке в 2 суток

Так как максимумы расходов смещаются вправо слишком сильно, если делать сдвигку на 2 дня, то заблаговременность принята равной 1 суткам.

3.4. РАСЧЕТ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ

Исходные данные по весеннему половодью для 2013, 2014 и объединенного 2013 и 2014 годов для расчета коэффициентов регрессии и свободного члена приведены в Приложении Б.1–2.

Для расчета была использована надстройка «Регрессия» в программе Excel. Для начала нам необходимо построить график сравнения предсказанных и исходных расходов воды со сдвижкой равной 1 суткам.

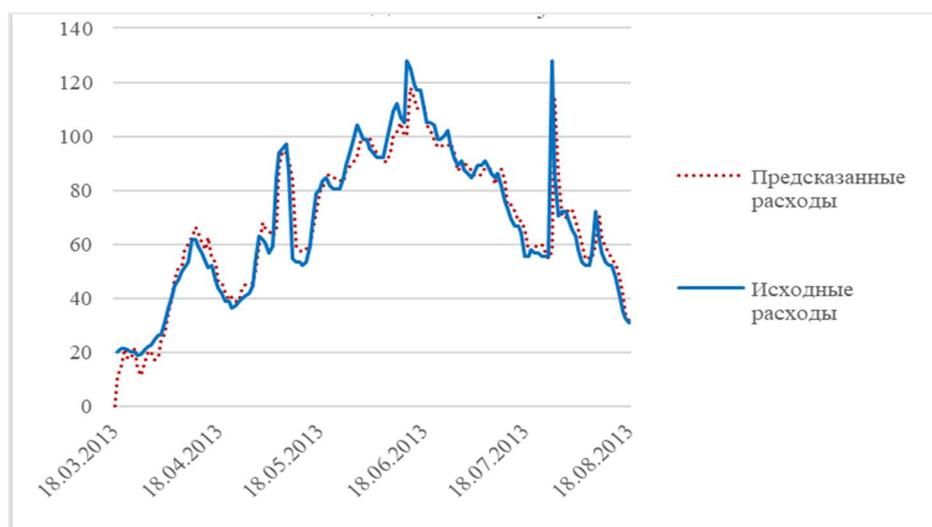


Рисунок 3.13 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для весеннего половодья 2013 года со сдвижкой равной 1 суткам

Точно такие же манипуляции необходимо повторить с весенним половодьем 2014 года и объединенным весенним половодьем 2013 и 2014 года. Графики приведены в приложении В.1–2.

Таблица 3.2 – Рассчитанные коэффициенты регрессии и свободный член для весеннего половодья 2013, 2014 и объединенных 2013 и 2014 годов

13 год		14 год		13+14 годы	
Свободный член	-79,68	Свободный член	-413,30	Свободный член	-365,40
Уровни	1,19	Уровни	1,16	Уровни	1,12
Температура	-0,30	Температура	1,69	Температура	0,43
Влажность	-0,11	Влажность	0,45	Влажность	0,07
Атм. давление	-0,31	Атм. давление	0,15	Атм. давление	0,12
ВВ	0,13	ВВ	-0,06	ВВ	0,21
Точка росы	-0,05	Точка росы	-2,47	Точка росы	-0,63
Осадки	0,00	Осадки	0,18	Осадки	-0,01
Снегозапасы	-0,38	Снегозапасы	10,06	Снегозапасы	-0,53

Расчеты вероятности наступления для весеннего половодья по уравнению регрессии представлены в Приложении Г.1. Первый столбец – это расходы воды по уравнению регрессии, второй – стандартизированные значения, которые были посчитаны через стандартное отклонение и среднее значение фактических расходов 15 года. Третий столбец – это вероятность наступления прогнозируемого события. Четвертый столбец, погрешность – это изначальные расходы воды 15 года минус прогнозное значение и возведенные в квадрат.

Таблица 3.3 – Посчитанные среднеквадратичные отклонения для весеннего половодья 2013, 2014 и объединенных 2013 и 2014 годов

2013 год:		2014 год:		2013+2014 годы:	
S	17,66	S	17,21	S	16,69
S/σ_{Δ}	1,06	S/σ_{Δ}	1,03	S/σ_{Δ}	1,00

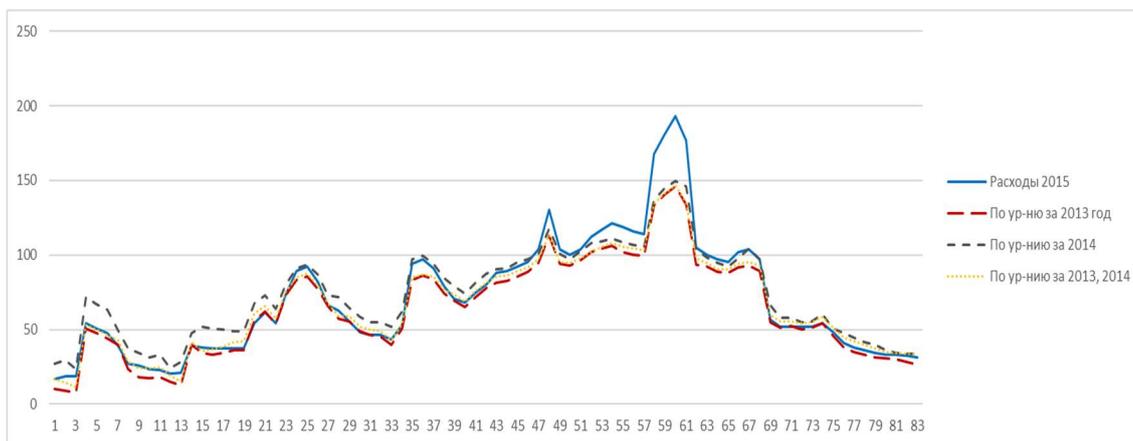


Рисунок 3.14 – График сравнения прогнозных и фактических значений для весеннего половодья

3.5. РАСЧЕТ УРАВНЕНИЯ РЕГРЕССИИ ДЛЯ ДОЖДЕВОГО ПАВОДКА

Исходные данные по дождевому паводку для 2013, 2014 и объединенного 2013 и 2014 годов для расчета коэффициентов регрессии и свободного члена приведены в Приложении Б.3–4.

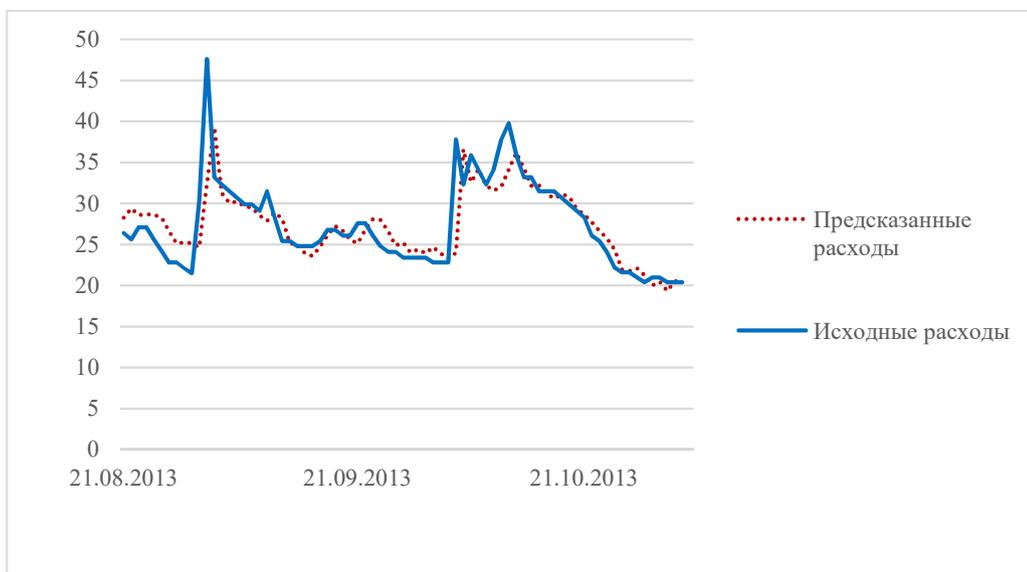


Рисунок 3.15 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для дождевого паводка 2013 года со сдвижкой равной 1 суткам

Точно такие же манипуляции необходимо повторить с дождевым паводком 2014 года и объединенного дождевого паводка 2013 и 2014 годов. Графики приведены в приложении В.3–4.

Таблица 3.4 – Рассчитанные коэффициенты регрессии и свободный член для дождевого паводка 2013, 2014 и объединенных 2013 и 2014 годов

13 год		14 год		13+14 годы	
Свободный член	-23,29	Свободный член	-184,10	Свободный член	-121,66
Уровни	0,66	Уровни	0,53	Уровни	0,63
Температура	0,20	Температура	-0,17	Температура	0,41
Влажность	0,12	Влажность	-0,07	Влажность	0,14
Атм. давление	-0,20	Атм. давление	0,12	Атм. давление	-0,04
ВВ	0,06	ВВ	-0,15	ВВ	-0,03
Точка росы	-0,43	Точка росы	0,32	Точка росы	-0,37
Осадки	-0,06	Осадки	-3,01	Осадки	-0,16

Расчеты вероятности наступления для дождевого паводка по уравнению регрессии представлены в Приложении Г.2.

Таблица 3.5 – Посчитанные среднеквадратичные отклонения для дождевого паводка 2013, 2014 и объединенных 2013 и 2014 годов

2013 год:		2014 год:		2013+2014 годы:	
S	30,00	S	21,13	S	21,16
S/σ_{Δ}	6,76	S/σ_{Δ}	4,76	S/σ_{Δ}	5,89

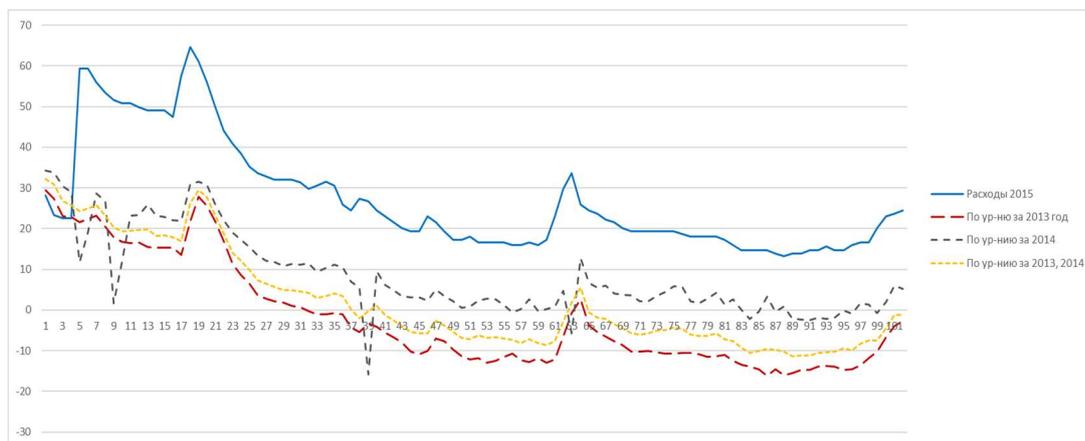


Рисунок 3.15 – График сравнения прогнозных и фактических значений для дождевого паводка

ГЛАВА 4. КОЭФФИЦИЕНТ СПИРМАНА

Для категориальных переменных коэффициент Пирсона не применяется. Надо использовать ранговую корреляцию.

