



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

Кафедра

Водно-технических изысканий

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему Опасные гидрологические явления на Черноморском
побережье

Исполнитель Брайченко Ю. С.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель Доцент, канд. физ.-мат. наук

(ученая степень, ученое звание)

Саноцкая Н. А.

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

к.г.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

Исаев Д. И.

(фамилия, имя, отчество)

«13» 06 2022г.

Санкт-Петербург
2022

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1. Опасные гидрологические явления на Черноморском побережье..... | 11 |
| 1.1 Перечень и критерии характерных для района опасных гидрологических явлений..... | 15 |
| 1.2 Оценка повторяемости опасных гидрологических явлений на примере бассейна р. Мзымта | 23 |
| 1.3 Активизация селевых процессов при техногенном воздействии на селевые комплексы..... | 27 |
| 2. Перечень и критерии характерных для района опасных гидрологических явлений..... | 48 |
| 2.1 Пространственно-временные характеристики наводнений на черноморском побережье российской федерации..... | 52 |
| 3. Оценка повторяемости опасных гидрологических явлений на примере бассейна р. Мзымта. | 61 |
| Заключение. | 71 |
| Список литературы | 73 |
| Приложение А | 75 |

Введение.

Перечень опасных природных явлений и процессов на Черноморском побережье РФ обширен. Если учитывать лишь размер и характер формируемого ими материального ущерба, уровень угрозы для населения, частоту возникновения и другие параметры, на первом месте стоят наводнения. Такая ситуация — результат взаимодействия нескольких факторов — особое местоположение этой территории, сложная орография местности, большая густота речной сети, малые размеры, большие уклоны и слабая регулирующая способность речных водосборов, паводочный режим рек, большое количество и экстремальность выпадающих здесь осадков, а также расположение основной части населенных пунктов, промышленных объектов, социальной сферы и курортной индустрии, транспортной инфраструктуры в долинах и устьях черноморских рек и ряд других факторов.

Несмотря на высокие гидрологические риски, детальных работ по изучению наводнений на побережье, особенностей и закономерностей пространственно-временной изменчивости их характеристик и факторов, механизмов возникновения и развития наводнений практически нет.

«Постановка проблемы. Отсутствие детальных исследований и неглубокое знание пространственно-временных особенностей и закономерностей наводнений — одна из причин недостаточной эффективности применяющихся на побережье мер борьбы с ними и их последствиями. Недавние события 2010 и 2012 гг. в очередной раз подтвердили уязвимость существующей системы предупреждения и защиты от наводнений.»

«Материалы и методы исследований. Информационной основой для исследований стали, во-первых, многолетние ряды гидрологических наблюдений на 24 гидрологических постах (ГП) Росгидромета за период с 1920-х гг. по 2012 г. Во-вторых, собраны многочисленные документальные сведения о наводнениях.»

Они составляют основу электронного каталога “Наводнения в устьях рек европейской территории России”, описание которого приведено в [2] и размещено на сайте лаборатории оценки природных рисков МГУ имени М.В. Ломоносова (<http://www.nral.org>). В-третьих, это сведения о критических высотных отметках, подъем уровня воды выше которых приводит к затоплению поймы, неблагоприятным для населения и хозяйственной деятельности (отметка НЯ) и опасным (отметка ОЯ) последствиям. Эти отметки индивидуальны для каждого рассматриваемого населенного пункта и гидрологического поста. В-четвертых, это суточные данные об осадках на 6 метеостанциях (МС) за период 1945—2013 гг. и региональные критерии разделения опасных осадков.

Так, к «сильным ливням в Туапсинском районе и Сочи относят дождевые осадки интенсивностью ≥ 50 мм за период не более 1 ч., тогда как на большей части территории — ≥ 30 мм. Очень сильными дождями считаются дождевые осадки величиной ≥ 80 мм (на участке Анапа—Джубга), ≥ 100 мм (Туапсинский район) и ≥ 120 мм (Большой Сочи) за период не более 12 ч.»

«В горных районах пороговое значение снижено до 50 мм в Туапсинском районе и до 80 мм в Большом Сочи.»

«Дополнительно использованы:

1) материалы экспедиционных исследований, проводившихся сотрудниками географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова в Причерноморье в 2011—2012 гг.;

2) данные непрерывных уровенных наблюдений (за 2012—2014 гг.) на 53 пунктах Автоматизированной системы мониторинга паводковой ситуации на реках Краснодарского края (<http://test.emercit.com/overall.html>);

3) актуальные и архивные материалы разных ведомств и организаций, различные литературные источники, включая справочные издания из серии “Ресурсы поверхностных вод СССР” и Государственный водный кадастр, крупномасштабные картографические материалы, данные интернет-изданий и др. «

«В процессе исследований применялись следующие методы:

1) стандартные гидрологические расчеты и дополнительные статистические методы обработки и анализа гидрометеорологической информации с построением разнообразных эмпирических зависимостей и временных графиков, с проверкой рядов на соответствие основным статистическим гипотезам и др.

2) обобщение и в то же время кластеризация гидрологических (и вспомогательных) данных, выделение сравнительно однородных (по анализируемым характеристикам и явлениям) территорий, объектов и речных участков;

3) визуализация пространственной распределенной информации с помощью ГИС-инструментов и численная оценка пространственных характеристик наводнений. Новый и важный подход в исследованиях — установление случаев наводнений на Черноморском побережье РФ в прошлом.»

Для решения этой задачи сопоставлены документально подтвержденные наводнения с наблюдениями за максимальными уровнями (H_{\max}) и расходами воды (Q_{\max}) на ГП, а также с критическими высотными отметками и суточными слоями осадков на МС, определены критические значения (или диапазоны значений) для этих гидрометеорологических характеристик. Затем на основе полученных результатов и рядов гидрометеорологических характеристик за период 1945—2013 гг. выявлены случаи возникновения таких критических условий и соответственно наводнений (опасных затоплений) стокового или стоково-ливневого генезиса.

«Генетические типы наводнений. По условиям формирования и в соответствии с новой классификацией, изложенной в [1], а также размещенной на сайте лаборатории оценки природных рисков МГУ имени М.В. Ломоносова, на Черноморском побережье встречается несколько генетических типов наводнений, в основном природного происхождения.»

«Доминируют стоковые наводнения. Они сопутствуют высоким дождевым паводкам, иногда трансформирующимся в селеподобный тип, реже — интенсивному снеготаянию на водосборах (в том числе при участии дождевых

осадков), прорывам плотин прудов и завальных озер. Паводковым затоплениям подвержена лишь пойменная часть речных долин и устьевые конусы выноса.»

Следующие по распространенности — наводнения смешанного типа — стокового и одновременно ливневого генезиса. Вообще, ливневые наводнения, которые также нередки в Причерноморье, вызваны выпадением над освоенными районами интенсивных дождевых осадков и особенностями территории, затрудняющими быстрый отвод дождевых вод в поверхностные и подземные водные объекты.

Масштаб ливневых наводнений возрастает при плохом функционировании ливневой канализации, поэтому в явной и опасной форме они проявляются именно в населенных пунктах, а их повторяемость увеличивается с ростом площади урбанизированных территорий. При стоково-ливневых наводнениях затопление территории осуществляется речными и дождевыми водами, а также мощными склоновыми потоками и водами возобновившихся временных водотоков, которые формируются осадками, особенно в устьях так называемых щелей. Воздействию этих наводнений подвержены уже не только речные поймы, но и речные террасы и борта долины.

«Третий тип — наводнения вследствие морского нагона, штормовых нагонных накатов, также смешанного типа — при совпадении паводка на реке и шторма на море, т.е. в условиях подпора со стороны приемного водоема. Эти наводнения возможны в устьях рек побережья.»

Закономерности формирования и трансформации опасных паводков. Высокие и соответственно опасные паводки, приводящие к стоковым наводнениям, а также затопления дождевыми водами и мощными склоновыми потоками формируются сильными обложными дождями и ливнями при прохождении мощных циклонов и атмосферных фронтов, как особый случай — вследствие разрушения водяных смерчей, вышедших с моря на сушу [10—13, 15].

«Катастрофические же наводнения на реках Черноморского побережья формируются в условиях определенного сочетания мезомасштабных и

синоптических процессов. Формирование паводков, приводящих к стоковым наводнениям, возможно в верхнем и в среднем течении черноморской реки.»

Если же ливневые осадки выпадают лишь в низовьях реки, к затоплениям приводит не столько подъем уровня воды в речном русле, сколько мощные склоновые потоки. Нередко на участках русла, расположенных ниже по течению, паводок образуется раньше из-за того, что дождевые облака смещаются со стороны моря, т.е. от устья реки. На небольших реках паводок может наблюдаться почти одновременно по всей длине русла.

На крупных реках такое развитие гидрологической ситуации приводит к формированию особенно мощных паводков. Волны паводков на черноморских реках перемещаются с большой скоростью. Она изменяется в зависимости от уклона русла и расхода воды и может достигать 1,5—5 м/с. От истока к устью рек $Q_{\text{макс}}$ возрастает, что сохраняет высокую скорость перемещения паводка, несмотря на уменьшение уклона русла.

«Максимальные значения скорости течения ($v_{\text{макс}}$) во время средних по высоте паводков изменяются от 1,5—2 м/с (реки Гастогайка и Дюрсо) до 3,5—4,5 м/с (реки на юге от Геленджика). Средняя скорость течения обычно почти в 1,5 раза меньше. Наибольшие же значения скорости течения варьируют от 5,5 до 7 м/с, но могут быть и больше. Так, 07.10.1970 на р. Куапсе измеренная скорость ($v_{\text{макс}}$) составила 8,75 м/с.»

Паводки на черноморских реках благодаря ливневому характеру осадков, большим уклонам и сравнительно небольшим размерам бассейнов характеризуются кратковременностью, чрезвычайно быстрым подъемом и спадом уровня воды. В некоторых случаях их прохождение укладывается между стандартными сроками наблюдений на ГП, что служит одной из причин дефицита информации об основных характеристиках паводков. Паводок, или серия паводков, может длиться несколько суток. Однако основная волна паводка проходит, как правило, в течение не скольких часов — обычно не дольше 0,5—1 суток, а та ее часть, которая приводит к затоплениям, еще меньше.

«Остаточные затопления на пойме сохраняются дольше. Максимальный подъем уровня (ΔH макс) в руслах черноморских рек может достигать 5—7 м и больше (рис.2.12). Последнее возможно в условиях катастрофического паводка, на участках сужения речных долин и русел и выше мостовых переходов. Подпорная составляющая паводочного подъема уровня выше мостовых переходов и древесных заломов может достигать 0,5—2 м и больше. Но все же доминируют участки русел с ΔH макс $\approx 1 \div 3$ м.»

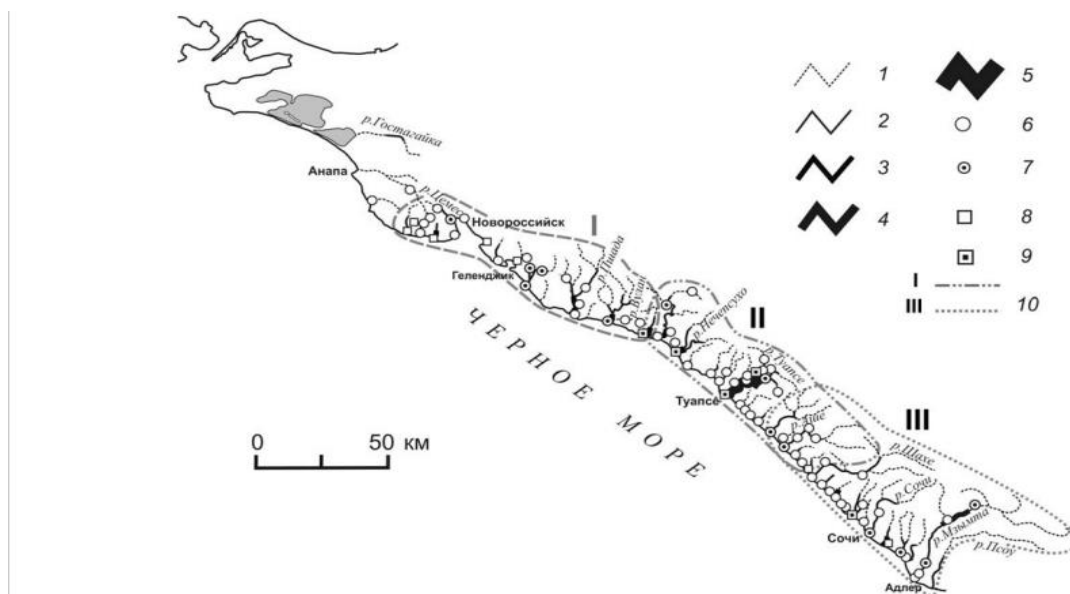


Рис. 1. Карта-схема риска наводнений на Черноморском побережье РФ. Максимально возможное повышение уровня воды в реках (м) над предпаводочным: 1 — 1–3, 2 — 3–5, 3 — 5–7, 4 — 6–8 м, 5 — >8; населенные пункты, подвергшиеся в период с 1980 по 2013 г. стоковому затоплению: 6 — с числом событий $\leq 1-2$; 7 — с числом событий $\leq 1-2$ и человеческими жертвами; 8 — с числом событий ≥ 3 ; 9 — с числом событий ≥ 3 и человеческими жертвами; 10 — участки побережья со сравнительно синхронными колебаниями максимального стока и одновременным возникновением наводнений: I — Геленджикский, II — Туапсинский, III — Сочинский

Рис. 2.12 Карта-схема риска наводнений на Черноморском побережье РФ.

Во время аномально высокого паводка затапливается практически все днище речной долины: ширина потока очень быстро увеличивается, по сути, на порядок, а иногда в 15—20 раз.

«Основную и конечную трансформацию паводочная волна претерпевает на самом нижнем участке реки и в устье, т.е. ниже впадения последних крупных притоков, в условиях существенного расширения речной долины, уменьшения уклона, подпора со стороны моря или от перегораживающего устье песчано-галечникового вала. В результате здесь, где обычно расположен населенный

пункт, основная курортная и другая инфраструктура, происходит наиболее опасное затопление. Максимальная глубина затопления речными водами достигает 3 м и более, а склоновыми потоками — до 0,5 м. После кульминации наводнения основная часть воды сравнительно быстро стекает обратно в русло.»

Повторяемость выходов речных вод на пойму регулируется как высотными отметками местности, так и величиной критических уровня и расхода воды и их обеспеченностью. На критические значения Q макс сильно влияют вертикальные русловые деформации, а также углубление, обвалование и канализация русел, поэтому со временем они изменяются.

