ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ АНОМАЛЬНОГО ПАВОДКА 2014 Г. НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Ю.В. Робертус[1], М.С. Достовалова[2], Р.В. Любимов[1]
[1]АУ РА «Алтайский региональный институт экологии», с. Майма
[2]ОАО «Алтай-Гео», с. Майма

Прошедший в конце мая – начале июня 2014 г. аномально высокий дождевой паводок на территории Республики Алтай стал катастрофическим событием по интенсивности воздействия, масштабам наводнения и величине ущерба. По многим показателям он был близок, а зачастую превышал характеристики паводка, наблюдавшегося на большинстве рек региона в весеннее половодье 1969 года.

Негативному воздействию паводка подверглись 97 населенных пунктов (40 % от их числа) во всех муниципальных образованиях республики, в зонах затопления и подтопления которых проживает 33,3 тыс. человек (15,7 % от населения региона). Паводком повреждено и разрушено 235 автомобильных мостов, 224 км автомобильных дорог, затоплено 49 социально-значимых объектов.

По масштабам последствий и уровню реагирования, а также на основании критериев, изложенных в постановлении Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», паводковая обстановка 2014 г. на территории Республики Алтай отнесена к чрезвычайным ситуациям федерального характера.

Эта экстремальная гидрологическая ситуация была обусловлена сильными, местами очень сильными и продолжительными дождями в третьей декаде мая, когда сумма выпавших осадков составила от 43 до 186 мм, что составило 272-477 % от многолетней декадной нормы (111-200 % от месячной нормы). Основная часть осадков (70-80 %) выпала непосредственно перед пиком паводка в период 26-30 мая. Сумма осадков нарастала с юго-запада на северо-восток – от 70-88 мм в юго-западных и центральных районах до 134-186 мм в северных районах Республики Алтай (рис. 1).

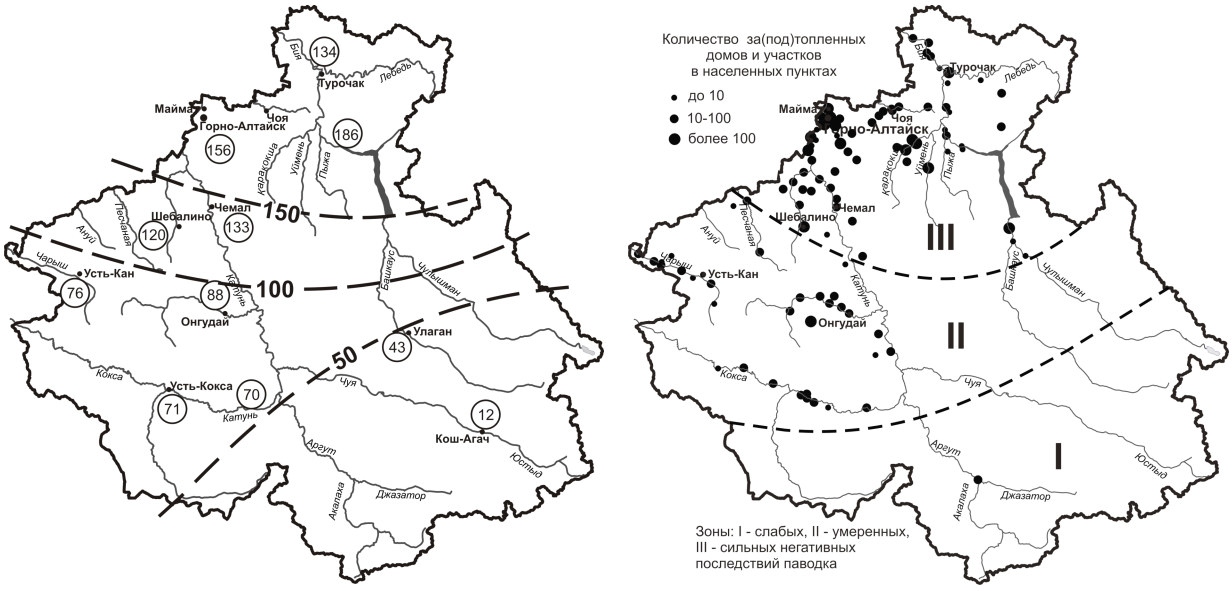

Рис. 1. Сумма осадков (мм), выпавших на территории Республики Алтай в 3-й декаде мая 2014 г. (слева); населенные пункты, пострадавшие от паводка (справа).