Ранговая корреляция – это метод корреляционного анализа, отражающий отношения переменных, упорядоченных по возрастанию их значения.

Ранги – это порядковые номера единиц совокупности в ранжированном ряду. Если проранжировать совокупность по двум признакам, связь между которыми изучается, то полное совпадение рангов означает максимально тесную связь, а полная противоположность рангов – максимально тесную обратную связь.

Величина коэффициента корреляции Спирмана лежит в интервале +1 и –1. Он может положительным и отрицательным, характеризуя направленность связи между признаками, измеренными в ранговой шкале.

Были проведены расчеты корреляции для количества облаков, румбов и расходов.

Таблица 4.1 – Часть изначальных данных для расчета коэффициента Спирмана

Расходы	К-во облаков	Румбы
19,5	770,0	90
20,2	510,0	133
21,5	155,0	209
21,5	375,0	152
20,8	190,0	169
20,2	215,0	299
20,2	645,0	110
18,9	340,0	173
19,5	425,0	229

Чтобы рассчитать коэффициент Спирмана необходимо взять изначальные данные, проранжировать их от меньшего к большему, затем придать каждому значению категорию, если значения одинаковые, то у них будет одна категория.

Например, у нас несколько раз встречается значение количества облаков равное 0, каждый раз у этого значения будет категория 1, что можно увидеть в таблице 2.

Затем необходимо сравнить полученные категории. Категории берутся по таблице изначальных данных, то есть категория значения расхода воды 19,5 равна 2, категория значения количества облаков 770,0 равна 75, а категория значения румба 90 равна 11. Далее считаем разницу между категориями, так как мы ищем корреляцию между расходами воды и количеством облаков, расходами воды и направлениями ветра, то отнимаем от категорий расходов воды категории румбов, а затем повторяем все то же самое уже для категорий расходов воды и количеством облаков. Полученные разницы категорий возводим в квадрат и далее считаем сумму полученных квадратов.

Таблица 4.2 – Расчеты коэффициента Спирмана

Ранжированные расходы	Категории расходов	Ранжированное количество облаков	Категории к-ва облаков	Ранжированные румбы	Категории румбов	Сравнение категорий			Разница категорий	d^2	Разница категорий	d^2
18,9	1	0,0	1	75	1	2	75	11	73	5184	64	4096
19,5	2	0,0	1	79	2	4	46	28	42	1764	18	324
19,5	2	0,0	1	79	2	5	16	74	11	121	-58	3364
20,2	3	0,0	1	80	3	5	33	40	28	784	-7	49
20,2	3	0,0	1	81	4	4	19	52	15	225	-33	1089
20,2	4	0,0	1	81	4	4	22	82	18	324	-60	3600
20,8	4	0,0	1	82	5	4	62	18	58	3364	44	1936
20,8	4	5,0	2	83	6	1	32	55	31	961	-23	529

По формуле 6 считаем значение коэффициента Спирмана:

$$p = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n^3 - n} \quad (6)$$

Где:

n – количество значений;

d^2 – квадрат разницы категорий.

Корреляция между расходами и количеством облаков равна 0,77, румбов и расходов 0,56. Метод ранговой корреляции можно считать успешным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе исследования изучались возможности применения логистической регрессии в гидрологических прогнозах. Для исследования была набрана база данных из метеорологических и гидрологических характеристик по р. Самур за 2013—2015 годы.

Метод логистической регрессии, применявшийся в работе, обычно не используется для прогнозирования гидрологических явлений, что повысило актуальность работы, поскольку изучалась возможность использования нового для гидрологии метода и его эффективность.

Главной задачей исследования был расчёт коэффициентов регрессии и свободного члена для весеннего половодья и дождевого паводка за два года, а также объединенных за два года данных для весеннего половодья и дождевого паводка. После этого было проведено прогнозирование на независимом материале и были сделаны нижележащие выводы.

Метод логистической регрессии для гидрологических прогнозов является подходящим для предсказания, только если предыдущие годы схожи с предсказываемыми.

Весеннее половодье 2013 и 2014 года являются схожими с половодьем 2015 года, поэтому методика предсказания, основанная на уравнении регрессии, является эффективной в данном конкретном случае. Однако дождевые паводки 2013 и 2014 года не схожи с 2015 годом, где методика показала себя не эффективной.

Если расширить базу данных на большее число лет, тогда можно будет найти аналог прогнозируемого года и использовать методику более эффективно.

Применение в исследовании метода ранговой корреляции можно считать успешным, так как значения корреляции между расходами и количеством

облаков при предельном значении в 0,8 является равным 0,77; значение корреляции между расходами воды и направлениями ветра является равным 0,56, что тоже близко к предельному значению 0,8.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Analysing effects of meteorological variables on weather codes by logistic regression

Ссылка: <https://www.cambridge.org/core/journals/meteorological-applications/article/abs/analysing-effects-of-meteorological-variables-on-weather-codes-by-logistic-regression/B79B4D38C2B7B37EAA379D493358E20D#article>

Дата обращения: 30.03.22

2. Applied Logistic Regression

Ссылка: <http://acctlib.ui.ac.id/file?file=digital/2016-12/13095-Applied%20Logistic%20Regression,%20%203.ed%20-%20David%20W.%20Hosmer%20Jr.pdf>

Дата обращения: 30.03.22

3. Landslide Susceptibility Analysis: A Logistic Regression Model Case Study in Coonoor, India

Ссылка: <https://www.mdpi.com/2306-5338/8/1/41/htm>

Дата обращения: 30.03.22

4. Loginom: Логистическая регрессия и ROC-анализ

Ссылка: <https://loginom.ru/blog/logistic-regression-roc-auc>

Дата обращения: 30.03.22

5. Loginom: Тест Вальда

Ссылка: <https://wiki.loginom.ru/articles/wald-test.html>

Дата обращения: 30.03.22

6. Logistic regression modeling to assess groundwater vulnerability to contamination in Hawaii, USA

Ссылка: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169411003258>

Дата обращения: 30.03.22

7. Regional integrated meteorological forecasting and warning model for geological hazards based on logistic regression

Ссылка: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11859-006-0313-9>

Дата обращения: 30.03.22

8. Using a binary logistic regression method and GIS for evaluating and mapping the groundwater spring potential in the Sultan Mountains (Aksehir, Turkey)

Ссылка: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169411003258>

Дата обращения: 30.03.22

9. Водные ресурсы бассейна реки Самур

Ссылка: https://vuzlit.com/474132/vodnye_resursy_basseyna_reki_samur

Дата обращения: 22.05.22

10. Гидрогеоэкологическое обоснование схем территориального планирования на примере Красногорского района Московской области

Ссылка: http://geoenv.ru/materials/disser/dissertation_karakovskiy

Дата обращения: 30.03.22

Дата обращения: 30.03.22

11. Использование методов машинного обучения для прогнозирования опасных конвективных явлений с помощью численной модели конвективного облака

Ссылка: <https://dspace.spbu.ru/bitstream/11701/4232/1/st011824>

Дата обращения: 30.03.22

12. Лекции по алгоритмам восстановления регрессии

Ссылка: <http://www.ccas.ru/voron/download/Regression>

Дата обращения: 30.03.22

13. Методология оценивания эффективности гидрометеорологического обеспечения

Ссылка: https://www.rgo.ru/sites/default/files/sbornik-tezisev-_konferencii-sovremennye-problemy-gidrometeorologii_rggmu-2020.pdf

Дата обращения: 30.03.22

14. Методы эконометрики

Ссылка: <http://elib.nakkkim.edu.ua/bitstream/handle/123456789/1328/Айвазян%20>

С.А.%20Методы%20эконометрики.2010.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Дата обращения: 30.03.22

15. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 9. Закавказье и Дагестан. Вып. 3. Дагестан / под ред. П. П. Буртовой. — Л.: Гидрометеиздат, 1964. — 76 с.

16. Соколов А. А. Глава 20. Кавказ // Гидрография СССР. — Л.: Гидрометеиздат, 1952.

17. Статистический анализ медико-биологических данных с использованием пакетов статистических программ Statistica, SPSS, NCSS, SYSTAT

Ссылка: https://nrcerm.ru/files/book/makarova_posob

Дата обращения: 30.03.22

18. Терешенко О.В., Курилов Н.В., Князева Е.И. Многомерный статистический анализ данных

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Матрица корреляции для дождевого паводка 2013 года

	<i>Расходы</i>	<i>Уровни</i>	<i>Температура</i>	<i>Влажность</i>	<i>Атм. давление</i>	<i>ВВ</i>	<i>Точка росы</i>	<i>Осадки</i>
<i>Расходы</i>	1							
<i>Уровни</i>	0,94	1						
<i>Температура</i>	0,03	0,23	1					
<i>Влажность</i>	0,18	0,19	-0,32	1				
<i>Атм. давление</i>	0,12	0,06	-0,63	0,21	1			
<i>ВВ</i>	-0,24	-0,14	0,52	-0,50	-0,22	1		
<i>Точка росы</i>	0,14	0,33	0,69	0,45	-0,40	0,15	1	
<i>Осадки</i>	-0,02	0,02	0,18	0,01	-0,12	0,09	0,18	1

Таблица А.2 – Матрица корреляции для весеннего половодья 2014 года

	<i>Расходы</i>	<i>Уровни</i>	<i>Температура</i>	<i>Влажность</i>	<i>Атм. давление</i>	<i>ВВ</i>	<i>Точка росы</i>	<i>Осадки</i>	<i>Снегозапасы</i>
<i>Расходы</i>	1								
<i>Уровни</i>	0,98	1							
<i>Температура</i>	0,02	0,04	1						
<i>Влажность</i>	-0,07	-0,03	-0,59	1					
<i>Атм. давление</i>	0,09	0,09	-0,29	0,28	1				
<i>ВВ</i>	-0,02	-0,03	0,36	-0,49	-0,27	1			
<i>Точка росы</i>	-0,06	0,01	0,63	0,25	-0,08	0,01	1		
<i>Осадки</i>	-0,10	-0,09	0,05	0,07	0,17	-0,01	0,11	1	
<i>Снегозапасы</i>	-0,17	-0,24	-0,03	-0,20	-0,10	0,03	-0,24	-0,03	1