Вообще, плановые и вертикальные деформации речных русел на побережье могут быть значительны и формировать отдельную угрозу для объектов в русле и на берегах. Вместе с водой во время паводка перемещается большой объем наносов и мусора. Нередко паводки трансформируются в селевидные потоки, которые обладают большей разрушительной способностью и ведут к иным гидролого-морфологическим, экономическим и экологическим последствиям, существенно увеличивающим ущерб от наводнения. Основная часть наносов отлагается в низовьях и устьях черноморских рек [9].

1. Опасные гидрологические явления на Черноморском побережье.

Физико-географическое описание района.



Рис 1.1. Вид на Сочи и Кавказские горы с моря.

Черноморское побережье России (Российская ривера, Российские субтропики) включает в себя прибрежную полосу в Краснодарском крае от Адлера до Таманского полуострова и, в рамках законодательства России, южное и западное побережья Крымского полуострова от мыса Такиль до Перекопского перешейка общей длиной свыше 1171 км.

«Российский участок Черноморского побережья Кавказа и Крыма расположен в крайней северной части субтропического пояса. Полосы Анапа—Туапсе, Алушта -Керчь и город-герой Севастополь Черноморского побережья России — сухие субтропические регионы России. Полоса Туапсе-Сочи (Адлер) и Ялта-Алушта — единственные в России и самые северные в мире области влажных субтропиков.»

В восточной части Чёрного моря граница между климатическими поясами проходит прямо по цепям Главного Кавказского хребта, то есть Большой Кавказ является естественным препятствием, барьером, разделяющим две различные воздушные массы. К северу от него — умеренный пояс, к югу — субтропический. Горная система Большого Кавказа обостряет границу между

ними, затрудняя перенос холодных воздушных масс с севера на юг, в Закавказье, и тёплых с юга на север, в Предкавказье. Горная преграда в виде Большого Кавказа особенно ощутима зимой, когда Предкавказье заполняется холодными массами воздуха, приходящими с севера и северо-востока, а Закавказье защищено от их вторжения.

«Климат Черноморского побережья разделяют на два климатических района: северный и южный. Северный расположен от Анапы до Туапсе, южный — от Туапсе до границы с Абхазией. В северной части побережья, в районе Анапы, климат умеренно- континентальный. Лето здесь жаркое, но открытая местность, продуваемая ветрами, смягчает дневной зной, поэтому он почти не ощущается. Южный район — это район влажных субтропиков. Главный Кавказский хребет защищает побережье от холодных северных ветров. В то же время теплое море обогревает его. Создаются условия для формирования влажного субтропического климата.»

«Горная область Большого Кавказа.

Климат с жарким, сухим летом и мягкой, дождливой зимой. Летом территория находится под преобладающим влиянием субтропических антициклонов, зимой сильно развита циклоническая деятельность. Средние температуры января от $+1^{\circ}$ до $+4^{\circ}$, июля около $+23^{\circ}$. Среднегодовая температура $+12^{\circ}$ - 14° . ГКО от 400 до 600 мм; режим осадков — ярко выраженный зимний максимум при летней засушливости. Количество солнечных дней в году — 300 и более.»

«Причерноморская область.

Средние температуры января $+5$ - 7° градусов (средняя дневная для января $+10^{\circ}$), среднеиюльская около $+23^{\circ}$, среднегодовая температура $+13^{\circ}$ - 16° . Склоны гор Западного Кавказа — самое влажное место Европы. Так, например, на склонах хребта Ачишхо выпадает более 3000 мм осадков.»

Реки.

«Реки и ручьи Черноморского побережья России коротки, но многоводны. Питание — дождевое, подземное, в южной части — снеговое и ледниковое. Общий годовой сток пресной воды в Чёрное море достигает 7,5 км³.»

Мзымта – река, протекающая в Краснодарском крае, бассейн Чёрного моря. Река Мзымта берёт свое начало на южном склоне Главного Кавказского хребта вблизи горы Лоюб на высоте 2980 метров над уровнем моря в Мостовском районе Краснодарского края. Впадает, образуя обширный конус выноса, в Чёрное море в микрорайоне Адлер города Сочи Краснодарского края. Мзымта — самая длинная река, впадающая в Чёрное море с территории Кубани и России.



Рис 1.2. Мзымта в среднем течении.

Длина реки Мзымта составляет 89 километров, площадь водосборного бассейна — 885 км². Общее падение реки составляет 2980 метров, уклон – 33,5 м/км. Прямолинейное расстояние от истока до устья 62 километра, коэффициент извилистости 1,4.

В верховье Мзымта протекает через высокогорное озеро Кардывач, ниже которого на реке находится пятнадцатиметровый Изумрудный водопад. В среднем течении прорезает хребет Аибга-Ачишхо, образуя Греческое ущелье.

Далее Мзымта пересекает горный хребет Ахцу-Кацирха и образует свое самое длинное и глубокое ущелье Ахцу. Примерно за 19 километров до устья Мзымта прорывается через горный хребет Ахштырь. Здесь она течет по узкому ущелью Ахштырские ворота. В нижнем течении долина Мзымты расширяется, и река принимает равнинный характер (рис. 1.2.).

Населённые пункты.

Река Мзымта протекает по территории, относящейся к городскому округу Сочи. На её берегах расположены населенные пункты: село Эстосадок, поселок Красная Поляна, сёла Чвижепсе, Кепша, Монастырь, Казачий Брод, Высокое, Черешня и микрорайон Адлер.

Основные притоки.

Крупнейшие притоки реки Мзымты — Пслух, Ачипсе (Пудзико) с притоком рекой Лаурой, Чвижепсе впадают с правого берега.

Рельеф и почвы.

Река Мзымта протекает по горной местности, начинаясь на южном склоне Главного Кавказского хребта. Берега сложены из темно-серых сланцев и очень твердых и плотных известняков юрского возраста.

В бассейне Мзымты в основном преобладают бурые горнолесные почвы. У истоков почвы горно-луговые, а в низовьях бурые лесные почвы в комплексе с желтоземами.

Растительность.

Вдоль берегов реки Мзымты растут пихтовые, пихтово-еловые и широколиственные с преобладанием бука леса. Для низовьев характерны смешанные широколиственные леса (бук, дуб, граб, каштан и др.) Мзымта протекает через леса Кавказского биосферного заповедника и по территориям, относящимся к Сочинскому государственному природному национальному парку.

Гидрологический режим.

Питание реки Мзымты смешанное. Для неё характерны весенне-летнее половодье и дождевые паводки. Средний годовой расход воды — 45,6 м³/с

(наибольший достигает 764 м³/с). В весенний период проходит до 42-50 % объема годового стока реки Мзымты. Летом во время таяния ледников проходит до 30 % годового стока. На осень приходится до 15-17 % годового стока. В бассейне реки Мзымты находится три ледника. Их общая площадь 2,58 км², это 0,32 % от всей площади бассейна реки.

Река Мзымта имеет довольно значительные колебания уровней. Годовая амплитуда достигает 2,32 метра. Ближе к устью изменения уровня воды немного уменьшаются. В Адлере их амплитуда не превышает 2,23 метра. Во время весеннего таяния снегов в ущельях уровень воды поднимается до 5 метров.

Густота речной сети в бассейне Мзымты 1,48 км/км². Средняя скорость течения реки 1,8 м/с, на плесах — 0,4-1,2 м/с, наибольшая — 2-3 м/с. После Молдовского моста и до устья достигает 2,6-3,5 м/с.

Практически на всём своем протяжении Мзымта имеет бурный горный характер. Русло реки Мзымты извилистое, слаборазветвленное. Берега образованы уступами террас глубиной до 10 метров. В верхнем течении долина реки V-образная. Крутые берега имеют уклон 30-35°, местами достигают 40-50°. В низовьях река Мзымта течет по Адлерской низменности, хорошо разработанной широкой долине, характерной для равнинных рек с незначительными уклонами.

На всем протяжении реки Мзымты склоны её берегов сильно рассечены глубокими балками и долинами притоков. Дно русла сложено скалистыми породами с валунами. В среднем и нижнем течении донный грунт галечниковый или галечно-валунный.

1.1 Перечень и критерии характерных для района опасных гидрологических явлений.

К опасным (стихийным) гидрологическим явлениям относятся различные быстротекающие наводнения, сопровождающиеся высокими уровнями воды (при половодьях, паводках, заторах, зажорах, нагонах и т. д.) и медленные

изменения уровня океана и бессточных озер, превышающего величины особо опасных (критических) уровней воды для конкретных населённых пунктов и хозяйственных объектов.

Таблица 1.1. Гидрологические явления.

| № п/п | Название ОЯ | Характеристика, критерии ОЯ |
|-------|-------------------------|---|
| 1 | Половодье* | Фаза водного режима реки, ежегодно повторяющаяся в данных климатических условиях в один и тот же сезон, характеризующаяся наибольшей водностью, высоким и длительным подъемом уровня воды и вызываемая снеготаянием или совместным таянием снега и ледников |
| 2 | Зажор* | Скопление шуги с включением мелкобитого льда в русле реки, вызывающее стеснение водного сечения и связанный с этим подъем уровня воды до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 % |
| 3 | Затор* | Скопление льдин в русле реки во время ледохода, вызывающее стеснение водного сечения и связанный с этим подъем уровня воды до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 % |
| 4 | Паводок* | Фаза водного режима реки, вызываемая дождями или снеготаянием во время оттепелей, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 % |
| 5 | Сель | Сель – стремительный поток большой разрушительной силы, состоящий из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снега, а также прорыва завалов и морен, наносящий ущерб хозяйственным объектам или создающий опасность населённым пунктам |
| 6 | Низкая межень* | Понижение уровня воды ниже проектных отметок водозаборных сооружений и навигационных уровней на судоходных реках в конкретных пунктах продолжительностью не менее 10 дней |
| 7 | Раннее ледообразование* | Появление льда и образование ледостава (дата) на судоходных реках, озёрах и водохранилищах в конкретных пунктах в ранние сроки повторяемостью не чаще 1 раза в 10 лет |

Таблица 1.2. Критерии природных (гидрологических) явлений по постам ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» (муниципальное образование город-курорт Сочи).

| Река – пункт | Явления | Отметка ОЯ, см |
|------------------------|---------|----------------|
| Куапсе – Мамедова Щель | Паводок | 330 |
| Шахе – Солох-Аул | Паводок | 600 |
| Сочи – Пластунка | Паводок | 650 |
| Сочи – Сочи | Паводок | 360 |

| | | |
|----------------------------|---------|-----|
| Хоста – Хоста | Паводок | 300 |
| Мзымта – Красная Поляна | Паводок | 430 |
| Мзымта – Казачий Брод | Паводок | 380 |
| Западный Дагомыс – Дагомыс | Паводок | 570 |
| Псеуапсе – Тхагапш | Паводок | 420 |

| Море – пункт | Явление | Отметка ОЯ |
|--------------------|-----------------------------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Черное море – Сочи | Ветровой сгон Сильное волнение | 437 см 4,0 м |

«Для Черноморского побережья характерны следующие опасные и неблагоприятные гидрологические явления:

- приводящие к наводнениям половодья, паводки, заторы, зажоры, нагоны, прорывы плотин, запруд, завалов;

- нарушающие работу водозаборных сооружений и осложняющие навигацию на судоходных реках низкие уровни воды в межень;

- наносящие ущерб хозяйственным объектам или создающие опасность населённым пунктам сели и лавины;

- осложняющее навигацию раннее ледообразование.»

Опасность рек. Сначала о наводнениях. После продолжительных ливней и таяния снегов вода в реке выходит из берегов и затопляет значительные площади земной поверхности. Получается это в результате того, что пропускная способность русла не удерживает большое количество воды в реке. Явление это временное, но ущерб человеку может нанести колоссальное.

Виды наводнений:

«Половодье - такое наводнение происходит в весенний период, когда обильно начинается таяние снегов и ледяного покрытия рек. Процесс происходит медленно и постепенно.»

«Паводок - резкий и быстрый подъем воды из-за сильных ливневых дождей или резкого потепления в зимнюю пору.»

«Ветровой нагон - из-за сильного ветра воду в реке сдувает на ближайшие территории или в устье. Тогда уровень воды повышается, и она покидает привычное русло, выходя из берегов и подтапливая окрестность.»

«Затор - наводнение образуется после того, как несущиеся по поверхности реки льдины, в весенний период скапливаются в узких местах, образуя естественные дамбы, заграждения, которые вызывают значительный подъем уровня воды. Зажор. Это одно из опасных гидрологических явлений, происходящее в начале зимы, когда лед на реках начинает только образовываться. Скапливается в сужениях русла или излучинах мелкий кашеобразный лед. Он хоть и рыхлый, и мелкобитый, но забивает полностью проходы для воды, что приводит, естественно, к переполнению русла водой и выходу из берегов.»

Особенности наводнений на Черноморском побережье.

«Черноморское побережье относится в РФ к территориям с очень высокими рисками наводнений. Но на побережье, несмотря на сравнительно небольшие его размеры, ситуация с опасностью наводнений также неодинакова. Наиболее безопасен Анапский район (см. рис. 3). В условиях равнинной и предгорной территории, малого количества осадков и редкой русловой сети они не могут конкурировать по числу и катастрофичности наводнений с остальными муниципальными районами Черноморского побережья. В Темрюкском и Анапском районах основную опасность формируют затопления при локальном и высокоинтенсивном выпадении ливневых осадков.»

«В Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском районах чаще всего наводнения на освоенных участках речных долин вызывают экстремальные по своим характеристикам дождевые паводки и мощные склоновые потоки. Их формируют главным образом продолжительные или высокоинтенсивные осадки (при прохождении мощных циклонов, атмосферных фронтов и, как особый случай при выходе на сушу и разрушении так называемых водяных смерчей). Паводки формируются за короткое время, отличаются большой скоростью перемещения воды и наносов, что придает им огромную

разрушительную силу. Незначительная часть наводнений на побережье была вызвана снеготалым стоком, прорывом плотин водохранилищ или совместным действием нескольких факторов. Дополнительно для побережья возможны затопления во время штормовых нагонных накатов, причем той части суши, которая занята портовой инфраструктурой и объектами курортно-рекреационной отрасли» (см. рис. 1.3.).