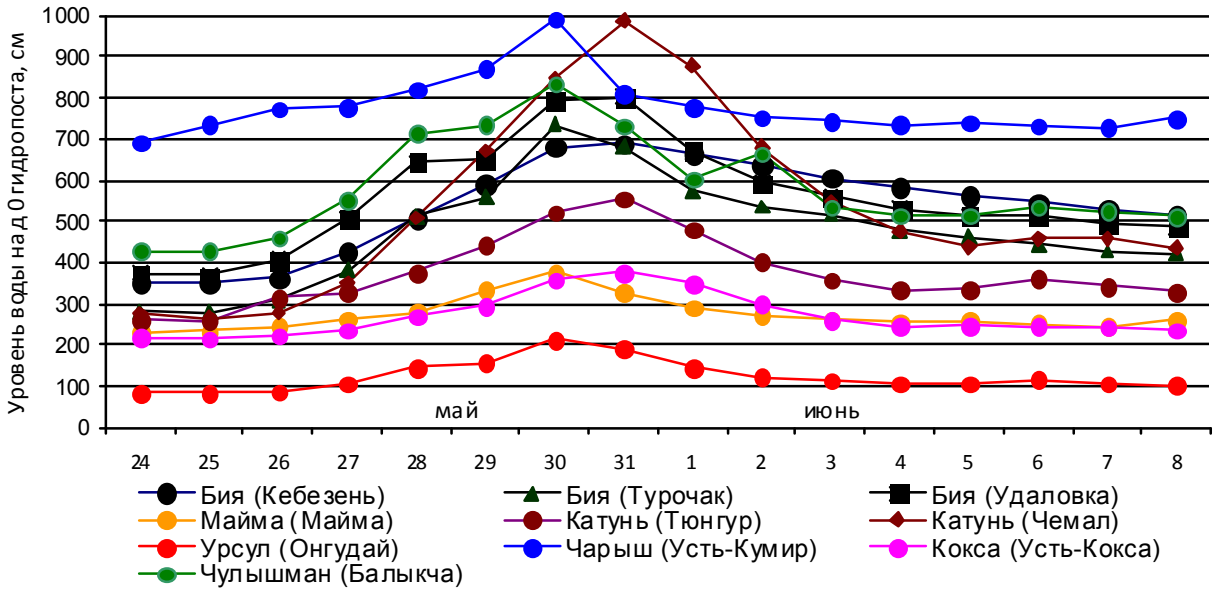

Рис. 2. Время прохождения дождевого паводка 2014 г. на реках Республики Алтай.

Установлено (Люцигер, 2014; Робертус и др., 2014), что основными факторами формирования уникального паводка 2014 г. явились продолжительные интенсивные осадки, проявленные на фоне высокого увлажнения почв, влагоемкость которых на севере региона составляла 109-212 % от нормы. Все это способствовало усилению поверхностного стока в водные объекты. Кроме того, паводок был усилен за счет «сгона» дождями снего-ледниковых влагозапасов в высокогорной части региона. На это указывает нетипичное и запоздалое для региона (19-21 июня 2014 г.) прохождение второй волны паводка («коренной» воды), которая была очень незначительной (подъем уровня р. Катунь менее 1 м).

В совокупности эти факторы обусловили аномально высокие модули поверхностного стока (до 50 л/с/км^2 и более) и в итоге привели к резкому повышению уровней воды в реках региона, в большинстве своем превысивших не только критические, но и наивысшие значения за весь период наблюдений.

Его отнесение отдельными специалистами к «моментальным» или «быстро развивающимся» паводкам не подтверждается продолжительностью подъема уровня воды (4-5 дней) и сроками прохождения (от 6 до 12 дней). При этом тренды подъема уровня воды носили в основном линейный характер, а его градиенты варьировались от 32 см/сут. для рек 3-го порядка до 105-140 см/сут. для рек Бия и Катунь (рис. 2). Отметим, что продолжительность паводка прямо зависела от порядка реки, т.е. чем выше порядок, тем короче паводок. Так, для большинства рек 4-го порядка паводок длился всего 3-5 дней.

В этой связи необходимо отметить, что в условиях интенсивно расчлененной местности, высокой естественной зарегулированности стока и отсутствия сбросов ГТС, в регионе низка вероятность формирования «моментальных» паводков дождевой природы.