Таблица А.3 – Матрица корреляции для дождевого паводка 2014 года

	<i>Расходы</i>	<i>Уровни</i>	<i>Температура</i>	<i>Влажность</i>	<i>Атм. давление</i>	<i>ВВ</i>	<i>Точка росы</i>	<i>Осадки</i>
<i>Расходы</i>	1							
<i>Уровни</i>	0,99	1						
<i>Температура</i>	-0,49	-0,53	1					
<i>Влажность</i>	0,27	0,26	-0,43	1				
<i>Атм. давление</i>	0,27	0,27	-0,51	0,46	1			
<i>ВВ</i>	-0,29	-0,29	0,43	-0,44	-0,28	1		
<i>Точка росы</i>	-0,39	-0,45	0,85	0,10	-0,30	0,24	1	
<i>Осадки</i>	0,20	0,19	-0,08	0,10	-0,05	0,16	-0,03	1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1 – Исходные данные для весеннего половодья 2013 года

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм, давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
18.03.2013	19,5	258	4,11	88,1	670	10,3	2,2	0	0
19.03.2013	20,2	259	0,43	86,8	674	27,8	-1,7	0	0
20.03.2013	21,5	261	8,48	41,5	671	32,8	-5,3	2,5	0
21.03.2013	21,5	261	7,29	60,1	674	29,0	-0,3	0	0
22.03.2013	20,8	260	8,51	60,9	673	32,8	0,2	0	0
23.03.2013	20,2	259	15,95	20,0	664	32,8	-7,8	0	0
24.03.2013	20,2	259	4,93	78,0	667	12,8	0,9	0	0
25.03.2013	18,9	257	3,94	71,4	673	24,0	-2,1	0	3
26.03.2013	19,5	258	7,65	54,9	672	32,8	-2,6	0	0
27.03.2013	20,8	260	14,96	29,0	669	32,8	-3,4	0	0
28.03.2013	22,1	262	10,65	57,1	671	32,8	1,9	0	0
29.03.2013	22,8	263	4,30	88,1	675	24,0	2,4	0	0
30.03.2013	24,9	266	1,26	92,0	680	10,3	0,0	2,3	0
31.03.2013	26,4	268	3,21	81,4	679	32,8	0,2	0	0
01.04.2013	26,4	268	11,68	40,4	678	32,8	-2,9	0	0
02.04.2013	31,1	274	12,08	43,9	674	32,8	-1,2	0	0
03.04.2013	36,2	280	15,06	45,4	674	32,8	2,4	0	0
04.04.2013	40,9	285	16,95	43,5	672	32,8	3,3	0	0
05.04.2013	44,9	289	15,29	50,5	672	32,8	4,1	0	0
06.04.2013	46,9	291	14,21	59,0	674	32,8	5,6	0,8	0
07.04.2013	50,1	294	16,65	40,1	673	32,8	2,6	0	0
08.04.2013	51,2	295	20,40	28,5	670	32,8	-1,4	0	0
09.04.2013	53,4	297	18,50	36,1	668	32,8	2,5	0	0
10.04.2013	61,7	304	9,35	75,0	672	20,3	6,9	0,3	0
11.04.2013	61,7	304	8,14	87,3	673	15,3	6,0	0,6	0
12.04.2013	59,3	302	7,09	86,4	676	7,8	4,8	0	0
13.04.2013	56,9	300	6,16	88,4	678	12,8	4,3	0	0
14.04.2013	53,4	297	8,44	66,8	667	32,8	1,6	0	0
15.04.2013	51,2	295	7,98	71,5	678	22,8	2,7	0	0
16.04.2013	52,3	296	2,66	92,6	678	7,8	1,6	0	0
17.04.2013	46,9	291	2,35	87,3	675	12,8	0,3	0	10
18.04.2013	43,8	288	4,04	89,3	675	16,6	2,3	0	0
19.04.2013	41,9	286	4,60	90,0	676	7,8	3,0	0	0
20.04.2013	39	283	6,54	86,1	673	11,5	4,2	0	0
21.04.2013	39	283	7,18	85,9	669	13,1	4,8	0	0
22.04.2013	36,2	280	7,53	82,1	669	24,0	4,4	1	0
23.04.2013	37,1	281	7,78	78,1	672	20,3	3,8	1	0
24.04.2013	39	283	4,70	71,1	676	29,0	-0,5	6	0
25.04.2013	39,9	284	7,24	65,8	675	32,8	0,4	2	0
26.04.2013	40,9	285	12,63	58,9	674	32,8	4,0	0	0
27.04.2013	41,9	286	10,41	64,8	679	32,8	3,7	0	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм, давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
28.04.2013	44,9	289	14,75	47,0	680	32,8	1,8	0	0
29.04.2013	53,4	297	17,83	37,3	678	32,8	1,7	0	0
30.04.2013	62,9	305	16,89	43,0	681	32,8	2,7	5	0
01.05.2013	61,7	304	16,95	47,5	682	32,8	4,7	4	0
02.05.2013	60,5	303	17,36	52,0	678	32,8	5,4	1	0
03.05.2013	56,9	300	16,33	43,3	678	32,8	2,4	2,5	0
04.05.2013	59,3	302	18,44	40,5	677	32,8	2,0	2	0
05.05.2013	84,7	321	19,36	32,9	676	32,8	1,4	0	0
06.05.2013	93,8	327	17,29	48,6	677	32,8	5,5	0	0
07.05.2013	95,4	328	14,41	63,9	677	27,8	7,2	0	0
08.05.2013	97	329	11,10	85,6	679	12,0	8,6	0	0
09.05.2013	86,2	322	10,54	88,1	679	22,8	8,6	0	0
10.05.2013	54,6	298	11,91	69,0	679	32,8	5,7	0,3	0
11.05.2013	53,4	297	12,64	75,0	676	32,8	7,8	4,3	0
12.05.2013	53,3	296	15,90	71,5	670	32,8	9,9	10	0
13.05.2013	52,3	296	18,44	55,4	670	32,8	8,5	1,2	0
14.05.2013	53,4	297	15,28	64,6	669	27,8	7,8	270	0
15.05.2013	59,3	302	16,00	65,4	670	27,8	9,2	2	0
16.05.2013	68	309	14,36	71,8	673	27,8	8,8	0	0
17.05.2013	78,9	317	13,71	82,1	674	27,8	10,6	0	0
18.05.2013	80,3	318	14,19	83,6	673	22,8	11,2	3	0
19.05.2013	83,2	320	14,35	65,9	674	32,8	6,9	0	0
20.05.2013	84,7	321	12,41	68,9	677	27,8	6,2	0	0
21.05.2013	81,7	319	14,10	59,1	676	32,8	4,9	15	0
22.05.2013	80,3	318	15,78	54,9	675	32,8	5,8	18	0
23.05.2013	80,3	318	16,55	52,3	677	32,8	5,4	1	0
24.05.2013	80,3	318	18,54	53,0	676	32,8	7,8	7,7	0
25.05.2013	84,7	321	20,20	46,3	674	32,8	7,1	6	0
26.05.2013	89,2	324	18,60	69,6	674	32,8	12,4	0	0
27.05.2013	93,8	327	14,98	84,1	674	22,8	12,1	0	0
28.05.2013	98,6	330	14,35	85,5	675	14,5	11,7	0	0
29.05.2013	104	333	14,83	81,6	677	25,3	11,3	0	0
30.05.2013	102	332	15,98	71,3	674	32,8	10,4	1	0
31.05.2013	98,6	330	14,06	60,5	671	24,4	8,7	0	0
01.06.2013	98,6	330	18,40	48,3	671	32,8	6,3	7	0
02.06.2013	95,4	328	17,36	61,0	672	32,8	9,3	8	0
03.06.2013	93,8	327	18,03	70,6	670	32,8	11,5	0	0
04.06.2013	92,3	326	16,48	71,9	672	32,8	10,8	0	0
05.06.2013	92,3	326	17,73	68,8	676	32,8	11,4	2	0
06.06.2013	92,3	326	18,55	68,5	675	29,0	11,8	5	0
07.06.2013	98,6	330	17,05	72,1	674	20,3	11,2	4	0
08.06.2013	105	334	13,84	81,9	674	29,0	10,7	0	0
09.06.2013	109	336	15,04	74,4	675	20,3	10,3	0,3	0
10.06.2013	112	338	15,50	74,5	675	29,0	10,8	0,5	0
11.06.2013	107	335	14,69	81,3	675	22,8	11,3	0	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм, давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
12.06.2013	105	334	17,33	69,8	674	32,8	11,0	4	0
13.06.2013	128	347	20,36	53,6	673	32,8	9,6	2	0
14.06.2013	125	345	21,34	59,3	674	32,8	12,3	0,5	0
15.06.2013	119	342	22,00	56,1	675	32,8	12,1	0	0
16.06.2013	117	341	21,88	57,1	673	32,8	11,9	0	0
17.06.2013	117	341	20,24	55,5	672	32,8	10,4	0	0
18.06.2013	110	337	19,53	71,0	671	29,0	13,2	0	0
19.06.2013	105	334	18,70	61,9	672	32,8	10,7	0	0
20.06.2013	105	334	15,18	84,0	674	22,8	12,3	0	0
21.06.2013	104	333	12,41	82,3	676	7,8	9,1	1	0
22.06.2013	98,6	330	15,94	71,3	675	32,8	10,3	0	0
23.06.2013	98,6	330	16,35	69,0	674	32,8	10,3	0,8	0
24.06.2013	100	331	16,51	77,6	673	29,0	12,2	0,3	0
25.06.2013	102	332	17,41	74,0	673	27,8	11,8	0	0
26.06.2013	97	329	18,95	71,6	674	32,8	13,1	0	0
27.06.2013	92,3	326	17,46	80,0	677	16,5	13,7	0	0
28.06.2013	89,2	324	20,19	57,5	676	32,8	10,5	0	0
29.06.2013	90,7	325	21,29	57,3	673	32,8	11,7	0	0
30.06.2013	87,7	323	21,86	59,0	672	32,8	12,9	0	0
01.07.2013	86,2	322	22,80	58,6	670	32,8	13,6	0	0
02.07.2013	84,7	321	18,88	68,6	670	24,0	12,5	0	0
03.07.2013	86,2	322	17,35	81,5	673	29,0	14,0	8,3	0
04.07.2013	89,2	324	17,24	76,9	675	17,8	12,9	0	0
05.07.2013	89,2	324	18,81	70,0	675	32,8	12,7	0	0
06.07.2013	90,7	325	20,65	63,8	676	26,5	12,8	12	0
07.07.2013	89,2	324	20,26	67,6	676	32,8	13,6	2	0
08.07.2013	86,2	322	20,33	72,1	677	16,5	14,8	0	0
09.07.2013	84,7	321	21,24	56,8	676	32,8	11,0	0	0
10.07.2013	86,2	322	22,58	46,8	673	32,3	9,4	0	0
11.07.2013	81,7	319	19,58	66,8	672	32,8	12,9	0	0
12.07.2013	76,1	315	18,93	77,6	673	10,3	14,5	2	0
13.07.2013	73,3	313	20,21	66,0	675	29,0	12,8	0	0
14.07.2013	69,3	310	21,65	58,3	675	32,8	12,5	0	0
15.07.2013	66,7	308	22,13	64,5	674	27,8	14,6	22	0
16.07.2013	66,7	308	22,83	67,1	673	32,8	15,6	5	0
17.07.2013	64,2	306	21,94	70,6	674	29,0	16,1	3	0
18.07.2013	55,7	299	21,53	69,5	674	32,8	15,4	0	0
19.07.2013	55,7	299	19,30	74,8	674	29,0	14,6	0	0
20.07.2013	58,1	301	18,59	75,5	674	20,3	13,9	0,3	0
21.07.2013	56,9	300	19,86	70,8	673	32,8	13,7	0	0
22.07.2013	56,9	300	20,79	67,4	672	29,0	14,0	0	0
23.07.2013	55,7	299	20,50	72,6	673	29,0	15,1	0	0
24.07.2013	55,7	299	20,01	77,8	673	10,3	15,8	0	0
25.07.2013	55,7	299	19,64	72,9	674	27,8	14,4	1	0
26.07.2013	128	347	17,30	79,8	672	16,5	13,5	0	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм, давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
27.07.2013	86,2	322	17,55	78,6	673	32,8	13,4	0,3	0
28.07.2013	70,6	311	17,09	83,8	672	17,8	14,0	0	0
29.07.2013	72	312	15,04	90,6	674	7,0	13,5	0	0
30.07.2013	72	312	15,01	81,8	673	22,8	11,6	0	0
31.07.2013	69,3	310	16,70	71,5	672	32,8	11,0	0	0
01.08.2013	65,4	307	17,83	70,4	673	29,0	11,8	0	0
02.08.2013	62,9	305	19,20	70,3	675	32,8	13,2	0	0
03.08.2013	58,1	301	20,90	66,9	674	26,5	13,9	0	0
04.08.2013	53,4	297	20,03	75,5	672	20,3	15,4	0	0
05.08.2013	52,3	296	17,51	72,0	673	27,3	12,0	0	0
06.08.2013	52,3	296	18,04	71,3	674	29,0	12,0	0	0
07.08.2013	56,9	300	18,63	67,9	675	32,8	11,9	0	0
08.08.2013	72	312	15,58	84,4	675	12,0	12,9	0	0
09.08.2013	61,7	304	15,51	82,3	675	22,8	12,3	6	0
10.08.2013	56,9	300	16,29	73,8	675	21,5	10,9	0	0
11.08.2013	53,4	297	18,16	67,8	675	32,8	11,5	0	0
12.08.2013	52,3	296	18,84	73,8	676	32,8	13,4	0	0
13.08.2013	52,3	296	19,98	74,9	675	26,8	14,9	10	0
14.08.2013	48	292	20,73	74,3	676	31,3	15,7	0	0
15.08.2013	41,9	286	21,39	70,5	678	35,0	15,1	0	0
16.08.2013	35,3	279	20,90	67,4	676	35,0	13,9	0	0
17.08.2013	32,7	276	20,65	63,3	675	35,0	12,6	0	0
18.08.2013	31,1	274	20,38	68,4	673	35,0	13,9	0	0
19.08.2013	28,7	271	18,98	69,6	675	26,3	13,2	0	0
20.08.2013	27,1	269	18,78	72,8	676	34,3	13,1	0	0