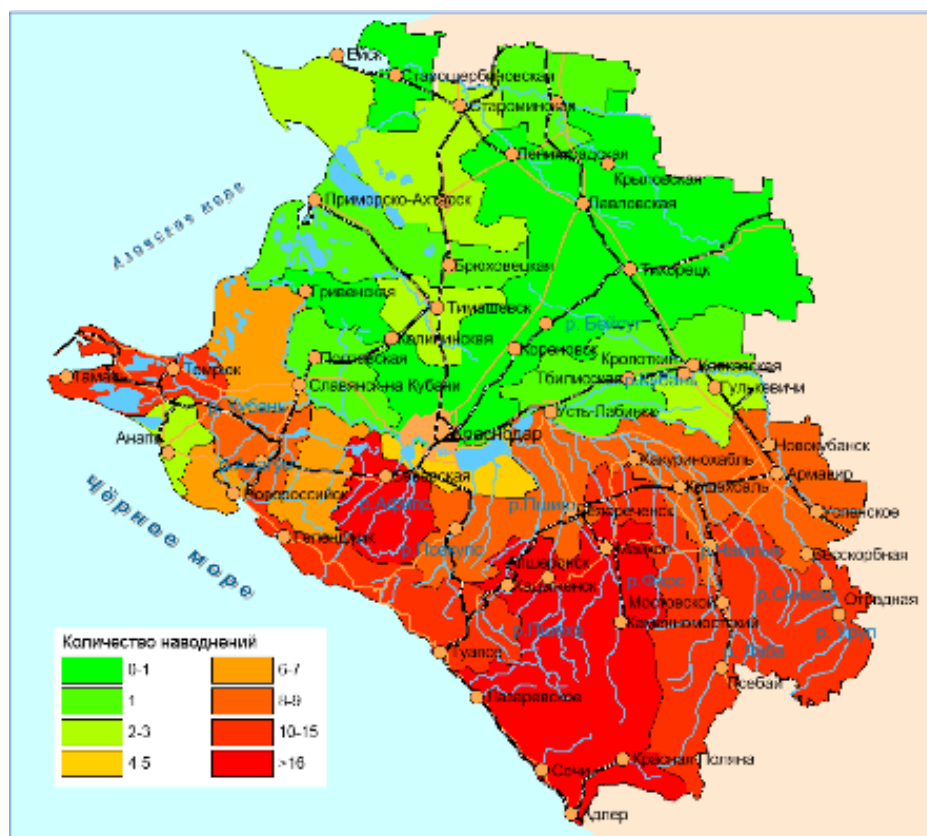


Рис 1.3 – Районирование Краснодарского края по числу наводнений стокового, стоково-заторного и локального ливневого генезиса за период с 1980 по 2015 гг.

Поскольку почти все черноморские реки имеют паводочный тип водного режима, экстремальные максимальные расходы воды могут формироваться неоднократно и в любое время года, но с явным преобладанием в осенне-зимние месяцы. Отличие в режиме имеет р. Мзымта, у которой значительную часть стока формируют талые воды ледников и высокогорных снежников в весенне-летний период. Несмотря на эти особенности режима черноморских рек,

большая часть наводнений за последние 50–100 лет отмечалась в период лето–осень – 75 %.

Низкая межень.

«Помимо наводнений, не меньшую опасность для природы, населения и хозяйственного комплекса Краснодарского края представляют маловодья. Эти явления нарушают нормальный режим водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий, затрудняют функционирование оросительных систем и водного транспорта, снижают урожайность сельскохозяйственных культур, приводят к уменьшению степени обводнения лиманов, вызывают ухудшение условий обитания гидробионтов, способствуют ухудшению качества воды.»

«Естественные причины маловодий – продолжительное сохранение жаркой и сухой погоды, в результате чего истощаются запасы воды в русловой сети, водоемах и подземных водоносных горизонтах.»



Рис 1.4. Низкая межень на реке Мзымта.

Сели.

«К опасным гидрологическим явлениям относят и весеннее таяние ледников в горах со сходом сели. Это явление объясняется тем, что при таянии ледников образуются озера, которые постепенно набираются талой водой. Когда чаша озера переполняется, то вода с большой силой покидает свое убежище и устремляется с горы вниз, в долины, снося все на своем пути, наполняясь породами грунта, унося с собой деревья, камни, дороги, дома, машины, в том числе страдают часто и люди.»

«Селевые потоки обусловлены в основном гидрометеорологическими, топографическими и геологическими факторами. Такие селеобразующие факторы, как крутизна склонов, уклоны русел, запасы рыхлого обломочного материала, горные породы бассейна, из года в год изменяются мало. Поэтому основным фактором, определяющим образование селевых потоков, является гидрометеорологический, а именно следующие его характеристики: ливневые дожди, резкие повышения температуры воздуха, увлажненность почвы, толщина снежного покрова. Степень селевой опасности зависит от следующих показателей: 1 – интенсивность проявления процесса, 2 – разрушительные свойства процесса, 3 – активность использования данного участка человеком.»



Рис. 1.5. Селеопасные районы на черноморском побережье Краснодарского края (Паспорт..., 2017).

Сели на Черноморском побережье.

«Сели на Черноморском побережье проявляются не повсеместно, но в связи с высокой плотностью застройки селеопасных долин, в том числе, пойм, степень селевой опасности в регионе высока. Степень селевой опасности здесь изменяется от слабой до высокой и катастрофической. В Геленджикском районе Краснодарского Края на склонах Маркотхского и Коцехурского хребтов высотой 700 – 900 м периодически действуют селеподобные водокаменные паводки. Они генерируются посредством ливневых осадков; при их прохождении формируются разрушительные водокаменные потоки, часто достигающие побережья.»



Рис 1.6. Сели в горах в районе города Сочи.

Район распространения типичных селей отмечается в бассейнах рек Шахе, Сочи (высокая опасность), Мзымта (катастрофическая опасность), и Псоу. Здесь распространены грязекаменные сели с крупнообломочным материалом, поступающим преимущественно из оползневых очагов. Причиной селевой активности здесь является большое (до 3000 м/год) количество осадков,

выпадающих крайне неравномерно в течение года преимущественно в виде ливней. Селевой активности способствуют большие продольные уклоны русел, большее распространение обвально-осыпных, а главное, оползневых отложений. В высокогорной области сели формируются на склонах хребтов Хуко, Чура, Амуко, Игош, Ачишхо, Аибга в верховьях рек Шахе, Сочи, Мзымты и Псоу, а также их притоков (причём с катастрофической степенью опасности) – Бзыч, Ачипсе, Бешенки, Чвежипсе и др.

Наиболее высокая селевая опасность отмечается в долинах Мзымты и её притоков. Она обусловлена как перечисленными выше естественными причинами, так и нерациональной хозяйственной деятельностью в селеопасных участках долин – поймах, а иногда и руслах. Например, совмещенная автомобильно-железная дорога Адлер-Красная Поляна - самый дорогой олимпийский проект стоимостью 240 млрд рублей, проходит непосредственно в русле, а также по пойме р. Мзымты, где периодически возникают сели с подъёмом уровня воды в русле до 6 м.

1.2 Оценка повторяемости опасных гидрологических явлений на примере бассейна р. Мзымта

«Питание реки Мзымты смешанное. Для неё характерны весенне-летнее половодье и дождевые паводки. Средний годовой расход воды — 45,6 м³/с (наибольший достигает 764 м³/с). В весенний период проходит до 42-50 % объема годового стока реки Мзымты. Летом во время таяния ледников проходит до 30 % годового стока. На осень приходится до 15-17 % годового стока. В бассейне реки Мзымты находится три ледника. Их общая площадь 2,58 км², это 0,32 % от всей площади бассейна реки» (рис 1.7).



Рис 1.7. Бассейн реки Мзымты.

«Река Мзымта имеет довольно значительные колебания уровней. Годовая амплитуда достигает 2,32 метра. Ближе к устью изменения уровня воды немного уменьшаются. В Адлере их амплитуда не превышает 2,23 метра. Во время весеннего таяния снегов в ущельях уровень воды поднимается до 5 метров.»

«В весеннее время в питании реки принимают участие воды, образованные за счет процессов снеготаяния в верхней части водосбора. В этот период проходит до 42-50% объема годового стока реки. Амплитуда колебаний уровня, по данным наблюдений поста Казачий Брод (15 км от устья), наивысшая 277 см в 1977 г., средняя 203 см, наименьшая 134 см в 1986 г. Летний период характеризуется таянием ледников и в этот период проходит до 30 % годового стока. В осенний период проходит до 15-17 % годового стока.»

Продолжительность паводка зависит от интенсивности и продолжительности дождей, выпадающих на территорию бассейна реки. При прохождении паводков рекой транспортируется значительное количество влекомых и взвешенных наносов. Количество наносов задается условиями их поступления с водосборов.

«Сток взвешенных наносов находится в прямой зависимости от стока воды: чем больше расход воды, тем больше сток наносов и наоборот.»

Среднегодовой сток взвешенных наносов 488,2 тыс. тон и влекомых наносов 141 тыс. тонн. В гранулометрическом составе донных наносов преобладают фракции от 30 до 60 мм (60%).»



Рис 1.8. Вид на Мзымту из Ахштырской пещеры.

Высокая повторяемость паводков на Черноморском побережье (22 % случаев) обусловлена особенностями водного режима местных рек (Цемес, Пшада, Шапсухо, Джубга, Туапсе, Небуг, Псезуапсе, Шахе, Сочи и другие), для которых характерен преимущественно именно паводковый режим (исключение – река Мзымта с выраженными паводками только в нижнем течении). Развитая курортная инфраструктура увеличивает показатели ущерба от опасных явлений. Основная часть населённых пунктов расположена в относительно узких долинах рек, которые, в свою очередь, имеют высокие продольные уклоны и повышенную извилистость русел, создающие дополнительную гидродинамическую нагрузку. Выделяется три типа паводков на Черноморском побережье» [Ткаченко, 2012]: «1) локальные паводковые явления, развивающиеся в результате локальных осадков (50 мм/час) в одном водосборе; 2) паводки от прохождения фронтальных осадков, как правило, длительных,

которые могут включать площади нескольких водосборов; 3) паводки, связанные со «смерчевыми» явлениями.»

Селевые явления повсеместно наблюдаются в горных и предгорных районах Краснодарского края. В основу изучения селевых процессов в долине р. Мзымта были положены результаты полевых исследований горных пород в потенциальных селевых массивах и селевых отложениях, геоморфологических и геоботанических признаков проявления селевых процессов. Основные факторы селевых процессов в исследуемом районе, обуславливающие большую частоту формирования, большую дальность выброса и значительные объемы селей, – значительное количество атмосферных осадков, крутые уклоны селевых бассейнов и геологическое строение территории [3] (молодые горные породы, слабо-цементированные, легко размываемые и размокаемые юрские глинистые сланцы и аргиллиты в сочетании с интрузивными, вулканогенными и метаморфическими породами, поставляющими в сель крупнообломочный материал).

«Наряду с геологическим строением территории интенсивность проявления селевых процессов в значительной степени определяется геоморфологическим строением территории. Рельеф территории создает исключительно благоприятные условия для развития селевых процессов. В орографическом плане территория строительства располагается в области со среднегорным и высокогорным рельефом с перепадом абсолютных отметок от 550 м в днище долины р. Мзымты до 2200–2450 м на хребте Аибга. Максимальная абсолютная отметка – г. Пик II (2450.5 м). Верхняя часть хребта Аибга представлена скалистыми гребнями с карами, карлингами, часто с отвесными склонами. Глубина расчленения рельефа превышает 1900 м. В геоморфологическом отношении рельеф территории – эрозионно-денудационный.»

Наиболее важные среди гидрометеорологических факторов селеобразования – режимы осадков и температур, определяющие как условия вовлечения в селевой процесс горных пород, так и скорость выветривания

последних, чем обусловлена скорость формирования ПСМ накопления. Сейсмические процессы могут привести к активизации селевых процессов весной (апрель – июнь) в период сильного увлажнения пород ПСМ после многоснежной зимы или в случае предшествующих землетрясению сильных или продолжительных дождей.

«Генезис селевых потоков – дождевой или смешанный (дождевой и снеготаяния). Селевые потоки формируются как при выпадении дождей, так и в периоды резкого повышения температуры воздуха и интенсивного снеготаяния или снеготаяния с дождем в весенний (март-май) и осенне-зимний (октябрь-декабрь) периоды. В руслах крупных рек (Мзымта, Пслух, Пслу-шонок, Ачипсе и др.) формируются преимущественно наносоводные сели, но во время сильных ливневых осадков по этим водотокам проходят грязекаменные сели, отложения которых вскрываются по берегам рек. Отложения грязекаменных селевых потоков представлены глыбово-валунным материалом с супесчано-суглинистым заполнителем. В периоды глубоких оттепелей в декабре – апреле образуются водоснежные потоки – снежные сели, отличающиеся высокими скоростями и большой дальностью выброса.»

«Геоботанические и литологические признаки проявления селевых потоков позволяют сделать вывод, что повторяемость селей объемом до 1000 м³ составляет 1 раз в 1–3 года, объемом до 50 тыс. м³ – 1 раз в 5–7 лет, объемом до 100 тыс. м³ – 1 раз в 10–12 лет, объемом более 100 тыс. м³ – 1 раз в 12–15 лет; грязекаменных селей объемом более 1000 тыс. м³ – 1 раз в 30–50 лет.»

1.3 Активизация селевых процессов при техногенном воздействии на селевые комплексы.

Высокая степень активности селевых процессов в бассейне р. Мзымта в целом и на северном макросклоне хр. Аибга в частности требует соблюдения определенных правил во время выполнения строительных работ. Так, складирование отвалов строительных грунтов в селевых бассейнах, а также в

руслах и долинах малых водотоков (в том числе временных) приводит к формированию (или к увеличению) объемов, существующих ПСМ и соответственно к увеличению объемов селей и их повторяемости. Отвалы строительных грунтов, перемещённых при возведении объектов на территории ГЛК “Роза Хутор” (оценочный объем – несколько десятков тысяч куб. м), были складированы в верховья малых водотоков и селевых бассейнов, разгружающихся на автомобильную дорогу, ведущую от Сулимовского ручья вверх по долине р. Пслух. В результате образовались искусственные потенциальные селевые массивы большого объема. «Дожди, прошедшие на территории Горного кластера 19–20 августа 2010 г., привели к массовому формированию грязекаменных селей на селеопасном участке ХХ. Твердую компоненту селей составили строительные грунты. Селевые потоки вышли на полотно автомобильной дороги. Толщина завалов дорожного полотна превышала 2 м. Объем селей достигал 5 тыс. м³, максимальная высота селевой волны (высший селевой горизонт) – 4.5 м, скорость – 8.8 м/с. Ситуация повторялась в сентябре и октябре 2010 г.»

Анализ полученной информации показывает, что преобладающая часть селей образуется под влиянием продолжительных и/или интенсивных осадков. Большое значение имеет влажность почвы и грунта, которая определяется количеством осадков за предыдущие декады. За анализируемый период отметим тенденцию увеличения числа селевых и оползневых явлений с максимумом в 2011 году (22 случая) (рис. 1.9). Как выяснилось, район МО города Сочи наиболее подвержен такого рода явлениям вследствие активного строительства объектов рекреационной и спортивной инфраструктуры. Анализ внутригодовой динамики селевых и оползневых явлений на территории края в 2000–2017 годах показал, что их активизация приходится на апрель (19 случаев) и январь (18); минимум случаев отмечен в ноябре.