Аномально высокие уровни воды крупных рек при паводке способствовали широкому проявлению нагонных явлений в устье их притоков, в результате чего происходило дополнительное затопление ряда населенных пунктов республики. Это особенно характерно для р. Майма на территории с. Майма, которая при паводке «запирается» рекой Катунь.

Общий подъем уровней воды на основных реках региона составил 3,2-7,4 м, а превышения отметок затопления – 0,8-2,9 м (Люцигер, 2014). Среднегодовые модули поверхностного стока в речных бассейнах были превышены в 1,4-3,7 раза, при этом наивысшие значения были отмечены в бассейнах малых рек.

Превышение предпаводкового уровня воды (начало 3-й декады мая) составило от 1,45-1,6 м (реки Урсул, Майма, Кокса) до 4,6 м (р. Бия у с.Удаловка) и 7,2 м (р. Катунь у с. Чемал). Так, уровень воды р. Бия превысил наивысший уровень в селах Турочак и Удаловка (на 40 и

Таблица 1. Уровни дождевого паводка 2014 г. на водных объектах Республики Алтай

Гидропост (водный объект)	Наивысший уровень над "0" гидропоста, см		Критические уровни затопления*
	до 2014 г. (дата)	в 2014 г. (дата)	
ГП-I Терехта (р. Бол. Терехта)	524 (29.05.1969 г.)	**553** (30.05.2014 г.)	**524**
ГП-I Усть-Кокса (р. Кокса)	589 (18.04.1943 г.)	378 (31.05.2014 г.)	**310**
ГП-I Тюнгур (р. Катунь)	710 (30.05.1969 г.)	571 (31.05.2014 г.)	580
ГП-II Малый Яломан (р.Катунь)	1300 (31.05.1969 г.)	1219 (31.05.2014 г.)	**1140**
ГП-II Чемал (р. Катунь)	1029 (30.05.1969 г.)	1001 (31.05.2014 г.)	**970**
ГП-I Балыкча (р. Чулышман)	857 (30.05.1969 г.)	**860** (30.05.2014 г.)	**700**
ОГП-I Яйлю (оз. Телецкое)	680 (30.05.1969 г.)	556 (31.05.2014 г.)	**480**
ОГП-I Артыбаш (оз. Телецкое)	677 (30.05.1969 г.)	554 (31.05.2014 г.)	**461**
ГП-I Артыбаш (р. Бия)	731 (13.06.2010 г.)	726 (31.05.2014 г.)	нет данных
ГП- I Кебезень (р. Бия)	770 (30.05.1969 г.)	704 (29.05.2014 г.)	**606**
ГП-I Турочак (р. Бия)	742 (29.05.1969 г.)	**782** (30.05.2014 г.)	**650**
ГП-II Удаловка (р. Бия)	719 (30.04.2006 г.)	**843** (30.05.2014 г.)	**660**
ГП-I Онгудай (р. Урсул)	252 (02.04.1936 г.)	232 (30.05.2014 г.)	**196**
ГП-I Шебалино (р. Сема)	231 (09.04.1969 г.)	**287** (30.05.2014 г.)	**169**
ГП-I Майма (р. Майма)	548 (14.04.1958 г.)	444 (30.05.2014 г.)	**424**
ГП-I Усть-Кумир , р. Чарыш	904 (25.05.1993 г.)	**913** (30.05.2014 г.)	**889**

* – на гидропостах; выделены уровни 2014 г., превысившие наивысшие и критические уровни

124 см соответственно), р. Чулышман в с. Балыкча (на 3 см), р. Чарыш в с. Усть-Кумир (на 9 см), р. Сема в с. Шебалино на 46 см, р. Катунь в с. Майма на 10-15 см (по оценкам респондентов) по сравнению с 1969 г. При паводке 2014 г. были превышены критические уровни затопления почти на всех гидропостах региона (табл.1).

Следует отметить, что редкая сеть гидрологических постов (всего 15 постов) в Республике Алтай не позволила достоверно оценить уровни наивысшего подъема воды вышеотмеченных и других рек 2-3-го порядка на территории региона.

При этом наивысшие за весь период наблюдений уровни воды основных трансграничных рек Горного Алтая (Катунь, Бия, Чарыш) нарастали вниз по течению и были превышены на 0,03-1,24 м в северной части региона, а также на сопредельной с ним территории Алтайского края (рис. 3). Примечательно, что после спада «пиковых» значений, уровни воды всех рек региона не вернулись к исходным отметкам, а превышали их на 15-180 см (максимально для рек Катунь и Бия), причем величины этого и «пикового» превышения были прямо увязаны между собой.