Таблица Б.2 – Исходные данные для весеннего половодья 2014 года

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
07.04.2014	13,3	238	11,54	45,0	677	35,0	-2,2	5	0
08.04.2014	15,1	241	16,23	37,1	672	33,8	0,5	0	1
09.04.2014	18,5	248	8,03	83,3	671	30,0	5,3	0	0
10.04.2014	21,3	253	8,93	71,8	674	35,0	3,5	0	0
11.04.2014	24,4	258	9,94	62,4	677	35,0	2,0	0	0
12.04.2014	30	266	7,46	89,5	679	25,0	5,8	0	0
13.04.2014	35,7	273	11,86	59,1	675	35,0	3,3	0,3	0
14.04.2014	37,5	275	9,08	84,5	675	21,3	6,3	0	0
15.04.2014	39,3	277	11,41	65,4	675	35,0	3,8	3,8	0
16.04.2014	44,2	282	12,61	68,0	676	35,0	6,0	0	0
17.04.2014	52,9	290	12,09	62,4	678	35,0	4,8	0	0
18.04.2014	57,7	294	15,40	55,9	674	35,0	6,2	0	0
19.04.2014	60,3	296	16,56	59,6	675	35,0	8,3	0	0
20.04.2014	62,9	298	16,79	60,1	674	35,0	8,3	0	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
21.04.2014	57,7	294	12,96	74,7	675	28,6	8,3	0	0
22.04.2014	48,4	286	13,29	74,9	676	35,0	8,8	0	0
23.04.2014	43,2	281	12,55	71,5	671	35,0	6,6	0	0
24.04.2014	41,2	279	10,73	72,9	673	35,0	5,7	0	0
25.04.2014	40,2	278	7,49	80,3	677	26,3	3,8	0	0
26.04.2014	44,2	282	6,70	86,9	673	17,5	4,6	0	0
27.04.2014	67	301	7,41	85,6	676	10,0	5,1	0	0
28.04.2014	78,8	309	11,59	74,8	675	35,0	6,9	0	0
29.04.2014	85,4	313	20,01	39,3	670	45,0	5,3	0	0
30.04.2014	85,4	313	13,35	72,1	672	35,0	8,2	11	0
01.05.2014	85,4	313	17,66	51,0	672	35,0	5,1	0	0
02.05.2014	85,4	313	17,25	54,1	672	35,0	7,5	0	0
03.05.2014	87,1	314	13,13	81,4	673	35,0	9,8	0	0
04.05.2014	83,7	312	11,36	79,3	676	35,0	7,6	0	0
05.05.2014	82,1	311	15,50	60,5	674	8,8	6,6	0	0
06.05.2014	80,4	310	19,59	52,9	673	13,8	8,0	0	0
07.05.2014	77,3	308	13,18	81,8	680	20,0	10,1	0,3	0
08.05.2014	83,7	312	13,01	81,0	680	30,0	9,6	0,3	0
09.05.2014	102	322	23,29	39,3	675	35,0	6,8	0	0
10.05.2014	116	329	22,31	43,5	673	33,8	8,7	0	0
11.05.2014	120	331	19,86	59,6	675	35,0	11,2	0	0
12.05.2014	109	326	19,55	60,6	675	35,0	10,1	0	0
13.05.2014	99,6	321	19,83	56,0	674	31,3	10,4	0,8	0
14.05.2014	94,1	318	18,20	55,6	675	35,0	7,3	0	0
15.05.2014	90,5	316	18,26	43,0	675	35,0	4,1	0	0
16.05.2014	95,9	319	19,96	41,0	676	28,8	5,1	0	0
17.05.2014	99,6	321	20,44	41,8	676	40,0	5,9	0	0
18.05.2014	99,6	321	19,78	42,0	675	40,0	5,5	1	0
19.05.2014	95,9	319	17,71	51,5	675	35,0	7,1	0	0
20.05.2014	95,9	319	14,28	72,9	676	25,0	9,2	1	0
21.05.2014	111	327	12,58	86,9	678	20,0	10,4	0	0
22.05.2014	83,7	312	13,14	79,9	679	20,0	9,3	0	0
23.05.2014	87,1	314	15,65	72,5	676	35,0	10,2	0	0
24.05.2014	88,8	315	18,25	67,6	675	35,0	11,8	0,3	0
25.05.2014	83,7	312	19,64	63,6	674	35,0	12,0	2	0
26.05.2014	80,4	310	18,34	71,9	673	35,0	12,8	0	0
27.05.2014	80,4	310	17,43	76,9	672	35,0	13,0	0	0
28.05.2014	82,1	311	16,79	70,6	671	30,0	10,9	0	0
29.05.2014	83,7	312	16,28	71,6	674	30,0	10,6	0	0
30.05.2014	85,4	313	17,30	74,6	676	35,0	12,3	0	0
31.05.2014	85,4	313	19,26	65,5	674	35,0	11,7	0	0
01.06.2014	85,4	313	17,99	82,9	674	25,0	14,9	0	0
02.06.2014	85,4	313	17,10	76,3	675	27,5	12,6	0	0
03.06.2014	114	328	15,23	78,8	675	30,0	11,4	0	0
04.06.2014	88,8	315	15,86	62,9	678	31,3	7,6	0	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
05.06.2014	83,7	312	17,49	49,8	676	35,0	5,5	0	0
06.06.2014	80,4	310	18,26	54,8	673	33,8	8,6	0	0
07.06.2014	80,4	310	19,80	60,5	672	35,0	11,2	0	0
08.06.2014	80,4	310	20,21	57,3	674	35,0	10,9	0	0
09.06.2014	78,8	309	20,41	43,8	675	33,8	7,3	0	0
10.06.2014	77,3	308	18,96	57,0	674	35,0	9,7	0	0
11.06.2014	80,4	310	19,60	58,3	672	28,8	10,6	0	0
12.06.2014	80,4	310	16,71	73,6	668	35,0	11,8	0	0
13.06.2014	80,4	310	13,68	77,3	670	18,8	9,6	0	0
14.06.2014	75,7	307	15,35	65,4	673	35,0	8,0	0	0
15.06.2014	68,4	302	18,76	52,8	674	35,0	7,8	3	0
16.06.2014	64,2	299	17,56	68,6	676	27,5	11,2	0	0
17.06.2014	62,9	298	19,28	64,9	677	35,0	11,7	1	0
18.06.2014	65,6	300	21,49	57,6	675	35,0	11,9	0	0
19.06.2014	68,4	302	19,64	60,4	674	35,0	11,5	0	0
20.06.2014	68,4	302	21,16	63,3	673	35,0	13,2	0,9	0
21.06.2014	67	301	27,33	41,9	669	35,0	9,6	0	0
22.06.2014	69,8	303	21,48	60,4	675	35,0	13,1	0	0
23.06.2014	65,6	300	19,04	63,0	677	35,0	11,5	0	0
24.06.2014	62,9	298	17,03	72,9	678	35,0	12,0	0	0
25.06.2014	55,3	292	19,78	66,0	675	35,0	12,8	0	0
26.06.2014	49,5	287	19,71	63,3	674	35,0	11,8	0	0
27.06.2014	49,5	287	22,50	49,5	675	35,0	11,0	0	0
28.06.2014	50,6	288	20,98	60,8	678	35,0	12,2	9	0
29.06.2014	68,4	302	17,63	80,1	678	27,5	13,9	21	0
30.06.2014	75,7	307	14,61	88,6	681	15,0	12,7	7	0
01.07.2014	65,6	300	17,63	78,5	680	31,3	13,6	0	0
02.07.2014	61,6	297	20,26	75,0	678	31,3	15,3	0	0
03.07.2014	61,6	297	20,84	60,3	678	31,3	12,4	0	0
04.07.2014	59	295	20,93	57,6	674	35,0	11,7	0	0
05.07.2014	54,1	291	23,39	45,6	673	35,0	10,5	0	0
06.07.2014	51,7	289	25,75	37,4	673	28,8	9,8	0	0
07.07.2014	51,7	289	21,61	65,5	674	35,0	14,8	0,5	0
08.07.2014	50,6	288	20,00	75,9	673	30,0	15,3	8	0
09.07.2014	49,5	287	19,90	72,8	672	35,0	14,4	0	0
10.07.2014	49,5	287	21,20	71,0	673	35,0	15,2	3	0
11.07.2014	49,5	287	22,70	67,1	674	35,0	15,7	8	0
12.07.2014	48,4	286	23,04	63,8	675	35,0	15,3	0	0
13.07.2014	48,4	286	20,98	67,4	676	23,0	14,3	0	0
14.07.2014	59	295	19,41	69,3	676	31,3	13,2	0	0
15.07.2014	46,2	284	20,19	63,1	676	33,8	12,0	5	0
16.07.2014	41,2	279	21,60	62,5	675	35,0	12,9	0	0
17.07.2014	38,4	276	24,05	58,6	673	35,0	14,3	0	0
18.07.2014	39,3	277	24,23	54,5	671	35,0	13,4	0	0
19.07.2014	38,4	276	23,25	61,0	671	35,0	14,9	0	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки	Снегозапасы
20.07.2014	35,7	273	21,24	65,6	672	35,0	14,2	2	0
21.07.2014	34	271	19,71	68,8	672	31,3	13,5	0	0
22.07.2014	32,4	269	17,61	80,5	674	16,8	14,0	0	0
23.07.2014	32,4	269	21,34	62,6	675	28,8	13,2	0	0
24.07.2014	31,6	268	22,20	57,0	673	35,0	12,3	0	0
25.07.2014	31,6	268	23,63	58,1	671	35,0	13,7	0	0
26.07.2014	29,3	265	23,89	62,9	674	31,3	16,0	0,3	0
27.07.2014	29,3	265	22,86	45,4	675	35,0	9,9	14	0
28.07.2014	29,3	265	18,34	72,4	677	20,0	13,0	0,8	0
29.07.2014	29,3	265	17,99	67,5	677	26,3	11,7	0	0
30.07.2014	28,5	264	19,14	63,8	676	31,3	11,4	5	0
31.07.2014	29,3	265	19,98	63,4	675	35,0	12,4	0	0
01.08.2014	31,6	268	20,60	70,3	674	35,0	14,3	0	0
02.08.2014	30,8	267	21,48	61,0	674	35,0	12,8	0	0
03.08.2014	29,3	265	20,84	60,9	673	35,0	12,3	0	0
04.08.2014	27,8	263	21,60	59,4	672	35,0	12,6	0	0
05.08.2014	26,4	261	22,48	56,5	670	35,0	12,2	0	0