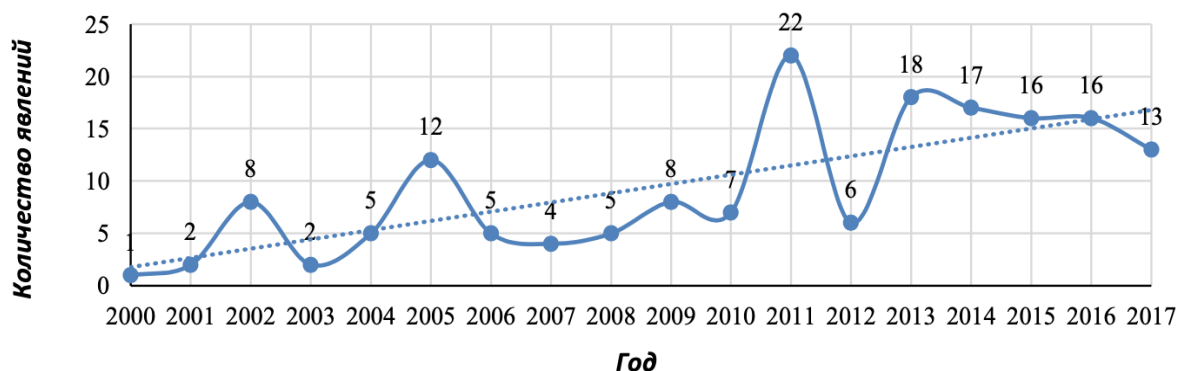


Рис 1.9. Зафиксированные в 2000–2017 годах селевые и оползневые явления на территории Краснодарского края.

Погодно-климатический риск - сочетание вероятности опасного природного явления и последствий наступления неблагоприятного события; он определяется как произведение вероятности конкретной метеорологической опасности на вероятность уязвимости реципиента, который может оказаться подверженным этой опасности; риск выражается в долях единицы или процентах.

Можно говорить о климатическом риске, если на данной территории наблюдаются опасные или неблагоприятные метеорологические явления и существует некий объект (реципиент риска), находящийся под их вероятным воздействием и уязвимый к ним. В качестве реципиента риска может выступать население, территории, отрасли экономики, технические объекты и процессы, экосистемы.

Анализ погодно-климатических рисков направлен на выявление различных видов риска, их количественное определение и прогноз их взаимодействия с антропогенной средой. Данный анализ выполняется в несколько этапов: идентификации риска, количественной оценки риска и прогноза риска, управления рисками.

В общем виде погодно-климатический риск R может быть определен по формуле:

$$R = p * Y, (1)$$

где: p — повторяемость опасного (ОЯ) или неблагоприятного (НГЯ) гидрометеорологического явления;

$$p=n/N, (2)$$

где: n — число ОЯ на данной территории за весь период наблюдений; N — число лет наблюдений;

U — уязвимость некоторого объекта, подвергающегося воздействию опасного природного явления.

В соответствии с определением МГЭИК «уязвимость – это предрасположенность к неблагоприятному воздействию. Понятие уязвимости охватывает разнообразные концепции, включая чувствительность или восприимчивость к ущербу и отсутствие способности справляться с проблемой и адаптироваться. Главными факторами, определяющими уязвимость территорий, являются существующие экологические и социальные условия, а также состояние инфраструктуры. При таком подходе характеристика подверженности объекта включается в величину уязвимости.»

Применяемый в данном документе косвенный метод оценки уязвимости территории к опасным явлениям основан на зависимости уязвимости от степени развития территории, подвергшейся бедствию. Чем более развита экономика, тем больше населения проживает на ней и тем больший ущерб возникает при прохождении через нее ОЯ. Уязвимость также зависит от географических и климатических особенностей территории, формирующих определенные характеристики ОЯ. В соответствии с этим подходом уязвимость может быть выражена следующим образом:

$$U = (s/S) * m * t_{cp} * K, (3)$$

U — уязвимость от ОЯ или НГЯ,

s — средняя площадь воздействия данного явления (кв.км),

S — площадь административной области (кв. км),

m — численность населения административной области (чел),

t_{cp} — время действия ОЯ или НГЯ (сутки),

K — коэффициент агрессивности явления.

На основании проведенной работы можно сделать следующие конкретные выводы.

Из опасных гидрологических явлений (ОГЯ) для территории Черноморского побережья характерны половодья, паводки, заторные и зажорные явления, сели. Несмотря на высокую повторяемость и ежегодный значительный ущерб от опасных гидрологических явлений, их изученность в регионе до сих пор явно недостаточна и не соответствует уровню угроз от ОГЯ. Для анализа распределения и временной изменчивости указанных опасных явлений использованы материалы гидрометеорологических наблюдений на сети гидрологических постов и метеорологических станций Росгидромета, автоматизированных метеорологических и осадкомерных комплексов многолетних (2000– 2018 годы) наблюдений «Территориального центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (ТЦМП ЧС). В настоящее время в среде ведомственной ГИС формируется база данных, всех отмечаемых на территории Краснодарского края опасных гидрологических явлений и сопутствующих гидрометеорологических показателей.

1. «Установлено, что наибольшая повторяемость паводков на территории Черноморского побережья наблюдается в мае-июле (73 случая); максимум приходится на июнь (37 случаев) – в период пика половодья на большей части рек края.»

2. «Наибольший ущерб хозяйству края наносят быстро развивающиеся паводки на горных реках. На реки Черноморского побережья приходится 22 % паводков.»

3. «По данным автоматизированных гидрологических комплексов в 2014–2017 годах уровни рек повышались до отметок ОЯ 90 раз, при этом 47 % случаев наблюдалось в Туапсинском районе и МО городе Сочи. Максимум случаев достижения отметок ОЯ отмечен на правом притоке Мзымты – реке Кепше (19 случаев). Высокая повторяемость достижений отметок ОЯ зафиксирована на реках бассейна Лабы (Синюха, Лаба, Чамлык) – 8–12 случаев.»

4. «В период 2000–2017 годов в регионе в целом отмечена тенденция к росту количества селевых и оползневых явлений. Район МО города Сочи наиболее подвержен явлениям такого рода.»

- «В бассейне р. Мзымта на участке от Обер Хутора до с. Красная Поляна выделено 32 селевых бассейна. Селеносны все постоянные и временные водотоки в бассейне р. Мзымта: Пслух, Пслушонок, Ржаная, Салымовский, Пограничная, Сумасшедшая, Лаура, Ачипсе, Бешенка, Монашка, Чвижепсе, Медовеевка, Краснополянка, Кепша. Кроме того, по самой р. Мзымте проходят несвязные селевые потоки, а на отдельных её участках формируются связные (грязекаменные) сели.»

- «Площадки строительства большинства объектов Олимпийского комплекса в Горном кластере г. Сочи находятся в зоне транзита и аккумуляции отложений грязекаменных селей повторяемостью 1 раз в 3 года или размещены на конусах выноса селей»

- «Объем единовременных выносов грязекаменных селей может превышать 1000 тыс. м³.»

- «С 2010 г. на территории Горного кластера отмечается активное формирование селевых потоков, вызванное антропогенными факторами (главным образом, бесконтрольная строительная деятельность в селевых бассейнах).»

Исследуемая река Мзымта расположена в Адлерском районе г. Сочи (Краснодарский край). Сведения о ранее проведенных гидрометеорологических изысканиях в районе изысканий отсутствуют.

Метеорологические наблюдения проводятся на МС Лаура, Джугба, Сочи, Красная Поляна, Ачишко, основные сведения о которых приведены в таблице 2.1, местоположение указано на рис. 2.1 и 2.2, 2.3.



Рис.2.1. Обзорная схема расположения участка проектируемого строительства и пунктов метеорологических наблюдений.

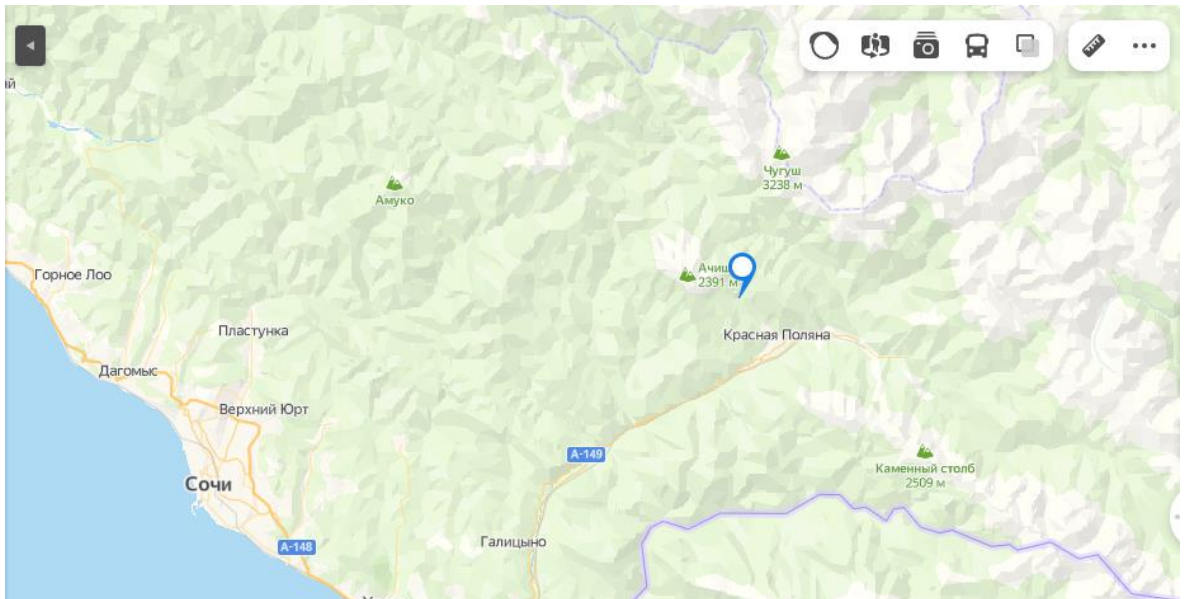


Рис.2.2. Обзорная схема расположения участка проектируемого строительства и пунктов метеорологических наблюдений.

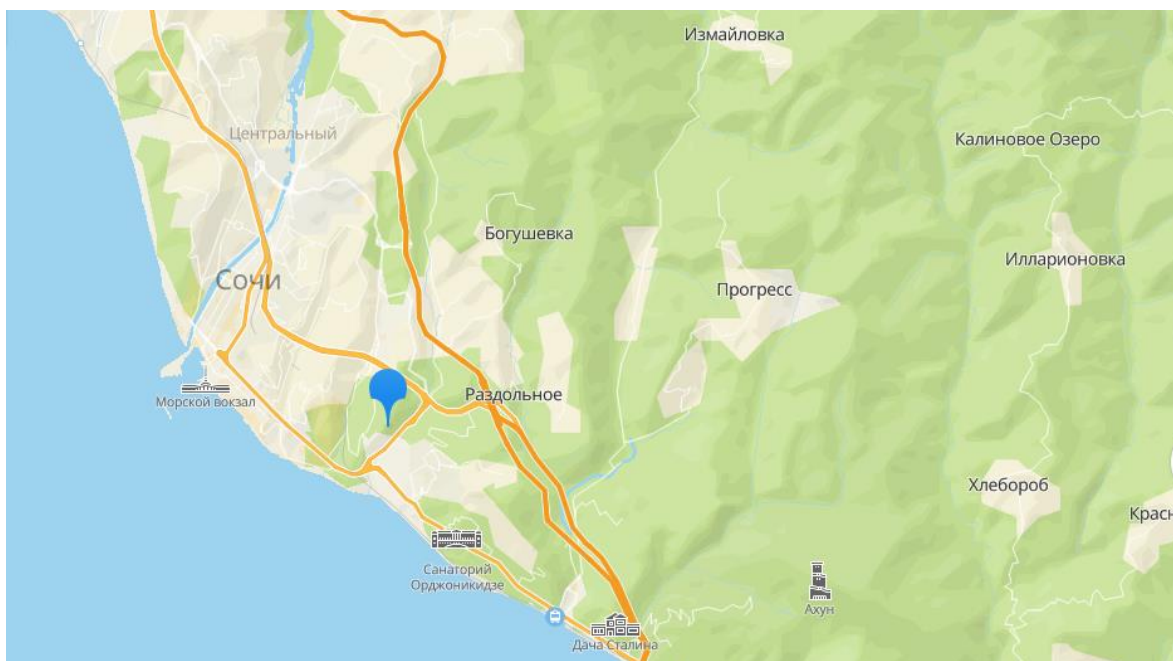


Рис.2.3. Обзорная схема расположения участка проектируемого строительства и пунктов метеорологических наблюдений.

Таблица 2.1. Основные сведения о пунктах метеонаблюдений.

| Метеостанция МС | Высота, м | Местоположение | Период наблюдений |
|--------------------|-----------|--|-------------------|
| Лаура | 574 | 2 км от ее слияния с р. Мзымта | 2011-действ |
| Джуга | 2041 | в самом сердце заповедника, на восточном склоне горы Джуга | 1986-действ |
| МС Сочи | 14 | Г. Сочи Хостинский район | 1897-2008 |
| МС Красная Поляна | 566 | Поселок Красная Поляна | 1900-действ |
| МС Ачишко | 1880 | Пос. Красная Поляна гора Ачишко | 1970-действ |
| Аигба | 2225 | На хребте г. Аигба | 1964-действ |

«В соответствии с п. 4.10 СП 11-103-97 выбор репрезентативных метеорологических станций выполнен с учетом: местоположения станции в однородных физико-географических условиях (рельеф, подстилающая поверхность, увлажнение, состав почв и т.д.); защищенности метеоплощадки, характера застройки окружающей территории, соответствия подстилающей поверхности на метеоплощадке ландшафту окружающей местности; радиуса

репрезентативности станции в отношении того или иного метеорологического элемента.»

Метеорологическую изученность территории проектируемого строительства в соответствии с требованиями СП 11-103-97 можно оценить, как недостаточно изученная, результаты наблюдений могут быть использованы для оценки климатических параметров проектирования.

Ближайшими к участку проектируемого строительства являются пункты гидрологических наблюдений, основные сведения о которых приведены в таблице 2.2, приложении Д, их местоположение указано на рис. 2.4.