Полученные данные позволяют охарактеризовать в обобщенном виде гидрологические параметры для разных классов рек на территории Республики Алтай при паводке 2014

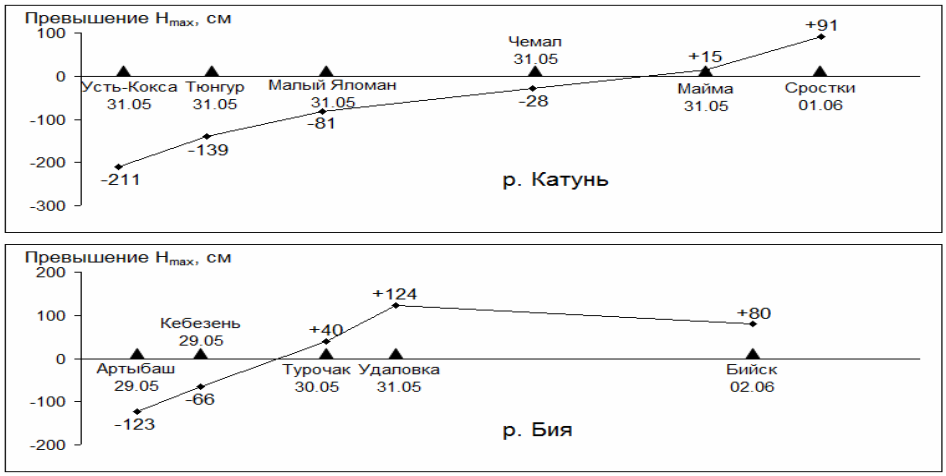

Рис. 3. Уровень воды рек Катунь и Бия относительно его наивысшего уровня.

Таблица 2. Основные гидрологические параметры рек при дождевом паводке 2014 г.

Классы водных объектов (длина)	Расходы рек в паводки	Уклоны рек в среднем течении	Величина подъема уровня воды*	Примеры рек
Крупные реки (> 300 км)	n·1000 м^3/с	0,5-1,5 м/км	до 5-7 м	Катунь, Бия
Средние реки (100-300 км)	n·100 м^3/с	2-5 м/км	до 3,5-4 м	Чарыш**, Кокса
Малые реки (25-100 км)	n·10 м^3/с	5-10 м/км	до 2-2,5 м	Сема, Майма
Очень малые реки (<25 км)	n·1 м^3/с	более 10 м/км	до 1 м	Каяс, Алгаир

* – относительно среднего многолетнего уровня, ** - на территории Республики Алтай

г. (табл. 2). Так, наивысшие уровни подъема воды были проявлены на участках рек с пологим продольным профилем, характерным для крупных и средних рек второго и третьего порядков. Для них же были присущи и наибольшие расходы воды – соответственно тысячи и сотни м^3/с. По мере уменьшения длины и расходов рек и площади их водосборных бассейнов, величина подъема уровня воды в паводок закономерно снижалась и для превалирующих в регионе малых рек не превышала 2-2,5 м от среднемноголетнего уровня. В то же время из-за перестройки гидросети, высокой скорости течения и большого создаваемого напора (активное затопление) многие малые реки произвели наибольшие разрушения объектов жилой и хозяйственной инфраструктуры.

При паводке 2014 г. было проявлено три основных типа зон затопления населенных пунктов – активного, пассивного и смешанного, из которых превалировал активный тип затопления потоком воды. Площади затопления застроенной части населенных пунктов варьировались от первых га до 338 га (Горно-Алтайск) при преобладании значений 10-50 га. Доля затопленных участков в населенных пунктах составила от первых процентов до 50-60 % от их площади (села Кызыл-Озек, Балыкча, Советское, Красносельск, Дубровка). Наибольшая глубина затопления их территории составила 0,3-2,05 м (средняя 0,22-0,86 м).

Анализ связи уровней и расходов рек при паводке показал, что для них характерна линейная зависимость, которая на его пике ослабевает (рис. 4). Это происходит из-за уменьшения темпов прироста уровня воды относительно расходов при затоплении высокой поймы и надпойменных террас, где в основном располагаются населенные пункты.