Таблица Б.3 – Исходные данные для дождевого паводка 2013 года

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки
21.08.2013	26,4	268	16,16	71,0	677	20,0	11,4	0,3
22.08.2013	26,4	268	17,16	76,5	677	35,0	12,6	0
23.08.2013	25,6	267	18,36	72,4	677	35,0	12,6	0
24.08.2013	27,1	269	20,78	67,1	674	35,0	13,7	20
25.08.2013	27,1	269	21,93	70,3	673	30,0	15,8	13
26.08.2013	25,6	267	20,58	67,4	674	35,0	13,9	0
27.08.2013	24,2	265	20,19	67,9	676	30,0	13,4	0
28.08.2013	22,8	263	19,54	69,4	678	31,3	13,2	0
29.08.2013	22,8	263	17,50	84,3	678	22,5	14,7	0
30.08.2013	22,1	262	19,98	72,5	675	32,9	14,1	0
31.08.2013	21,5	261	21,41	64,0	674	35,0	12,8	0
01.09.2013	30,3	273	21,68	74,1	674	35,0	16,1	0
02.09.2013	47,6	285	17,06	85,3	678	10,0	14,5	0
03.09.2013	33,2	271	16,98	82,9	676	25,0	13,9	0
04.09.2013	32,3	270	19,03	78,1	672	31,3	14,7	19
05.09.2013	31,5	269	16,20	88,3	670	15,0	14,2	9
06.09.2013	30,7	268	15,83	79,9	674	35,0	11,9	12
07.09.2013	29,9	267	16,83	78,9	675	40,0	12,8	0
08.09.2013	29,9	267	16,90	77,0	677	30,0	12,6	0
09.09.2013	29,1	266	17,70	71,9	675	30,0	12,1	0
10.09.2013	31,5	269	12,89	70,3	678	14,3	8,4	0
11.09.2013	28,3	265	12,85	75,3	678	35,0	8,1	0
12.09.2013	25,4	261	14,14	75,3	678	35,0	9,4	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки
13.09.2013	25,4	261	14,19	81,9	679	32,9	11,0	0
14.09.2013	24,8	260	12,60	72,0	678	35,0	9,5	0
15.09.2013	24,8	260	16,18	57,4	674	35,0	9,4	0
16.09.2013	24,8	260	17,41	74,0	672	30,0	12,3	0
17.09.2013	25,4	261	16,43	73,0	671	35,0	10,7	0
18.09.2013	26,8	263	17,23	69,4	669	35,0	11,2	5
19.09.2013	26,8	263	18,88	67,1	671	35,0	12,1	0
20.09.2013	26,1	262	19,18	63,9	673	35,0	11,5	0
21.09.2013	26,1	262	18,84	62,4	674	35,0	11,1	4,3
22.09.2013	27,6	264	15,84	88,6	672	9,3	13,9	0
23.09.2013	27,6	264	11,89	94,0	672	10,5	10,9	0
24.09.2013	26,1	262	15,15	60,5	667	35,0	5,9	0
25.09.2013	24,8	260	11,56	81,0	670	31,3	8,2	0
26.09.2013	24,1	259	11,81	69,9	675	35,0	5,7	0
27.09.2013	24,1	259	14,61	50,6	674	35,0	1,2	0
28.09.2013	23,4	258	12,74	61,3	673	30,0	4,6	0
29.09.2013	23,4	258	8,68	83,0	674	17,5	5,7	0
30.09.2013	23,4	258	9,04	85,1	675	11,3	6,6	0
01.10.2013	23,4	258	9,96	83,8	675	30,0	7,2	0
02.10.2013	22,8	257	18,49	44,4	670	31,3	3,0	0
03.10.2013	22,8	257	18,64	52,0	669	30,0	6,6	0
04.10.2013	22,8	257	9,39	93,1	672	10,0	8,3	0
05.10.2013	37,8	276	6,18	93,6	675	8,5	5,2	0
06.10.2013	32,3	270	5,49	95,4	677	9,3	4,8	0
07.10.2013	35,9	274	5,10	90,6	681	9,3	3,6	0
08.10.2013	34,1	272	6,88	84,8	684	16,3	4,3	0
09.10.2013	32,3	270	7,66	71,4	683	30,0	1,4	0
10.10.2013	34,1	272	10,43	60,1	683	30,0	1,5	0
11.10.2013	37,8	276	12,66	56,0	681	28,8	3,4	0,6
12.10.2013	39,8	278	12,36	63,5	679	28,8	4,7	0
13.10.2013	35,9	274	10,78	77,8	678	30,0	6,7	0
14.10.2013	33,2	271	10,29	83,8	679	25,0	7,5	0
15.10.2013	33,2	271	9,16	79,5	681	30,0	5,4	0
16.10.2013	31,5	269	13,24	52,6	676	35,0	1,7	0
17.10.2013	31,5	269	16,55	41,8	674	30,0	2,2	0
18.10.2013	31,5	269	18,26	25,6	673	30,0	-2,5	0
19.10.2013	30,7	268	18,51	30,3	669	30,0	-0,1	0
20.10.2013	29,9	267	10,53	71,5	676	21,8	5,2	0
21.10.2013	29,1	266	6,99	91,5	682	15,5	5,6	0
22.10.2013	28,3	265	10,58	66,1	678	20,0	3,3	0
23.10.2013	26,1	262	7,48	78,8	679	25,0	3,5	0
24.10.2013	25,4	261	3,58	90,8	685	20,0	2,1	1
25.10.2013	24,1	259	5,96	73,9	683	30,0	1,0	0
26.10.2013	22,2	256	8,51	62,1	679	20,0	0,5	0
27.10.2013	21,6	255	6,50	72,5	679	26,3	1,2	7
28.10.2013	21,6	255	7,75	62,0	677	27,5	0,1	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки
29.10.2013	21	254	8,13	67,9	678	26,3	1,7	0
30.10.2013	20,4	253	9,36	70,3	680	26,3	3,6	0
31.10.2013	21	254	10,03	60,3	679	26,3	1,6	1
01.11.2013	21	254	7,93	70,9	682	21,3	2,5	14
02.11.2013	20,4	253	6,96	83,8	682	25,5	4,1	0
03.11.2013	20,4	253	7,25	70,5	679	26,3	1,4	0
04.11.2013	20,4	253	9,05	47,1	678	26,3	-3,1	9,8
05.11.2013	21	254	10,54	35,0	679	27,5	-5,4	0