Таблица 2.2. Основные сведения о пунктах гидрологических наблюдений.

| № по рис. 2.4 | Река | Пост | Расст. от устья, км | Площадь водосбора, км ² | Период действия | |
|---------------|------------------|-----------------|---------------------|------------------------------------|-----------------|---------|
| | | | | | открыт | закрыт |
| 82377 | Лаура | с. Эсто-Садок | 3,9 | 141 | 1901 | действ. |
| 82060 | Мзымта | с. Казачий Брод | 9,2 | 885 | 1929 | действ. |
| 82046 | Хоста | Р-н Хоста | 0,8 | 96,2 | 1936 | действ. |
| 82034 | Сочи | с. Пластунка | 16 | 296 | 1896 | действ. |
| 82033 | Западный Дагомыс | Дагомыс | 2,6 | 48 | 1926 | действ. |
| 82026 | Шахе | д. Солох-аул | 19,6 | 562 | 1926 | действ. |

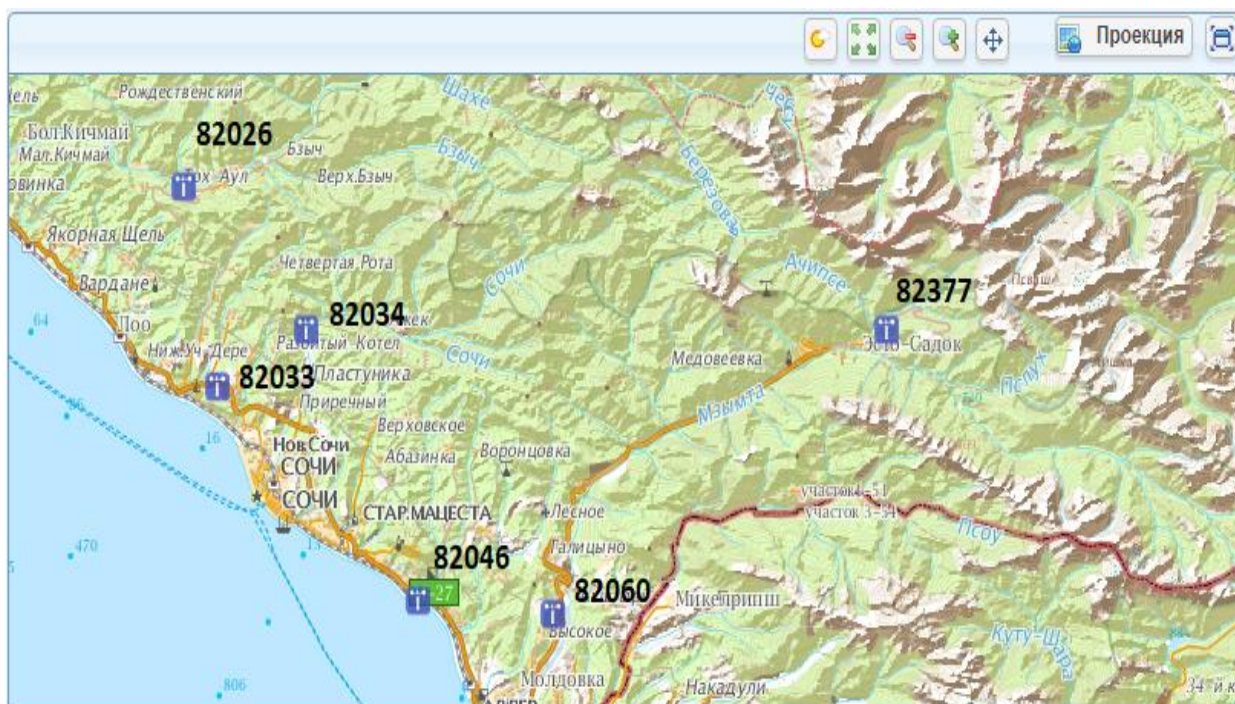


Рисунок 2.4. Схема гидрологической изученности района проектируемых сооружений.

Приведены результаты анализа многолетнего режима осадков на территории Сочинского национального парка, в бассейне реки Мзымты с учетом тренда изменений норм сезонных и годовых сумм осадков.

В рассматриваемом регионе наибольшей длительностью наблюдений обладает метеостанция Сочи (наблюдательная сеть Роскомгидромета) – в приморском кластере, и МС Красная Поляна – в горном. К анализу привлечены как дополнительные данные, полученные на временно открытых постах, так и другие ведомственные материалы (особенно в горном кластере) – исследовательские пункты ФГУ «НИИ Горлесэкол» и Кавказского государственного биосферного природного заповедника (КГБПЗ). Наиболее показательным климатическим параметром, влияющим на туристскую привлекательность, принято количество жидких и твердых осадков, которые изменяются как по территории под влиянием высотной поясности, так и в связи с цикличностью различной длительности. При этом информативным циклом принят гидрологический год, в течение которого происходят основные сезонные

балансовые изменения. Особо важное значение это имеет при сравнении и анализе гидрологического режима рассматриваемой территории. В гидрологии доказано, что все ресурсные изменения по территории привязаны геоморфологически к бассейновому делению различного уровня (начиная от элементарных водосборов и заканчивая бассейнами основных рек).

Таким образом, основные выводы об изменении климата сделаны на базе анализа месячных сумм осадков, в дальнейшем сгруппированных в сезонные и годовые суммы. При этом применен такой методический прием, как установление эмпирических зависимостей показателей смежных станций и постов. Эти связи характеризуют как климатические различия в различных частях региона, так и достоверность измерений в разных условиях.

«Проблеме вертикального распределения осадков в горах посвящено много работ (Иванченко, Панов, 1980; Алибегова, Элизбарашвили, 1980 и др.), где установлено, что выше некоторого "критического" предела их рост сменяется убыванием. На высотах 1800–2500 м отмечаются максимальные для Большого Кавказа годовые суммы осадков – более 3000 мм. По данным В.Д. Панова (1993), на северном склоне в гляциальной зоне на высотах более 2000 м годовые суммы осадков постепенно уменьшаются с запада на восток от 2000–2500 мм в бассейнах рек Белая и Лаба до 1000–1200 мм в бассейнах рек Черек и Урух и до 800–1150 мм в бассейнах рек Самур и Кусарчай. Еще более значительно уменьшение количества осадков в этом направлении на южном склоне. По данным этих авторов, в бассейнах рек Мзымты и Бзыби годовое количество осадков равно по косвенным оценкам 3000–3500 мм, а на востоке в истоках Куры оно не превышает 1000 мм.»

Определение этого предела, или «гребня осадков», для конкретной географической ситуации – непростая задача, решение которой осложняется недостатком прямых измерений. Так, в расчетах, составляющих водного баланса Кавказа (Владимиров и др., 1991) на территории Большого Кавказа повсеместно предполагается увеличение осадков до верхних пределов горных бассейнов. По данным суммарных осадкомеров, пространственное распределение средних

годовых и сезонных сумм осадков в ряде бассейнов имеет стохастический характер (Белая, Маруха, Теберда, Мзымта), находясь не только под влиянием фактора высоты местности в пределах горного бассейна, а и так называемого "барьерного" эффекта, когда изменение осадков происходит по мере приближения к осевой части хребта-барьера. По данным ряда авторов, положение "ребня осадков" совпадает с высотным расположением месячных изотерм 0-3 °С и тем выше, чем больше температура воздуха у поверхности; зимой, когда температура у поверхности ниже 0-3°С, осадки монотонно убывают с высотой.

«А.В. Погореловым (2002) установлено, что на высотный предел роста сумм осадков, кроме температуры воздуха, влияют и другие факторы. В их числе: орографическое замедление движения атмосферных фронтов горной системой с последующим увеличением длительности выпадения осадков; уклоны поверхности; ориентация склонов и долин; степень экранированности горной территории. Это приводит к усилению или ослаблению орографической составляющей осадков на разных высотных уровнях. Абсолютные величины осадков холодного полугодия (ноябрь-март) в известной мере зависят от их сезонного распределения. В пределах Северного Кавказа выделяют следующие типы годового хода осадков» (Иванченко, Панов, 1980):

- 1) летний максимум с зимним минимумом;
- 2) летний максимум с весенним минимумом;
- 3) зимний максимум с весенним минимумом;
- 4) летний и зимний максимумы с весенним и осенним минимумами.

«Средиземноморский тип годового хода осадков характерен почти для всего южного макросклона с влажным климатом вплоть до высокогорной зоны Главного хребта» (Тареева, 1980), в то время как для северного макросклона характерен континентальный режим с летним максимумом осадков.

«Генезис выделяемых типов сезонного режима осадков четко увязывается с доминирующими в холодное полугодие циркуляционными процессами в разных частях Большого Кавказа» (Погорелов, Коливердова, 1998). Многообразие внутригодового режима осадков безусловно увеличивает контрасты в распределении их абсолютных величин в холодное и теплое время года, определяет долю осадков холодного и теплого полугодий. Исследование распределения доли осадков холодного полугодия является важным аспектом выявления их режимных закономерностей, а также условий формирования снежного покрова в регионе. «Доля осадков холодного полугодия (ноябрь-март) в пределах Большого Кавказа варьирует весьма значительно – от 0,09 (Хунзах, Восточный Кавказ) до 0,56 (Ачишхо, Западный Кавказ). Этот показатель весьма зависит от двух факторов: сезонных особенностей циркуляционных процессов в различных частях Большого Кавказа; орографического воздействия на поле осадков».

На территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника получены интересные данные по оценке многолетних изменений метеорологических параметров, которая ранее никогда не производилась. Причиной этому являлось отсутствие репрезентативных рядов наблюдений.

«К настоящему времени по двум метеостанциям («Лаура» и «Джуга») имеются двадцатилетние опубликованные данные, анализ которых осуществлялся посредством линейных трендов» (Животов А.Д., 2008). «Станция комплексного фоновое мониторинга «Лаура» Росгидромета расположена в долине одноименной реки, в 2 км от ее слияния с р. Мзымта с отметкой 574 м над ур. моря. Метеоплощадка м/с «Джуга» находится в альпийской зоне на отметке 2041 м н.у.м. Расположение метеостанции допускает аналоговое распространение ее данных на нижний ярус альпийских лугов (1800–2300 м) практически всего северного макросклона в пределах заповедника». По мнению А.Д. Животова (2008), «наблюдаемые метеорологические характеристики могут быть интерпретированы на долины средних и крупных рек среднегорных районов южного и северного макросклонов Главного Кавказского хребта».

Сравнительный анализ климатических характеристик дубравной и буковой зон Сочинского Причерноморья показал, что «в среднем за 33-летний период параллельных наблюдений (ЛГС «Аибга» и ЛГС «Горский» ФГУ НИИ Горлесэкол) в буковой и дубравной зоне наиболее важной составляющей климата здесь является величина и режим увлажнения как лимитирующие условия произрастания. Между этими характеристиками существует весьма слабая, но прослеживаемая связь для холодного периода, и она практически отсутствует для теплого периода. В среднем за многолетний период зимние осадки в дубравной зоне равны 792 мм, а летние – 744 мм; в буковой зоне – аналогично 1218 мм и 1003 мм. Следовательно, зимой в букняках выпадает на 426 мм, а летом – на 259 мм больше, чем в дубравах дуба скального».

Анализ экспериментальных данных по осадкам в бассейне реки Мзымты.

По материалам экспериментальных наблюдений на сети Роскомгидромета (МС Сочи, МС Красная Поляна, МС Ачишхо и МП кордон Лаура) и ведомственных пунктов наблюдений (ЛГС «Аибга» ФГУ НИИ Горлесэкол и МС Джуга Кавказского ГБПЗ) выполнен анализ на предмет выявления пространственных изменений осадков, а также многолетних трендов осадков на этих станциях. При этом приняты временные периоды: холодный сезон – с ноября по март, и теплый сезон – с апреля по октябрь. Балансовые исследования, проведенные нами, показали, что в холодный период происходит накопление влаги в бассейнах рек и ручьев при минимуме расходов на испарение, а в теплый (или вегетационный) период происходит активное расходование накопленных запасов при максимальном испарении. Указанные границы периодов очень четко подтверждаются температурным ходом для Сочинского Причерноморья: устойчивый переход через $+10^{\circ}\text{C}$ в сторону повышения весной наблюдается в начале апреля, а в сторону понижения осенью – в начале ноября.

Сравнение месячных сумм осадков по двум базовым станциям прибрежного и горного кластеров показало различие их связей для холодного и теплого периодов. Так, «связь месячных сумм осадков по МС Сочи и МС Красная Поляна (имеющих почти 100-летний период наблюдений) за холодный

сезон оценивается уравнением $N_{\text{Красная Поляна}}=0,737 N_{\text{Сочи}}$ при показателе тесноты связи $R^2=0.514$. Это позволяет утверждать, что в приморском кластере осадков в среднем выпадает на $\frac{1}{4}$ меньше, чем в среднегорной зоне на высоте 566 м. За теплый сезон связь между приморским кластером и горным значительно ослабевает, точность зависимости уменьшается до $R^2=0.280$, при этом в Красной Поляне осадков выпадает в 1,2 раза больше, чем в Сочи».

Связь между осадками лесогидрологического стационара «Аибга», находящегося на высоте 600 м над ур. м., «с осадками МС Красная Поляна (высота 566 м) имеет гораздо лучшую тесноту $R^2=0.839$, а уравнение связи за холодный период имеет вид: $N_{\text{Аибга}}=1,2357 N_{\text{Красная Поляна}}$. За теплый период эта связь несколько хуже – $R^2=0.710$, а уравнение связи $N_{\text{Аибга}}=1,127 N_{\text{Красная Поляна}}$ ».

Интересные данные дает анализ осадков высокогорной станции Ачишхо ($H=1880$ м над ур. м.). «В целом за гидрологический год уравнение связи $N_{\text{Красная Поляна}}=0,517 N_{\text{Ачишхо}}+315$ имеет достаточно высокую оценку точности - $R^2=0.7608$. Эта зависимость показывает, что увеличение высоты местности с 566 м до 1880 м увеличивает количество осадков почти в 2 раза».

Сравнение режима осадков среднегорной станции Красная Поляна ($H=566$ м) и высокогорной МС Джуга, находящейся на высоте 2041 м. над ур. м. практически за влагозадерживающим хребтом Ачишхо, показывает уменьшение как сезонных, так и годовых осадков почти в 2 раза. При этом впечатляет уменьшение зимних осадков, которые на таких высотах почти всегда выпадают в виде снега: $N_{\text{Джуга}}=0,3908 N_{\text{Красная Поляна}}$ при $R^2=0.5051$.

Рядом с базовой станцией Красная Поляна был организован пост на кордоне Лаура, находящемся примерно на одинаковой высоте (574 м). Анализ показал почти полное совпадение измеренных осадков с базовой МС: $N_{\text{Лаура}}=1,0445 N_{\text{Красная Поляна}}$ при $R^2=0,956$. В связи с этим является сомнительным целесообразность организации поста, где результаты наблюдений практически совпадают с показаниями базовой МС Красная Поляна.