Паводок сопровождался активной перестройкой гидросети, особенно на малых и средних реках (Саракокша, Сема и др.), а также значительной активизацией береговой эрозии (до 15-30 м/год) и сопутствующих разрушительных гидрогенных и гравитационных склоновых процессов – оползне- и селеобразование, обвалы, камнепады и пр.

Пораженность береговой эрозией водных объектов в пределах населенных пунктов республики варьируется от 3 % (с. Амур) до 70-77 % (села Красносельск, Каракокша, Гагарка) при средних значениях 25-30 %. Так, в г. Горно-Алтайске и смежном с. Кызыл-Озек

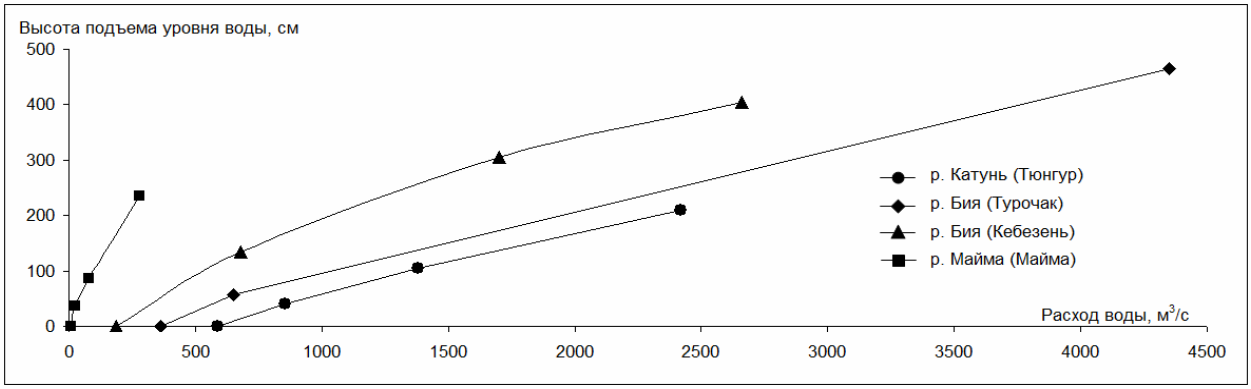

Рис. 4. Связь уровней воды с расходами рек во время дождевого паводка 2014 г.

суммарная пораженность береговой эрозией застроенных берегов р. Майма во время паводка составила 3,5 км или более трети от их длины.

Как показал прошедший паводок, с участками затопления, как правило, тесно сопряжены зоны умеренного, реже сильного подтопления населенных пунктов, образующиеся за счет гидравлического подпора грунтовых вод в области их подземной разгрузки. Нередко зоны подтопления объединяются с зонами затопления или проявляются в сложных сочетаниях, обусловленных как характером мезорельефа земной поверхности, так и динамическим режимом грунтовых вод.

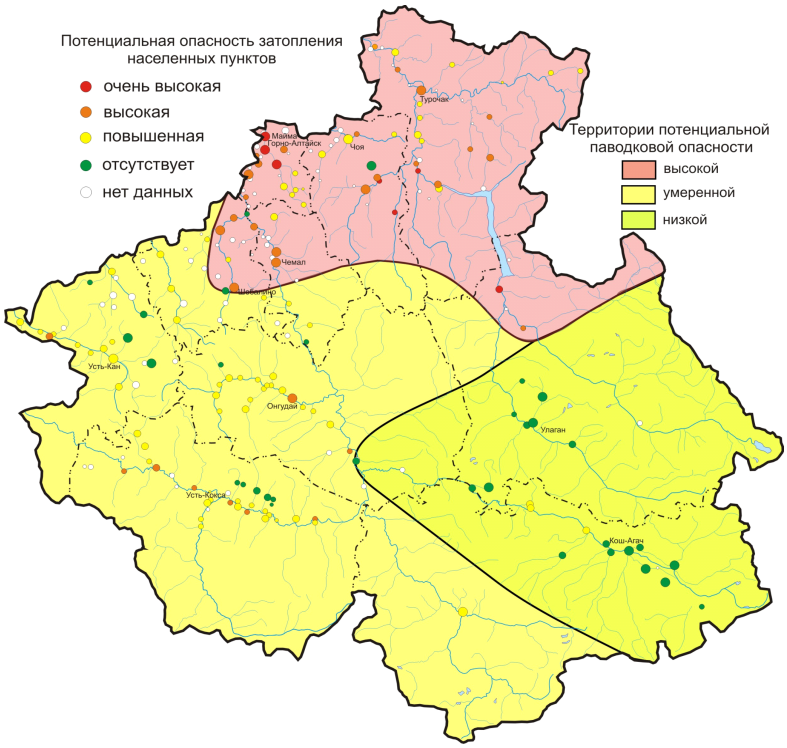

Рис. 5. Схема потенциальной паводковой опасности территории Республики Алтай.