Таблица Б.4 – Исходные данные для дождевого паводка 2014 года

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки
04.09.2014	16	243	20,64	74,0	673	26,3	15,3	0
05.09.2014	27,8	263	17,81	82,8	674	24,8	14,5	0
06.09.2014	26,4	261	17,11	83,5	676	35,0	14,1	0
07.09.2014	25,7	260	17,49	81,6	674	35,0	14,0	0
08.09.2014	25,1	259	20,58	72,1	674	35,0	14,6	0
09.09.2014	25,1	259	21,45	63,0	673	35,0	13,4	0
10.09.2014	25,7	260	21,00	68,9	675	30,0	14,7	0
11.09.2014	23,8	257	20,59	69,6	676	35,0	14,4	0
12.09.2014	23,1	256	19,73	77,3	676	30,0	15,5	0
13.09.2014	22,5	255	18,34	78,8	676	35,0	14,4	0
14.09.2014	26,4	261	17,50	75,6	676	26,3	12,9	0
15.09.2014	36,6	274	16,53	77,4	674	35,0	12,2	0
16.09.2014	34	271	16,06	81,5	673	31,3	12,6	0
17.09.2014	33,2	270	14,20	74,6	676	16,8	9,4	0
18.09.2014	28,5	264	12,56	88,4	679	15,3	10,6	0
19.09.2014	52,9	290	13,46	88,1	679	18,5	11,4	0
20.09.2014	50,6	288	14,39	88,3	676	20,0	12,4	0
21.09.2014	40,2	278	13,58	88,9	675	13,8	11,7	0
22.09.2014	38,4	276	12,01	89,9	675	13,8	10,4	0
23.09.2014	38,4	276	13,21	84,0	673	35,0	10,4	0
24.09.2014	43,2	281	18,69	52,0	668	21,5	7,4	0
25.09.2014	44,2	282	13,43	68,0	673	35,0	7,2	0
26.09.2014	44,2	282	10,71	84,3	675	35,0	8,0	0,4
27.09.2014	37,5	275	10,70	81,3	676	25,0	7,4	0
28.09.2014	30	266	14,39	72,6	673	35,0	8,6	0
29.09.2014	32,4	269	15,03	69,3	675	26,3	9,0	0
30.09.2014	40,2	278	10,64	74,4	680	35,0	6,0	0
01.10.2014	40,2	278	10,81	76,0	678	35,0	6,2	0
02.10.2014	42,2	280	6,96	87,6	680	20,0	5,0	0
03.10.2014	35,7	273	6,23	88,5	682	10,0	4,4	0
04.10.2014	33,2	270	8,39	83,4	679	21,3	5,4	0
05.10.2014	31,6	268	10,94	81,8	678	17,5	7,8	0

Даты	Расходы	Уровни	Температура	Влажность	Атм. давление	ВВ	Точка росы	Осадки
06.10.2014	40,2	278	9,94	91,8	681	10,0	8,6	0
07.10.2014	38,4	276	6,80	91,6	684	5,5	5,5	0
08.10.2014	42,2	280	7,68	86,3	684	25,0	5,4	0
09.10.2014	39,3	277	9,10	82,3	681	25,0	6,1	0
10.10.2014	37,5	275	9,64	86,6	683	29,3	7,4	0
11.10.2014	35,7	273	9,30	80,9	682	31,3	5,8	0
12.10.2014	34,8	272	12,20	55,1	678	31,3	2,0	0
13.10.2014	32,4	269	13,15	53,4	677	25,0	2,9	0
14.10.2014	31,6	268	11,70	71,5	677	27,5	6,4	0
15.10.2014	33,2	270	13,83	63,8	677	30,0	6,5	0
16.10.2014	33,2	270	14,63	68,3	674	30,0	8,2	0
17.10.2014	32,4	269	12,35	73,4	669	30,0	7,5	0
18.10.2014	31,6	268	11,66	76,6	670	21,3	7,4	0
19.10.2014	31,6	268	8,90	77,5	670	12,5	4,5	0
20.10.2014	30,8	267	1,83	90,9	678	25,0	0,4	0
21.10.2014	30	266	6,75	66,8	674	30,0	0,2	0

ПРИЛОЖЕНИЕ В

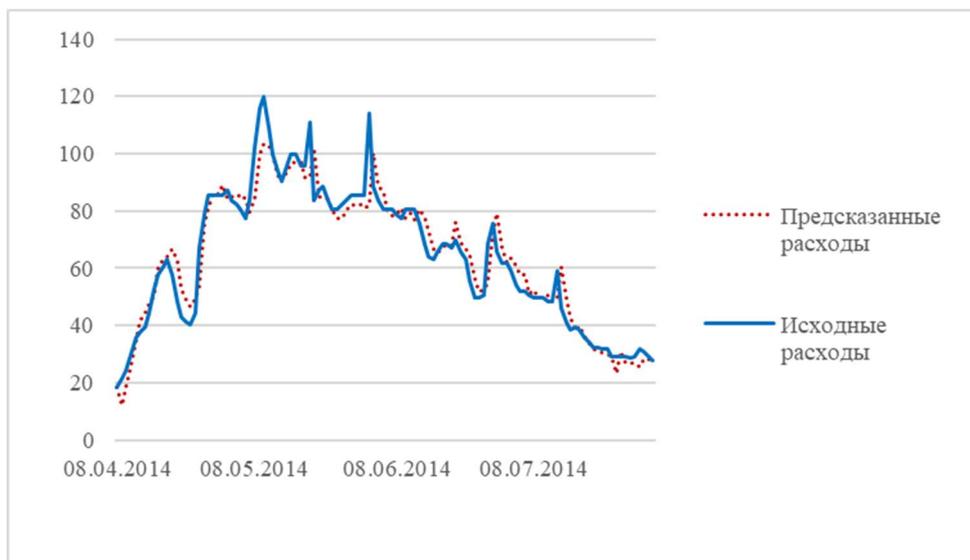


Рисунок В.1 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для весеннего половодья 2014 года со сдвижкой равной 1 суткам



Рисунок В.2 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для весеннего половодья объединенных 2013 и 2014 годов со сдвижкой равной 1 суткам

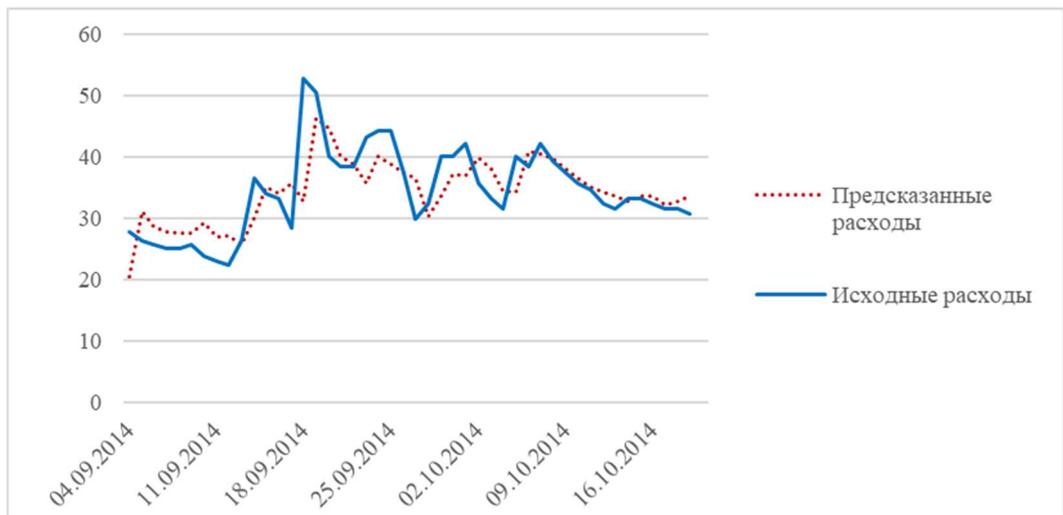


Рисунок В.2 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для дождевого паводка 2014 года со сдвижкой равной 1 суткам

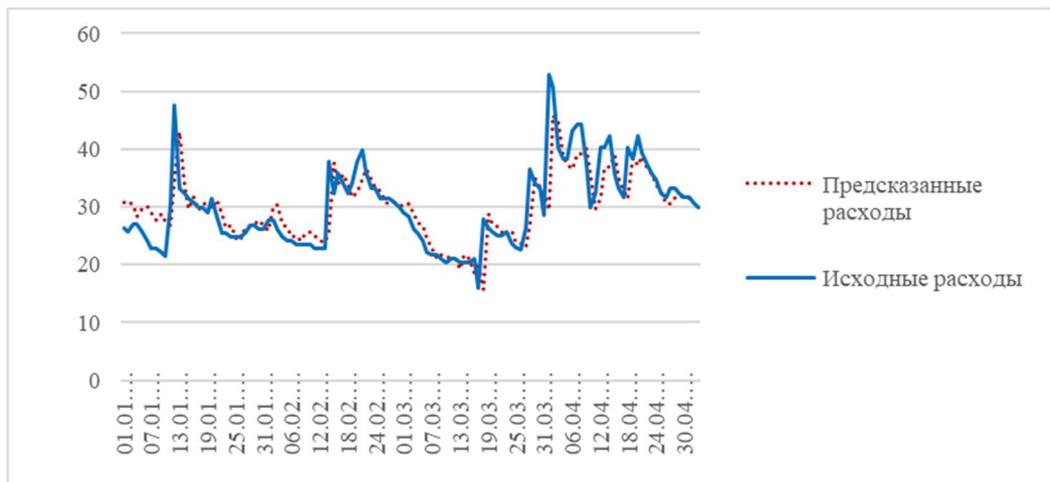


Рисунок В.4 – График сравнения предсказанных и исходных расходов воды для дождевого паводка объединенных 2013 и 2014 годов со сдвижкой равной 1 суткам

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Таблица Г.1 – Расчетная таблица для предсказания вероятности наступления весеннего половодья

По-ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По-ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По-ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
1,3	-1,7	0,1	249,3	21,7	-1,2	0,2	20,8	9,4	-1,5	0,2	59,5
10,2	-1,5	0,2	67,8	27,1	-1,1	0,3	76,0	16,7	-1,4	0,2	3,1
9,2	-1,5	0,2	84,1	29,6	-1,0	0,3	125,3	14,3	-1,4	0,2	16,8
7,7	-1,6	0,2	2161,1	23,5	-1,2	0,2	944,5	11,6	-1,5	0,2	1814,3
50,4	-0,5	0,4	0,1	71,5	0,0	0,5	432,5	53,2	-0,4	0,4	6,5
47,4	-0,6	0,4	0,0	66,8	-0,1	0,5	374,7	50,3	-0,5	0,4	8,5
44,0	-0,7	0,3	24,7	63,1	-0,2	0,5	581,8	46,4	-0,6	0,4	54,9
39,5	-0,8	0,3	148,3	49,2	-0,5	0,4	477,9	42,9	-0,7	0,3	243,3
23,6	-1,2	0,2	4,2	37,6	-0,8	0,3	142,5	28,4	-1,1	0,3	7,3
18,1	-1,3	0,2	27,9	34,2	-0,9	0,3	116,6	24,0	-1,2	0,2	0,3
17,2	-1,3	0,2	29,4	31,2	-1,0	0,3	74,2	23,9	-1,2	0,2	1,7
18,2	-1,3	0,2	5,3	33,0	-0,9	0,3	155,3	24,6	-1,2	0,2	16,9
15,3	-1,4	0,2	34,8	23,9	-1,2	0,2	7,1	19,4	-1,3	0,2	3,3
12,7	-1,5	0,2	694,0	28,2	-1,1	0,3	117,3	14,8	-1,4	0,2	586,7
40,0	-0,8	0,3	3,4	47,6	-0,6	0,4	90,2	41,4	-0,7	0,3	10,7
34,3	-0,9	0,3	7,9	51,8	-0,5	0,4	216,3	35,7	-0,9	0,3	2,0
33,3	-0,9	0,3	14,8	50,9	-0,5	0,4	191,0	36,8	-0,8	0,3	0,1
34,2	-0,9	0,3	8,4	50,1	-0,5	0,4	169,9	38,3	-0,8	0,3	1,4
36,2	-0,9	0,3	0,9	49,0	-0,5	0,4	142,1	41,7	-0,7	0,3	21,3
36,2	-0,9	0,3	325,6	49,1	-0,5	0,4	26,5	42,5	-0,7	0,3	137,9