«Сравнение осадков МС Ачишхо и среднегорной станции Гузерибль (бассейн р. Белой –северный макросклон) показывает различия в осадках почти в 3 раза. При этом четко прослеживается нелинейность зависимости осадков МС Гузерибль и МС Красная Поляна. В связи с этим проведен анализ хронологических графиков годовых и сезонных сумм осадков на всех изучаемых метеостанциях за весь период наблюдений, охватывающий время с 1896–1900 гг. до настоящего времени (Рис. 1–8). Вестник СГУТиКД. 2011. № 3» (17)

Так, на рис. 2.5 представлен хронологический график изменения годовых и сезонных сумм осадков на МС Сочи за период наблюдений 1896–2008 гг. Установлено, что годовые осадки Сочи за многолетний период, имеют разный характер в различные периоды, начиная с 1886 до 2008 гидрологические года. Здесь можно отчетливо выделить три периода:

а) период 1897–1936 гг. – сравнительно небольшие отклонения от средней нормы около 1450 мм и две волны 22-х-летнего цикла;

б) период 1937–1970 гг. – значительно большие отклонения от средней нормы около 1550 мм также с двумя волнами примерно 22–25-летнего цикла;

в) третий период – с 1972 гидр. года по настоящее время – период увеличенного размаха многоводных и маловодных лет вокруг средней величины, которая в этот отрезок составляет примерно 1660 мм.

Все тренды (и линейный, и осредненный за 5-летия) показывают увеличение годовой нормы осадков за последние около 100 лет (Рис. 2.6, 2.7).

Хронологический график сезонных сумм осадков МС Сочи подтверждает сделанные выводы по годовым суммам. Однако есть сезонные отличия: за последние два периода размах колебаний осадков теплого периода значительно увеличился и по отношению к сезонным суммам холодного периода, и по абсолютным значениям (Рис. 2.7).

На рис. 2.8 приведены аналогичные хронологические графики на МС Красная Поляна, где за период с 1901 по 2008 гг. в общем прослеживаются те же закономерности, которые отмечены выше.

Рисунок 2.9 характеризует график изменения сезонных и годовых осадков высокогорной МС Ачишко. Здесь менее выражено увеличение годовых осадков в последний период (с 1970-х гг. до последнего времени). Это связано с меньшим периодом наблюдений (наблюдения начаты в 1929 г., и в 1988 г. станция закрыта), а также с особенностями формирования зимних твердых осадков.

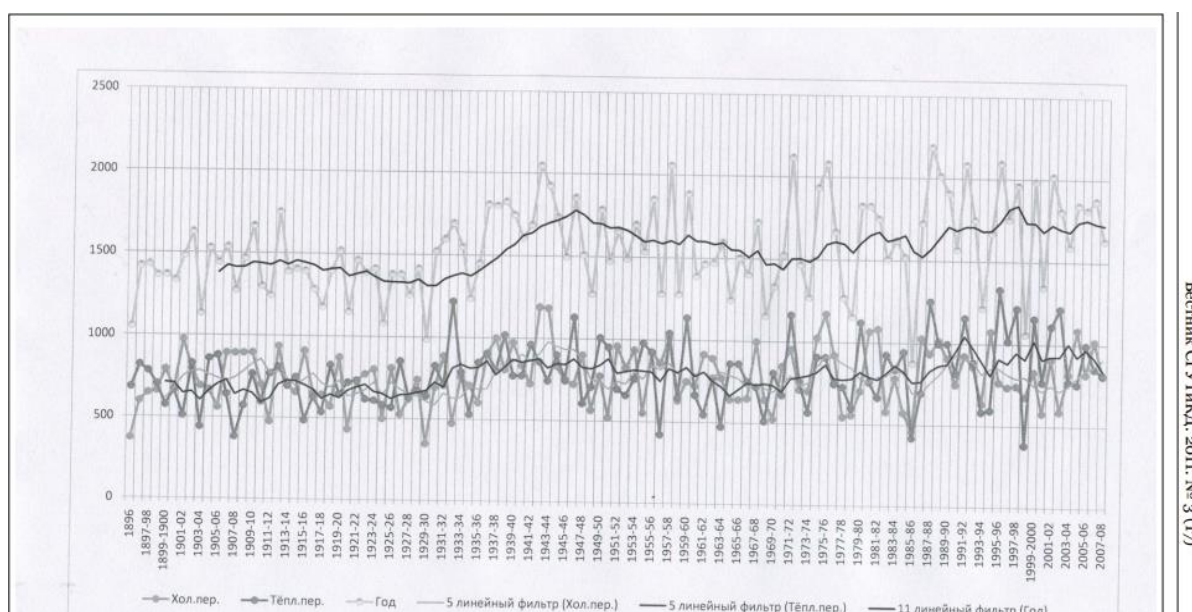
Общий хронологический график годовых сумм осадков, объединенный для МС Красная Поляна, кордон Лаура и МС Джуга, показывает практическое совпадение результатов наблюдений на МС Красная Поляна и на кордоне Лаура. Резко отличаются данные МС Джуга (общее количество осадков меньше примерно в 2 раза, и особенно отмечается увеличение размаха колебаний в последние годы). Однако из-за небольшого периода наблюдений на МС Джуга говорить определенно о различиях в динамике осадков здесь не приходится. Обращает внимание устойчивый тренд увеличения осадков за весь столетний цикл: с 1650 мм в начале XX-го века до 2050 мм – в настоящее время. Следовательно, средний тренд увеличения осадков в горном кластере составляет около 400 мм за столетний цикл, или около 4 мм за год.

Аналогичные выводы подтверждаются материалами исследований на ЛГС «Аибга», где наблюдения проводятся с 1964 года. Наложение данных ЛГС «Аибга» на общий график горного кластера дает полное совпадение линейного тренда за вековой цикл, хотя и проходящий выше линии МС Красная Поляна на 300 мм. Годовые изменения осадков на ЛГС «Аибга» подтверждаются ходом сезонных сумм осадков (Рис. 2.10).

Заканчивается настоящий анализ осреднением наблюденных осадков по смежным метеостанциям бассейна реки Мзымты, расчетом модульных коэффициентов годовых осадков ($K_i = N_i / N_0$), которые в долях от единицы показывают отклонения годовой суммы осадков от их нормы на данной территории. График модульных коэффициентов практически совпадает для анализируемых метеостанций, а тренд – целиком общий для МС.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод о том, что в бассейне реки Мзымты наблюдаются достаточно устойчивые зависимости

месячных, сезонных и годовых осадков в многолетнем разрезе. Закономерным является увеличение осадков прибрежного кластера и горного кластера – практически на 25 % до высот 500–600 м и в 2 и более раз – до высот более 1200 м (альпийская зона). При этом режим выпадения зимних осадков отличается более выровненным ходом, чем осадков теплого сезона. Следует считать доказанным факт увеличения осадков как в приморском кластере, так и в горном кластере (модульные коэффициенты увеличились от $K=0,9$ в 1896 году до $K=1,1$ в 2008 году). Эти выводы касаются всего бассейна реки Мзымты и смежного северного макросклона бассейна реки Белой.



Вестник СВУТМКИ. 2011. № 3 (17)

Рис. 2.5. Хронологический график годовых и сезонных сумм осадков на МС Сочи за период наблюдений 1896-2008 гг.

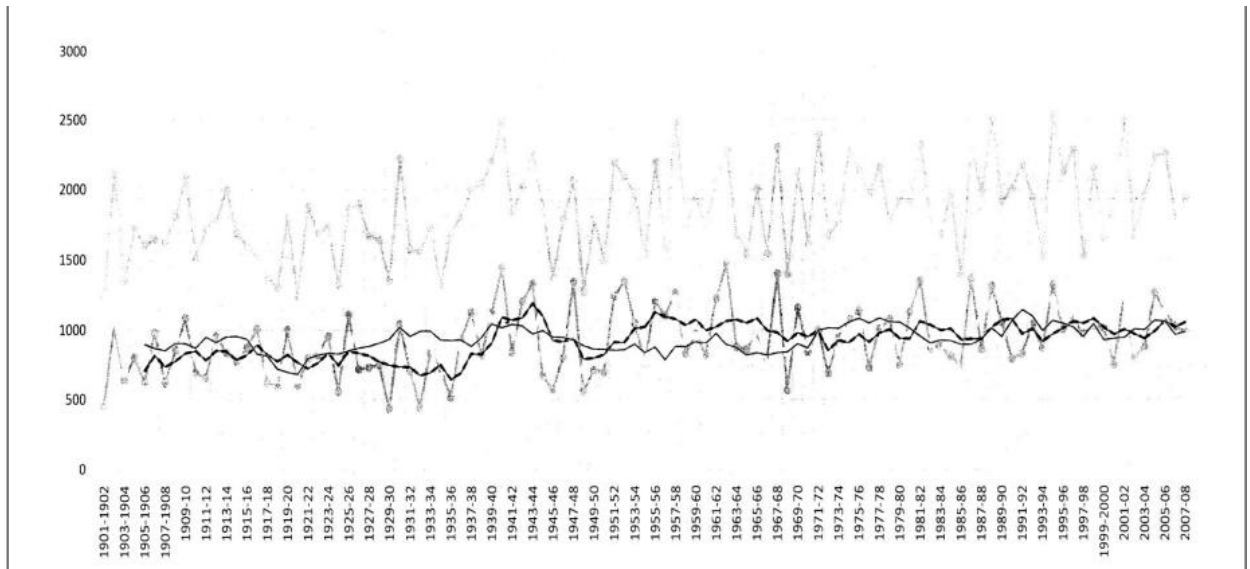


Рис. 2.6. Хронологический график сезонных сезонных и годовых сумм осадков МС Красная Поляна (Н=566 м).

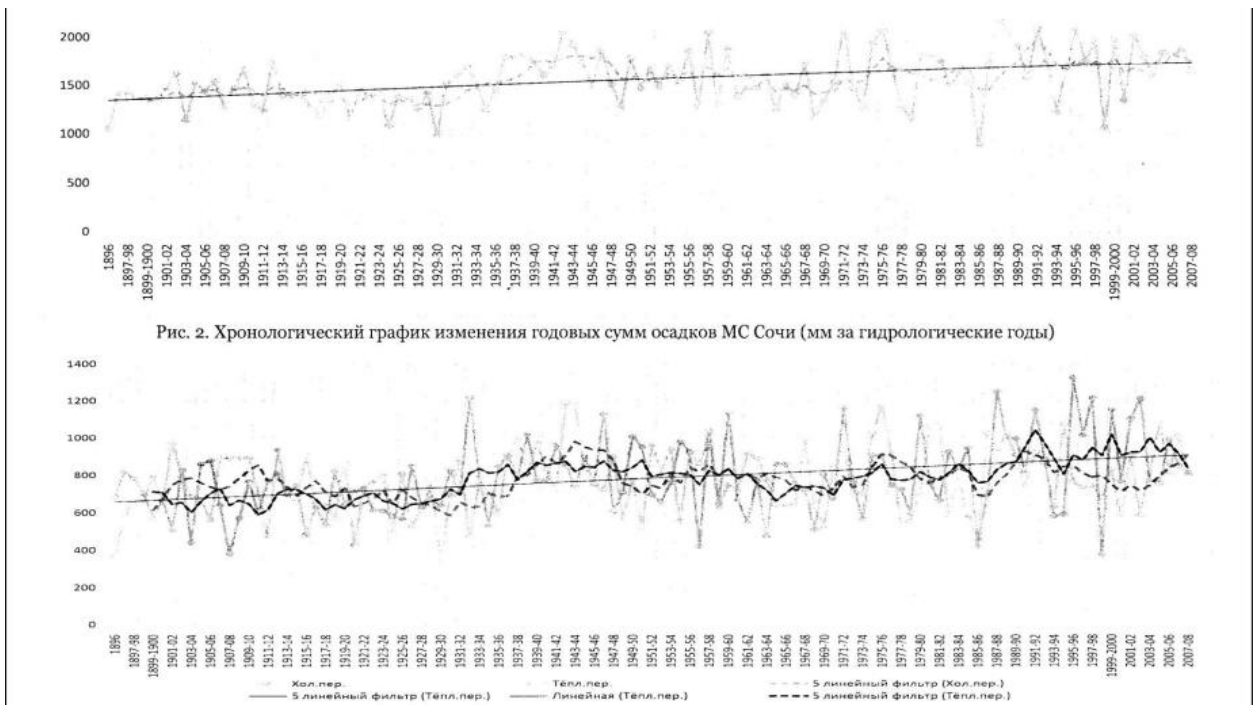


Рис. 2. Хронологический график изменения годовых сумм осадков МС Сочи (мм за гидрологические годы)

Рис. 2.7. Изменение сезонных сумм осадков на МС Сочи (за холодный сезон XI-III и за теплый период IV-X).

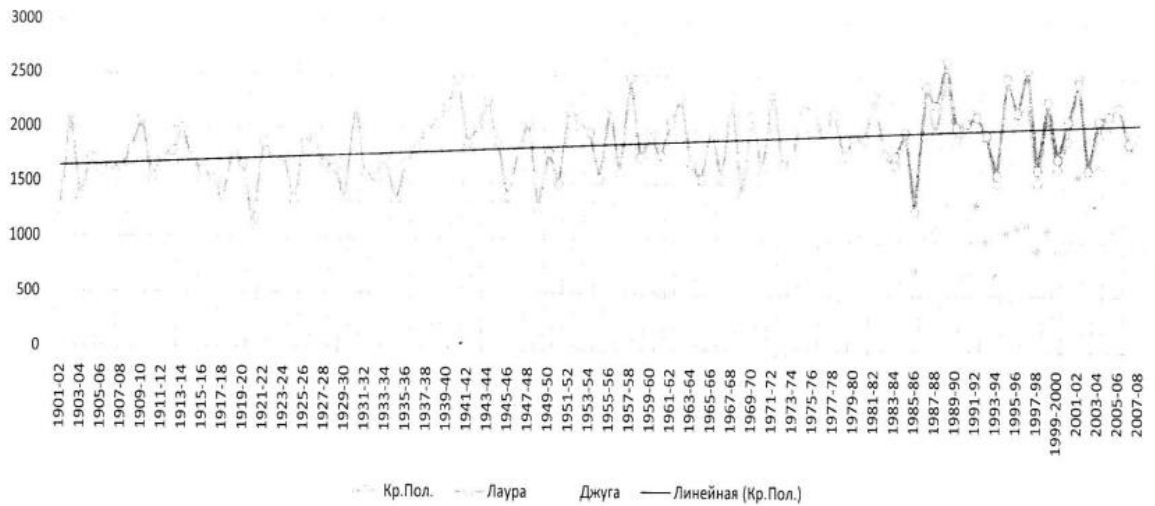


Рис. 6. Хронологический график годовых сумм осадков МС Красная Поляна, кордон Лаура и МС Джуга

Рис. 2.9. Хронологический график годовых сумм годовых сумм осадков МС Красная Поляна, кордон Лаура и МС Джугба.