Подтопление чаще проявлено на пологих участках террасированных долин. Так, в 2014 г. в разной степени было подтоплено до 30 % площади с. Майма. Небезынтересно отметить, что во время паводка, по данным мониторинга ГМСН, в центральной части бассейна р. Катунь уровень грунтовых вод в водоносном комплексе четвертичных отложений поднялся на 1,5-5 м, а дебиты каптирующих его родников увеличились в 2-5 раз.

Полученные в 2014 г. данные позволяют провести районирование территории Республики Алтай по уровню паводковой опасности с использованием двух показателей: 1) высота возможных дождевых паводков (высокая, средняя, низкая); 2) потенциальная опасность затопления населенных пунктов (очень высокая, высокая, повышенная, низкая). С учетом прогнозной оценки этих показателей, авторами на территории региона предварительно выделено три основных области потенциальной паводковой опасности (рис. 5).

Область низкой паводковой опасности охватывает юго-восточную часть территории республики – Кош-Агачский и Улаганский районы (кроме нижнего течения р. Чулышман). Область высокой паводковой опасности включает северную и северо-восточную части региона (Майминский и, частично, Чойский, Турочакский и Улаганский районы). Северо-западная, западная, юго-западная, центральная и южная части республики (Усть-Канский, Усть-Коксинский, частично Шебалинский, Чемальский, Онгудайский и Кош-Агачский районы) относятся к области с преобладающей умеренной паводковой опасностью, в которой имеются населенные пункты с низкой и повышенной опасностью.

По данным (Люцигер, 2014), вероятность повторения прошедшего паводка оценивается (на гидропостах): для р. Бия как 1 раз в 52-200 лет (расчетная обеспеченность 3,4-0,6 %); для р. Катунь – 1 раз в 20 лет (обеспеченность 5,2 %); р. Чарыш – 1 раз в 96 лет (1 %), р. Ануй – 1 раз в 74 года (2,3 %), р. Песчаная – 1 раз в 14 лет (8,3 %).

Таким образом, в 2014 году на территории северной части Республики Алтай имел место самый высокий и катастрофический по последствиям **дождевой** паводок за весь период инструментальных наблюдений в регионе (60-80 лет), в связи с чем его можно в целом считать на уровне 1%-ной расчетной обеспеченности.

Риск наводнений может усилиться в текущих условиях глобальных климатических изменений. Предполагается (Изменения климата …, 2011), что в будущем на территории региона будет сохраняться и даже повышаться вероятность опасных наводнений при высоких половодьях и паводках, а также опасность активизации русловых деформаций и сопряженных с ними негативных гидрогенных процессов.

В качестве примера последствий таких суперпаводков предварительно оценен масштаб затопления основных населенных пунктов республики – г. Горно-Алтайска и с. Майма для двух гипотетических сценариев паводковой ситуации, при которых уровень воды 2014 г. будет превышен на 0,5 и 1 м. Установлено, что при превышении этого уровня воды на 0,5 м площадь затопления г. Горно-Алтайска составит 40 %, при повышении на 1 м – 50 % его территории. Для с. Майма эти значения составят 80 и 90 % соответственно.

Литература

Изменение климата и его воздействие на экосистемы, население и хозяйство российской части Алтае-Саянского экорегиона: оценочный доклад / Под ред. А.О. Кокорина. – М.: WWF России, 2011. – 168 с.

Люцигер А.О. Аномальный паводок 2014 года на Алтае / Тр. II Всерос. науч. конф. «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии». Том 1. – Барнаул: 2014. – С. 118-129.

Робертус Ю.В., Достовалова М.С. Режимоообразующие факторы экстремальной гидрологической ситуации в Горном Алтае в 2014 году // Тр. II Всерос. науч. конф. «Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии». Том 1. – Барнаул: 2014. – С. 130-135.