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
55,8	-0,4	0,4	32,1	67,7	-0,1	0,5	38,6	60,6	-0,2	0,4	0,8
61,9	-0,2	0,4	58,6	73,1	0,1	0,5	355,7	65,4	-0,1	0,5	126,3
53,6	-0,4	0,4	389,7	64,0	-0,2	0,5	86,8	57,5	-0,3	0,4	248,7
72,9	0,1	0,5	268,1	80,4	0,3	0,6	78,7	75,7	0,1	0,5	186,3
83,4	0,3	0,6	80,4	91,1	0,5	0,6	1,7	85,3	0,4	0,6	50,1
85,6	0,4	0,6	14,3	93,7	0,6	0,6	142,2	87,6	0,4	0,6	33,8
77,1	0,2	0,5	109,5	86,9	0,4	0,6	411,6	79,5	0,2	0,6	166,5
65,6	-0,1	0,5	8,5	73,2	0,1	0,5	110,5	67,6	-0,1	0,5	23,8
57,3	-0,3	0,4	3,7	71,6	0,0	0,5	263,3	59,1	-0,3	0,4	13,6
55,7	-0,4	0,4	52,1	64,3	-0,1	0,5	251,0	59,0	-0,3	0,4	109,5
48,7	-0,5	0,4	5,6	58,5	-0,3	0,4	149,5	51,9	-0,5	0,4	31,9
46,3	-0,6	0,4	0,0	55,0	-0,4	0,4	76,1	50,0	-0,5	0,4	13,4
45,4	-0,6	0,3	5,4	54,7	-0,4	0,4	135,5	48,7	-0,5	0,4	31,4
39,5	-0,8	0,3	183,0	51,8	-0,5	0,4	1,4	42,8	-0,7	0,3	103,4
50,7	-0,5	0,4	1875,9	62,0	-0,2	0,4	1026,6	53,9	-0,4	0,4	1605,9
83,5	0,3	0,6	185,3	97,3	0,7	0,7	0,0	85,2	0,4	0,6	141,2
86,0	0,4	0,6	22,9	99,7	0,8	0,7	79,3	87,1	0,4	0,6	13,6
83,9	0,4	0,6	24,7	93,8	0,6	0,6	222,7	85,6	0,4	0,6	45,0
74,2	0,1	0,5	13,1	84,3	0,4	0,6	187,5	76,8	0,2	0,5	38,2
69,3	0,0	0,5	2,0	78,9	0,2	0,6	120,6	73,5	0,1	0,5	31,3
65,4	-0,1	0,5	86,8	74,2	0,1	0,5	0,3	68,8	0,0	0,5	34,7
71,8	0,0	0,5	73,8	81,6	0,3	0,6	1,4	76,0	0,2	0,5	19,3
77,6	0,2	0,5	103,8	87,6	0,4	0,6	0,0	81,3	0,3	0,6	41,8
81,7	0,3	0,6	58,4	90,2	0,5	0,6	0,9	85,8	0,4	0,6	11,9
82,4	0,3	0,6	100,0	91,0	0,5	0,6	2,1	86,3	0,4	0,6	37,1

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
85,9	0,4	0,6	93,0	95,0	0,6	0,7	0,3	89,5	0,5	0,6	36,4
88,6	0,5	0,6	237,3	96,9	0,7	0,7	50,9	91,9	0,6	0,6	145,5
95,0	0,6	0,7	1226,6	100,8	0,8	0,7	854,2	96,9	0,7	0,7	1095,7
112,9	1,1	0,7	80,0	117,5	1,2	0,8	181,0	113,6	1,1	0,8	92,9
94,0	0,6	0,6	36,3	100,5	0,8	0,7	0,3	95,2	0,6	0,7	23,1
93,1	0,6	0,6	119,8	97,3	0,7	0,7	44,3	94,7	0,6	0,7	86,9
96,7	0,7	0,7	233,6	102,4	0,8	0,7	91,7	97,6	0,7	0,7	208,7
101,9	0,8	0,7	227,4	107,7	1,0	0,7	86,0	101,8	0,8	0,7	229,9
104,2	0,9	0,7	281,4	109,0	1,0	0,7	143,2	105,5	0,9	0,7	240,0
106,4	0,9	0,7	160,0	111,0	1,0	0,7	64,5	107,9	1,0	0,7	122,2
102,1	0,8	0,7	194,4	108,6	1,0	0,7	54,5	105,5	0,9	0,7	111,0
99,9	0,8	0,7	199,0	107,0	0,9	0,7	48,9	104,4	0,9	0,7	91,8
99,3	0,7	0,7	4720,9	105,7	0,9	0,7	3884,8	102,9	0,8	0,7	4243,2
133,6	1,6	0,8	2247,6	137,2	1,7	0,8	1917,4	134,3	1,6	0,8	2178,2
140,5	1,8	0,9	2755,6	145,0	1,9	0,9	2308,6	141,3	1,8	0,9	2670,1
145,7	1,9	0,9	979,6	149,7	2,0	0,9	744,3	146,6	1,9	0,9	925,9
134,2	1,6	0,8	849,9	145,7	1,9	0,9	1658,8	134,9	1,6	0,8	896,8
93,6	0,6	0,6	41,6	103,8	0,9	0,7	14,1	98,0	0,7	0,7	4,0
92,0	0,6	0,6	25,6	98,5	0,7	0,7	1,9	94,8	0,6	0,7	5,4
88,6	0,5	0,6	48,0	94,6	0,6	0,7	0,8	90,7	0,5	0,6	23,0
88,2	0,5	0,6	191,3	92,0	0,6	0,6	99,2	90,5	0,5	0,6	132,3
91,8	0,6	0,6	148,7	97,9	0,7	0,7	37,7	94,2	0,6	0,6	95,2
93,0	0,6	0,6	16,7	104,3	0,9	0,7	52,5	95,3	0,6	0,7	3,3
89,3	0,5	0,6	1072,2	97,0	0,7	0,7	1628,7	93,1	0,6	0,6	1332,1
55,1	-0,4	0,4	10,5	66,4	-0,1	0,5	209,4	59,4	-0,3	0,4	56,3

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
51,4	-0,5	0,4	0,2	58,1	-0,3	0,4	38,4	55,5	-0,4	0,4	13,1
52,1	-0,5	0,4	0,1	57,9	-0,3	0,4	36,1	55,6	-0,4	0,4	13,6
50,2	-0,5	0,4	2,8	54,9	-0,4	0,4	8,8	54,0	-0,4	0,4	4,4
51,0	-0,5	0,4	10,1	55,5	-0,4	0,4	1,7	54,8	-0,4	0,4	0,4
54,3	-0,4	0,4	33,6	60,5	-0,2	0,4	144,3	58,4	-0,3	0,4	97,5
45,9	-0,6	0,4	24,3	50,7	-0,5	0,4	93,7	51,1	-0,5	0,4	101,9
38,2	-0,8	0,3	0,0	47,4	-0,6	0,4	86,1	44,8	-0,6	0,3	44,3
35,2	-0,9	0,3	0,9	44,5	-0,6	0,3	71,1	41,9	-0,7	0,3	33,5
33,2	-0,9	0,3	1,2	41,8	-0,7	0,3	55,6	39,8	-0,8	0,3	30,6
31,5	-1,0	0,3	3,6	39,8	-0,8	0,3	40,6	37,3	-0,8	0,3	15,2
31,0	-1,0	0,3	5,7	36,4	-0,9	0,3	8,9	35,1	-0,9	0,3	2,9
29,8	-1,0	0,3	7,1	34,5	-0,9	0,3	3,9	34,5	-0,9	0,3	3,9
28,4	-1,1	0,3	10,4	34,0	-0,9	0,3	5,6	33,8	-0,9	0,3	4,7
26,5	-1,1	0,2	1888,7	34,0	-0,9	0,3	1297,7	33,5	-0,9	0,3	1335,8

Таблица Г.2 – Расчетная таблица для предсказания вероятности наступления дождевого паводка

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
29,5	0,2	0,5	2,0	34,2	0,5	0,6	37,5	32,3	0,4	0,6	17,3
27,4	0,0	0,5	15,8	33,8	0,5	0,6	107,3	30,9	0,3	0,6	55,5
23,1	-0,3	0,4	0,2	30,4	0,2	0,6	61,1	26,7	0,0	0,5	16,6

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
22,9	-0,3	0,4	0,1	28,9	0,1	0,5	39,9	25,8	-0,1	0,5	10,3
21,6	-0,4	0,4	1429,3	11,8	-1,1	0,2	2261,9	24,4	-0,2	0,4	1227,6
22,4	-0,4	0,4	1365,4	19,1	-0,6	0,4	1623,1	24,9	-0,2	0,5	1187,3
23,2	-0,3	0,4	1071,1	28,6	0,1	0,5	742,9	25,7	-0,1	0,5	909,5
20,4	-0,5	0,4	1080,2	26,7	0,0	0,5	709,0	23,2	-0,3	0,4	905,7
17,9	-0,7	0,3	1133,8	1,6	-1,9	0,1	2496,7	20,3	-0,5	0,4	976,9
16,7	-0,8	0,3	1160,2	11,9	-1,1	0,2	1515,8	19,3	-0,6	0,4	990,0
16,5	-0,8	0,3	1179,7	23,1	-0,3	0,4	766,6	19,4	-0,6	0,4	983,0
16,7	-0,8	0,3	1105,0	23,3	-0,3	0,4	706,9	19,7	-0,6	0,4	914,9
15,5	-0,9	0,3	1126,2	25,9	-0,1	0,5	536,0	19,8	-0,6	0,4	860,2
15,4	-0,9	0,3	1138,6	23,1	-0,3	0,4	674,6	18,1	-0,7	0,3	959,3
15,4	-0,9	0,3	1136,6	22,9	-0,3	0,4	684,8	18,4	-0,6	0,3	940,9
15,2	-0,9	0,3	1034,3	22,1	-0,4	0,4	639,2	17,9	-0,7	0,3	868,2
13,6	-1,0	0,3	1938,7	21,9	-0,4	0,4	1271,4	17,0	-0,8	0,3	1648,5
21,7	-0,4	0,4	1847,0	30,9	0,3	0,6	1140,5	26,2	-0,1	0,5	1485,2
27,8	0,0	0,5	1107,2	31,5	0,3	0,6	877,6	29,4	0,2	0,5	1004,5
25,5	-0,1	0,5	922,8	30,7	0,3	0,6	637,0	27,6	0,0	0,5	800,8
21,7	-0,4	0,4	795,4	26,0	-0,1	0,5	572,2	23,2	-0,3	0,4	711,1
16,9	-0,8	0,3	740,0	22,1	-0,4	0,4	483,6	18,8	-0,6	0,3	639,9
11,3	-1,2	0,2	870,3	18,9	-0,6	0,4	478,3	14,1	-1,0	0,3	713,2
8,6	-1,4	0,2	889,3	17,2	-0,7	0,3	450,9	12,2	-1,1	0,2	688,4
6,4	-1,5	0,2	829,1	15,4	-0,9	0,3	390,6	9,9	-1,3	0,2	638,6
3,5	-1,7	0,1	903,9	13,4	-1,0	0,3	407,8	7,3	-1,5	0,2	690,4
2,8	-1,8	0,1	897,5	12,2	-1,1	0,2	425,5	6,5	-1,5	0,2	690,4
2,1	-1,8	0,1	893,2	11,8	-1,1	0,2	406,4	5,7	-1,6	0,2	694,3