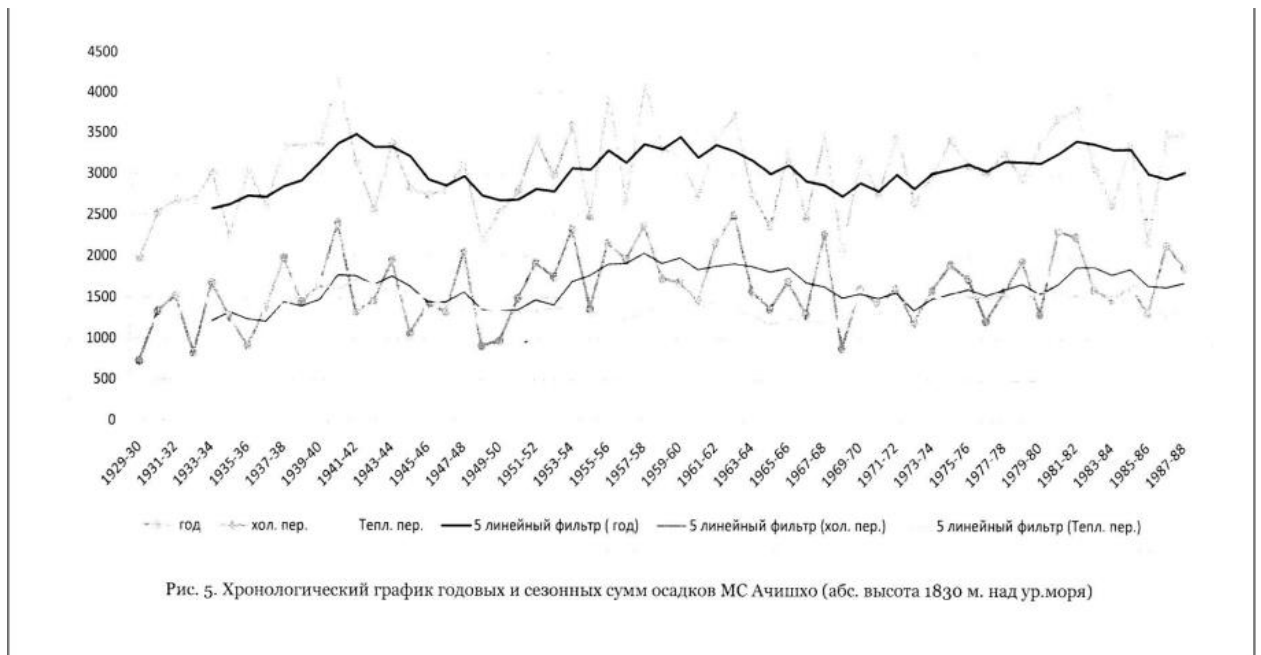


Рис. 5. Хронологический график годовых и сезонных сумм осадков МС Ачишхо (абс. высота 1830 м. над ур. моря)

Рис. 2.8. Хронологический график годовых и сезонных сумм осадков МС Ачишхо (абс. Высота 1830 м. над ур моря).

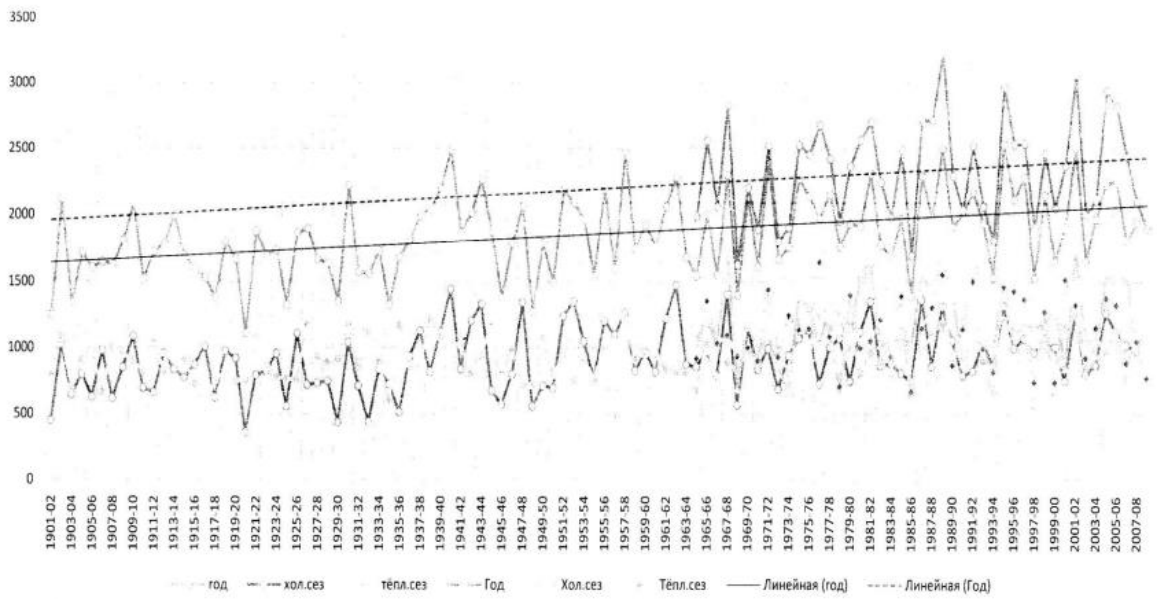


Рис. 7. Хронологический график изменений годовых и сезонных сумм осадков на МС Красная Поляна и ЛГС "Айбга"

Рис. 2.10. Хронологический график изменений годовых и сезонных сумм осадков на МС Красная Поляна и ЛГС «Айбга».

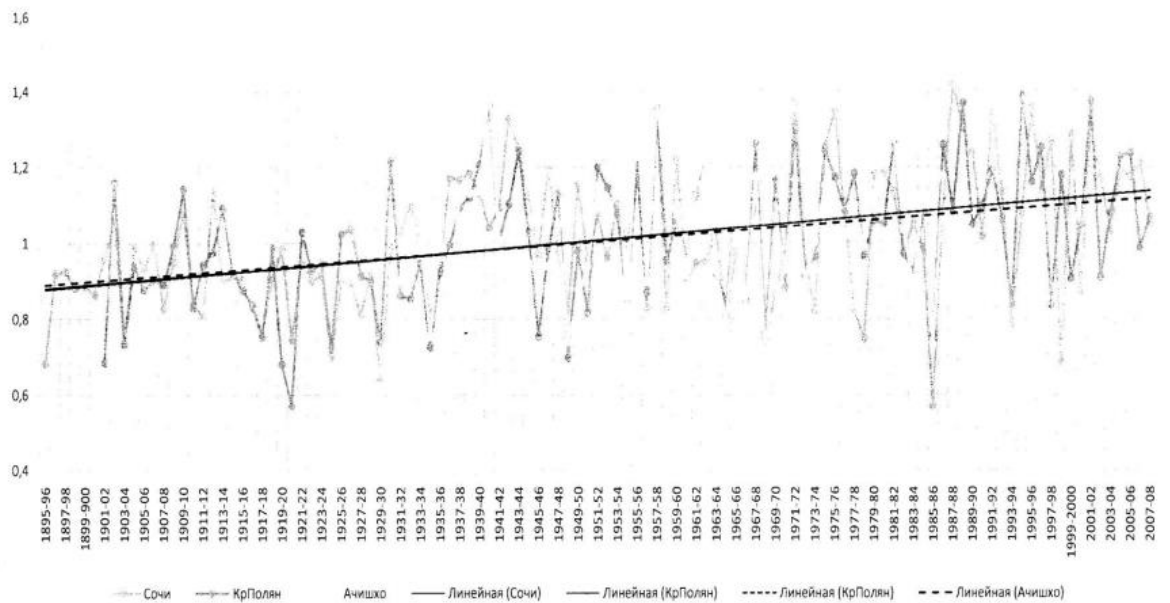


Рис. 2.11. Хронологический график модульных коэффициентов годовых осадков по метеостанциям Сочи (Н=57 м), Красная Поляна (Н=566 м) и Ачишко (1880 м).

2. Перечень и критерии характерных для района опасных гидрологических явлений.

Гидрологическая характеристика речной сети региона Сочи.

«Реки курорта Сочи – важный рекреационный ресурс. Гидрографическая сеть региона образована системой малых рек, впадающих непосредственно в Черное море. Они представляют собой основные транспортные артерии, по которым пресные воды поступают в море. Наиболее характерной чертой гидрографии района является расчленение его на многочисленные мелкие водосборные бассейны при небольшой длине водотоков».

Большинство бассейнов рек характеризуются крутыми склонами. Большая крутизна склонов, высокая вертикальная и горизонтальная расчлененность рельефа способствуют быстрому стеканию талых и дождевых вод в русла рек.

«Реки многоводны, характеризуются большим падением и быстрым течением. Наиболее крупные по площади водосбора, длине и водности реки: Мзымта – длина 89 км, площадь водосбора 885 км²; Шахе – соответственно 59 км и 553 км²; Сочи – 45 км и 296 км²; Аше – 40 км и 279 км². Протяженность рек колеблется от 4 до 90 км, глубина – в пределах от 0,5 до 1,0 м, скорость течений повышены от 0,5 до 2,0 м/с».

В регионе Сочи ряд гидрологических ресурсов отнесены к памятникам природы местного, краевого и республиканского значения. Необходимо отметить, что реки районе наиболее крупные по размерам и водности расположены в юго-восточной, более возвышенной части, где их питание осуществляется за счет таяния ледников.

Реки Черноморского побережья Кавказа имеют, в основном, смешанный характер питания с преобладанием дождевого. Вследствие того, что осадки на побережье выпадают в течение всего года, гидрографы рек района имеют пилообразный вид из-за частых и непродолжительных паводков,

накладывающихся на плавную линию, ограничивающую на гидрографе грунтовое и горно-снеговое питание.

Река Мзымта занимает особое положение в гидрографической сети города Сочи по особенностям гидрологического режима, который выводит эту реку на первое место по запасам подземных пресных питьевых вод.

Форма гидрографа этой реки несколько отличается от гидрографа остальных рек. Причина этого – большая площадь водосбора, включающая в основном высоты более 1000 м. Как следствие, в бассейне река Мзымта накапливается значительное количество снега, в зимние месяцы. В верховьях бассейна расположена группа ледников, которые влияют на режим питания этой реки.

Водный режим реки Мзымта изменяется от истока к устью и определяется с одной стороны обилием выпадающих осадков и таянием снегов, а с другой – большой амплитудой высот водосборной площади. Поэтому верховья реки характеризуются весенне-летним половодьем (пос. Красная Поляна), а нижняя – паводочным режимом (пос. Казачий Брод).

В период летне-осенней межени нередко наблюдаются паводки, вызванные ливнями (летом) и продолжительными обложными дождями (осенью).

«В питании реки основная роль принадлежит дождевым (50-55% стока) и подземным (25-30%) водам. Сезонное снеговое питание составляет 15-20% стока. Поскольку в бассейне р. Мзымта площадь оледенения незначительна, доля ледниковых вод в общем стоке не превышает 0,5%».

«Сходный гидрограф с рекой Мзымта имеет река Шахе – вторая по величине площади водосбора река района. Для нее характерен переходный тип гидрологического режима. В период с апреля по июль на гидрографе р. Шахе прослеживается плавное увеличение стока, сформированное весенним снеготаянием. Однако его амплитуда в годовом распределении стока значительно меньше, чем у р. Мзымта. Зато увеличивается, по сравнению с р. Мзымта, количество и высота дождевых паводков, накладывающихся на

гидрографа. В годовом распределении стока заметно увеличивается объём стока за зимние месяцы, что характерно для большинства менее крупных рек района (р. Сочи, р. Зап. Дагомыс и др.). Но по сравнению с этими реками р. Шахе имеет более плавный гидрограф и гораздо меньший период в году с меженными расходами воды».

Большинство паводков характеризуются кратковременностью и интенсивностью подъёма уровней воды в реках. Пири особенно сильных ливнях в верховьях рек паводки проходят в виде высокого вала воды. Во время прохождения паводков на реках обычно наблюдается карчеход (представляет собой движение в паводок деревьев с кроной и корневой системой и оказывает разрушающее воздействие). Это имеет большие негативные последствия для экономики города, так как паводки сопровождаются большими разрушениями всех объектов, расположенных по берегам рек.

Поэтому, не рекомендуется строить промышленные предприятия, сооружения коммунального хозяйства и рекреационные учреждения близи рек города Сочи. К сожалению, эти рекомендации до сих пор не учитываются в проектировании и застройке города. Так, например, в долине реки Бзугу очистные сооружения, построенные в 70-х годах, в результате паводков ежегодно разрушаются.

Все нечистоты попадают в прибрежную зону моря, и переносятся вдольбереговым течением в зону городских пляжей. Тем самым загрязняются прибрежные воды, создается угроза здоровью местного населения и снижается рекреационный потенциал региона Сочи.

Перечень и критерии гидрометеорологических явлений, сочетания которых образуют ОЯ - комплекс метеорологических явлений (КМЯ):

1. Гололед диаметром более 10 мм или сложное отложение диаметром более 20 мм, или налипание мокрого снега более 20 мм при скорости ветра более 15 м/с
2. Сочетание трех и более явлений:

Сильные дожди с количеством в районе Туапсе-Сочи - 50-119 мм, за период времени не более 12 ч; ливни количеством в районе Туапсе-Сочи - 20-49 мм, за период времени не более 1 ч; град диаметром более 5 мм; ветер при порывах не менее 20-29 м/с; гроза; неблагоприятные паводки; сели малого объема (до 50 тыс. м³).

Гидрологические явления:

1. «Паводок. Фаза водного режима реки, вызываемая дождями или снеготаянием во время оттепелей, которая может многократно повторяться в различные сезоны года, характеризуется интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды до отметок повторяемостью наивысших уровней менее 10 %».

2. «Сель. Сель – стремительный поток большой разрушительной силы, состоящий из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снега, а также прорыва завалов и морен, наносящий ущерб хозяйственным объектам или создающий опасность населённым пунктам».

Критерии опасных уровней воды в реках на территории МО город-курорт Сочи.

| Река - пункт | Явление | Отметка уровня ОЯ (см) |
|-----------------------------------|---------|------------------------|
| Р. Псезуапсе - г/п Тхагапш | Паводок | 420 |
| Р. Куапсе – г/п Мамедова Щель | Паводок | 330 |
| Р. Шахе – г/п Солох-Аул | Паводок | 600 |
| Р. Сочи – г/п Пластунка | Паводок | 650 |
| Р. Сочи – г/п Сочи | Паводок | 360 |
| Р. Хоста – г/п Хоста | Паводок | 300 |
| Р. Мзымта – г/п Красная Поляна | Паводок | 430 |
| Р. Мзымта – г/п Казачий Брод | Паводок | 380 |
| Р. Западный Дагомыс – г/п Дагомыс | Паводок | 570 |

2.1 Пространственно-временные характеристики наводнений на черноморском побережье российской федерации.