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
1,8	-1,9	0,1	914,2	10,8	-1,2	0,2	451,3	4,9	-1,6	0,2	733,1
1,0	-1,9	0,1	959,7	11,3	-1,2	0,2	430,2	4,8	-1,6	0,2	738,6
0,7	-2,0	0,1	934,8	11,1	-1,2	0,2	406,1	4,5	-1,7	0,2	715,7
-0,2	-2,0	0,1	894,6	11,4	-1,2	0,2	333,8	4,2	-1,7	0,2	648,3
-1,0	-2,1	0,1	992,9	9,3	-1,3	0,2	449,5	3,0	-1,8	0,1	756,1
-1,0	-2,1	0,1	1056,7	10,4	-1,2	0,2	444,8	3,4	-1,8	0,1	790,9
-0,7	-2,1	0,1	971,7	11,2	-1,2	0,2	371,9	4,0	-1,7	0,2	702,4
-1,1	-2,1	0,1	727,4	10,5	-1,2	0,2	237,7	3,5	-1,7	0,1	501,6
-4,2	-2,3	0,1	824,6	7,0	-1,5	0,2	305,5	0,2	-2,0	0,1	592,7
-5,5	-2,4	0,1	1079,3	5,6	-1,6	0,2	475,9	-2,0	-2,1	0,1	862,6
-3,4	-2,3	0,1	905,7	-15,8	-3,2	0,0	1806,4	-0,2	-2,0	0,1	723,3
-4,1	-2,3	0,1	820,7	9,6	-1,3	0,2	222,9	1,0	-1,9	0,1	553,2
-5,6	-2,4	0,1	817,3	6,2	-1,6	0,2	283,4	-1,2	-2,1	0,1	584,7
-6,7	-2,5	0,1	796,1	4,8	-1,7	0,2	278,8	-2,5	-2,2	0,1	577,9
-8,0	-2,6	0,1	788,9	3,5	-1,7	0,1	275,6	-3,9	-2,3	0,1	577,1
-10,1	-2,8	0,1	873,0	3,0	-1,8	0,1	267,8	-5,4	-2,4	0,1	615,6
-10,9	-2,8	0,1	915,2	3,1	-1,8	0,1	267,0	-5,7	-2,4	0,1	628,2
-10,1	-2,7	0,1	1095,2	2,2	-1,8	0,1	431,2	-5,6	-2,4	0,1	820,7
-7,0	-2,5	0,1	814,1	5,0	-1,6	0,2	273,3	-2,6	-2,2	0,1	582,3
-7,7	-2,6	0,1	736,0	3,4	-1,8	0,1	257,4	-3,8	-2,3	0,1	537,1
-9,7	-2,7	0,1	730,2	2,1	-1,9	0,1	231,2	-5,4	-2,4	0,1	515,3
-11,3	-2,8	0,1	819,1	0,5	-2,0	0,1	283,6	-6,8	-2,5	0,1	580,3
-12,2	-2,9	0,1	912,7	0,8	-1,9	0,1	295,0	-7,2	-2,5	0,1	637,5
-11,9	-2,9	0,1	809,6	2,4	-1,8	0,1	202,3	-6,2	-2,5	0,1	519,8
-12,9	-3,0	0,0	871,2	2,8	-1,8	0,1	191,8	-6,9	-2,5	0,1	550,9

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
-12,4	-2,9	0,1	841,8	2,6	-1,8	0,1	195,9	-6,7	-2,5	0,1	542,6
-11,6	-2,9	0,1	792,7	1,1	-1,9	0,1	238,9	-7,0	-2,5	0,1	556,7
-10,7	-2,8	0,1	707,7	-0,6	-2,0	0,1	271,7	-7,3	-2,5	0,1	537,8
-12,3	-2,9	0,1	797,5	0,2	-2,0	0,1	247,7	-8,2	-2,6	0,1	579,3
-12,8	-2,9	0,0	862,6	2,6	-1,8	0,1	196,7	-7,2	-2,5	0,1	567,8
-11,8	-2,9	0,1	765,2	-0,3	-2,0	0,1	263,7	-8,2	-2,6	0,1	579,9
-13,0	-3,0	0,0	919,5	0,2	-2,0	0,1	292,0	-8,6	-2,6	0,1	670,7
-12,1	-2,9	0,1	1231,1	0,9	-1,9	0,1	488,7	-7,6	-2,6	0,1	935,4
-6,5	-2,5	0,1	1308,9	4,7	-1,7	0,2	626,8	-2,8	-2,2	0,1	1056,5
-0,8	-2,1	0,1	1182,6	-5,7	-2,4	0,1	1541,8	1,8	-1,9	0,1	1008,3
2,6	-1,8	0,1	543,0	12,8	-1,1	0,3	171,7	5,5	-1,6	0,2	415,9
-3,8	-2,3	0,1	803,7	6,7	-1,5	0,2	316,8	-0,6	-2,1	0,1	631,2
-5,4	-2,4	0,1	845,2	5,6	-1,6	0,2	328,3	-1,9	-2,1	0,1	653,1
-6,5	-2,5	0,1	829,0	6,0	-1,6	0,2	265,6	-2,3	-2,2	0,1	603,7
-7,7	-2,6	0,1	850,5	4,1	-1,7	0,2	301,2	-3,5	-2,3	0,1	625,2
-8,7	-2,6	0,1	827,3	3,8	-1,7	0,2	264,9	-4,4	-2,3	0,1	599,3
-10,3	-2,8	0,1	879,7	3,6	-1,7	0,1	248,4	-5,7	-2,4	0,1	631,4
-10,3	-2,8	0,1	880,2	2,2	-1,8	0,1	296,9	-6,1	-2,5	0,1	651,3
-10,0	-2,7	0,1	865,3	2,1	-1,8	0,1	298,1	-5,7	-2,4	0,1	629,4
-10,4	-2,8	0,1	890,6	3,4	-1,8	0,1	255,7	-5,1	-2,4	0,1	598,4
-10,8	-2,8	0,1	910,6	4,4	-1,7	0,2	226,2	-4,9	-2,4	0,1	590,8
-10,6	-2,8	0,1	902,8	5,8	-1,6	0,2	184,5	-4,3	-2,3	0,1	561,9
-10,5	-2,8	0,1	853,4	5,7	-1,6	0,2	169,8	-4,5	-2,3	0,1	540,5
-10,5	-2,8	0,1	814,2	2,2	-1,8	0,1	250,0	-6,0	-2,4	0,1	577,2
-10,9	-2,8	0,1	837,7	1,7	-1,9	0,1	266,7	-6,4	-2,5	0,1	595,6

По ур-ню за 2013 год	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность	По ур-ню за 2013, 2014	Стандартизированные значения	Вероятность наступления	Погрешность
-11,5	-2,8	0,1	867,8	2,8	-1,8	0,1	230,1	-6,3	-2,5	0,1	591,4
-11,3	-2,8	0,1	858,0	4,2	-1,7	0,2	191,6	-5,7	-2,4	0,1	560,5
-11,0	-2,8	0,1	800,2	1,4	-1,9	0,1	253,1	-7,1	-2,5	0,1	597,7
-12,5	-2,9	0,1	807,8	2,6	-1,8	0,1	176,0	-7,6	-2,6	0,1	553,4
-13,4	-3,0	0,0	782,1	0,0	-2,0	0,1	211,9	-9,3	-2,7	0,1	569,9
-14,0	-3,0	0,0	817,6	-2,2	-2,2	0,1	282,5	-10,6	-2,8	0,1	635,1
-14,5	-3,1	0,0	849,0	-0,4	-2,0	0,1	225,7	-10,1	-2,8	0,1	611,6
-16,2	-3,2	0,0	947,3	3,2	-1,8	0,1	130,2	-9,6	-2,7	0,1	585,9
-14,6	-3,1	0,0	812,3	-0,4	-2,0	0,1	204,0	-9,8	-2,7	0,1	560,3
-16,0	-3,2	0,0	861,2	0,8	-1,9	0,1	155,3	-10,2	-2,8	0,1	551,2
-15,5	-3,1	0,0	862,3	-2,0	-2,2	0,1	254,4	-11,3	-2,8	0,1	635,6
-14,7	-3,1	0,0	817,5	-2,4	-2,2	0,1	265,6	-11,2	-2,8	0,1	628,8
-14,7	-3,1	0,0	860,1	-2,5	-2,2	0,1	291,6	-11,2	-2,8	0,1	666,5
-14,0	-3,0	0,0	815,6	-1,9	-2,1	0,1	273,7	-10,5	-2,8	0,1	629,8
-13,7	-3,0	0,0	866,9	-2,1	-2,2	0,1	318,2	-10,4	-2,8	0,1	681,4
-13,9	-3,0	0,0	811,8	-1,9	-2,1	0,1	273,2	-10,2	-2,8	0,1	615,8
-14,8	-3,1	0,0	864,2	-0,1	-2,0	0,1	217,1	-9,4	-2,7	0,1	577,0
-14,6	-3,1	0,0	931,8	-0,9	-2,1	0,1	283,6	-9,9	-2,7	0,1	664,5
-13,7	-3,0	0,0	915,7	1,6	-1,9	0,1	224,0	-8,3	-2,6	0,1	622,0
-11,8	-2,9	0,1	804,8	1,3	-1,9	0,1	233,0	-7,4	-2,6	0,1	576,9
-10,2	-2,8	0,1	919,2	-0,8	-2,1	0,1	435,7	-7,5	-2,6	0,1	760,1
-6,6	-2,5	0,1	877,8	2,0	-1,9	0,1	442,3	-4,4	-2,3	0,1	750,8
-4,0	-2,3	0,1	769,3	6,0	-1,6	0,2	312,4	-1,2	-2,1	0,1	621,5
-2,7	-2,2	0,1	740,7	5,2	-1,6	0,2	371,1	-1,3	-2,1	0,1	663,1