На Черноморском побережье РФ в перечень наиболее опасных природных явлений и процессов входят наводнения главным образом стокового и стоково-ливневого генезиса. Их возникновение и развитие сопровождается не только разрушениями и значительным экономическим ущербом, но и человеческими жертвами. Эффективность прогноза, усилий по предотвращению наводнений или уменьшению их масштаба, минимизации связанного с затоплениями ущерба зависит от степени знаний о факторах наводнений, механизмах их возникновения и развития, географической локализации и подверженных их воздействию районах, повторяемости, скорости протекания и многолетней динамике, применяющихся защитных мерах и т.п.

Сведения о случаях с наводнениями и опасными затоплениями, часть из которых были реконструированы, их основных характеристиках, а также разнообразные гидрологические данные составили информационную основу при детальном анализе современной ситуации с наводнениями на Черноморском побережье РФ и ее развития в период с 1945 по 2013 г.

Выявлены основные особенности возникновения и прохождения на черноморских реках паводков и вызванных ими, а также экстремальными ливнями стоковых и стоково-ливневых наводнений; получены важные характеристики таких паводков. Впервые для этой территории построены карты максимально возможного повышения уровня воды в реках над предпаводочной отметкой, а также населенных пунктов, подвергавшихся в прошлом (с разной частотой) затоплениям. Установлены закономерности и причины изменения числа и характеристик наводнений на территории побережья (по муниципальным районам) в течение года и в многолетнем масштабе времени, их пространственной корреляции. Результаты можно использовать для повышения эффективности мер по предупреждению и защите от наводнений.

Пространственные закономерности наводнений.

Случаи наводнений распределены на Черноморском побережье РФ очень неоднородно, несмотря на его сравнительно небольшую протяженность. Наиболее безопасны Темрюкский (без дельты р. Кубань) и Анапский муниципальные образования (МО).

«В Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском МО чаще всего к наводнениям приводят экстремальные дождевые паводки и мощные склоновые потоки. Существенно меньше стоковых наводнений было вызвано снеготалым стоком (подобное происходило в 1981 г. на реках Мезыбь и Вулан, в 2003 и 2013 гг. на р. Мзымта и др.), прорывом завальных озер (в 1968 г. на р. Мзымта) и прудов (в 1977 г. на р. Мзымта) или совместным действием нескольких факторов. Все чаще средства массовой информации сообщают о локальных затоплениях населенных пунктов ливневыми водами и склоновыми потоками. Кроме того, для этой части побережья возможны мощные затопления во время штормовых нагонных накатов. Подобные события отмечены в 1968 г. (в устье р. Дагомыс), в 1992 г. (на участке между Сочи и Адлером), в 2003 и 2009 гг. (в устье р. Мзымта) и др».

В среднем многолетняя повторяемость стоковых и стоково-ливневых затоплений «в Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском МО составляет приблизительно 1 раз в 2,1; 0,9; 0,7 и 0,45 года. Для сравнения в Анапе она составляет 1 раз в 6 лет, а для всего Черноморского побережья РФ — 1 раз в 0,3 года. Больше всего катастрофических наводнений произошло на реках Туапсинского района (4 случая с 1945 по 2013 г.)».

Временные закономерности наводнений.

«Из-за особенностей внутригодового распределения осадков паводки на черноморских реках и Q макс могут фиксироваться неоднократно и в любое время года, но преобладают на реках к северу от р. Туапсе с ноября по март, а к югу — с октября по май. Реки Шахе, Сочи и Псоу отличаются наличием подобия весеннего половодья. Лишь р. Мзымта имеет хорошо выраженное весенне-летнее половодье с марта по август. Тем не менее, несмотря на такое распределение стока, почти 71% всех катастрофических наводнений приходится

на лето и 29% на осень (т.е. 100%), для больших наводнений –52 и 26% соответственно (т.е. 78%). Основная причина такого несоответствия заключается в увеличении экстремальности дождевых осадков в теплое полугодие».

Так, по данным сетевых наблюдений за последние 50 лет в ноябре—апреле отмечено всего 9 случаев дождей с интенсивностью >100 мм/сут. В теплое полугодие подобные ливни отмечались по меньшей мере 46 раз (причем 85% случаев в июне—сентябре). Вообще, именно эти месяцы следует признать самыми опасными по причине наибольшей повторяемости самых опасных наводнений.

Еще одним фактором, вызывающим наводнения, могут быть смерчи, образующиеся в прибрежной зоне, как правило, с июня по октябрь. Внутригодовой ход небольших наводнений и опасных затоплений, наоборот, отражает осредненный водный режим для обеих групп рек побережья — как на север, так и на юг от р. Туапсе. На зиму приходится 30% таких наводнений, на весну — 12%, на лето — 28%, на осень — 30%. К самым безопасным месяцам (по всем типам наводнений) относятся март (3,5%) и апрель (1,5%).

В многолетнем плане прослеживается неявная (нелинейная и статистически незначимая), но все же тенденция к увеличению числа наводнений и, следовательно, вызываемого ими ущерба (рис. 3, а). Главным образом это обусловлено заметным увеличением числа наводнений в период с начала 1970-х гг. до начала XXI в.

Во-первых, это «фиксируемые в регионе климатические изменения [7, 12—13, 15]. Гидрологической реакцией на них стало увеличение стока воды у ряда рек, максимального расхода воды (особенно в последней четверти XX в.) и экстремальности максимального стока. Последнее подтверждается, например, учащением возникновения аномально высокого максимального расхода воды, такого, как в 1980, 1991, 1997, 2002, 2010 и 2012 гг., а также статистически значимым (при $\alpha = 5\%$) нарушением однородности рядов максимального стока по дисперсии у ряда рек».

Доказательством того, что многолетняя динамика числа наводнений обусловлена климатом, кроме того, служит явная согласованность между ней и суммарной (за год) продолжительностью меридионального южного типа циркуляции в Северном полушарии (в типизации Б.Л. Дзердзеевского), характеризующегося усилением роли южных циклонов. В начале 1960-х гг. впервые за 112 лет наблюдений (1899—2012) южные меридиональные процессы превысили свою среднюю величину.

Во-вторых, рост числа экстремальных наводнений может быть следствием крупномасштабной и не всегда продуманной хозяйственной деятельности. К ней следует относить:

- 1) интенсивную и сплошную застройку пойм рек и устьевых конусов выноса, где ранее были расположены только временные сооружения и огороды;
- 2) прекращение (или уменьшение масштаба) в постсоветский период работ по очистке русла и поддержанию защитных дамб;
- 3) расширение землепользования на водосборах, особенно сведение лесов.

Именно с последним фактором ряд исследователей связывают активизацию в XX в. (по сравнению с XIX в.) многих опасных природных явлений – наводнений, селей, обвалов и оползней.

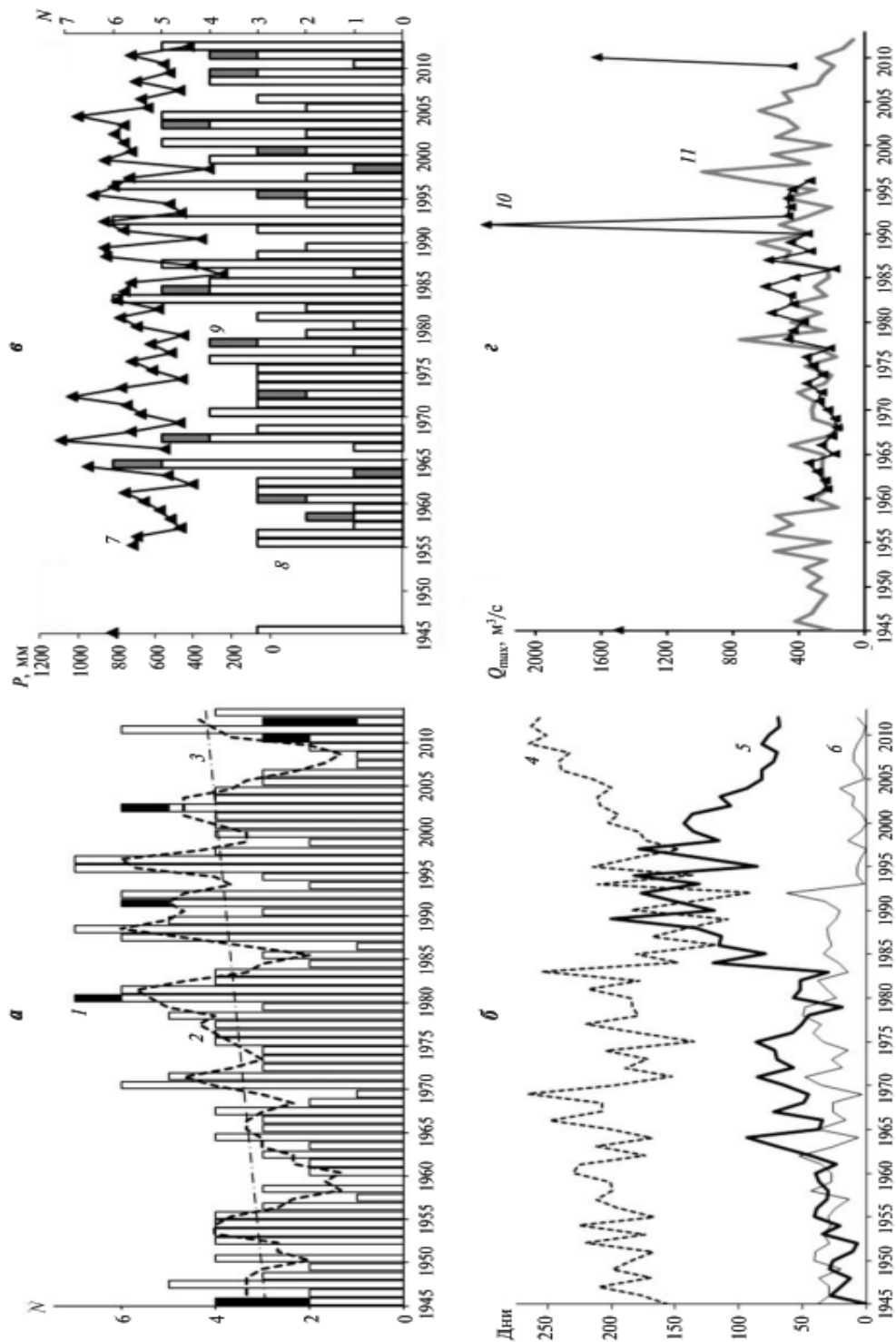


Рис. 2.13. Многолетние изменения повторяемости наводнений на Черноморском побережье Краснодарского края и обуславливающих их гидрометеорологических факторов.

Рис. 3. Многолетние изменения повторяемости наводнений на Черноморском побережье Краснодарского края и обуславливающих их гидрометеорологических факторов: *a* — многолетняя динамика числа наводнений (черное — случай наводнений (среднее по 3-м значениям), *3* — линейный тренд; *b* — суммарная продолжительность за год групп типов циркуляции в Северном полушарии в типизации Б.Л. Дзердзевского (<http://atmosphere-sci.sciatop.ru/datas/>); *4* — меридиональная северная, *5* — меридиональная южная, *6* — зональная; *е* — зональный (за июнь—ноябрь) слой осадков, *8* — число дней в году с интенсивностью выпадения осадков 50–100 мм/сут, *9* — то же >100 мм/сут, *z* — многолетние колебания максимального годового расхода воды; *10* — р. Туапсе, *11* — р. Сочи

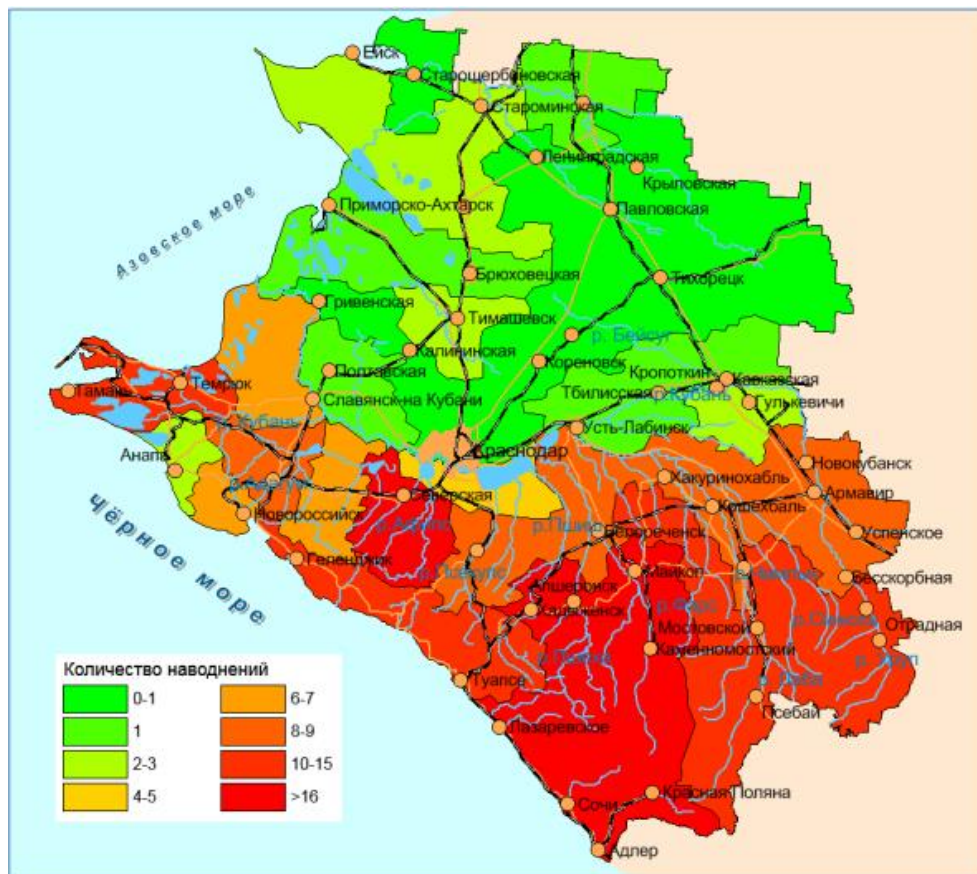


Рис. 2.14. Районирование Краснодарского края по числу наводнений стокового, стоково-заторного и локального ливневого генезиса за период с 1980 по 2015

ГГ.



Рис. 2.15. Вероятность (обеспеченность) возникновения ОЯ (высокие уровни) на водных объектах Черноморского побережья Краснодарского края в окрестностях пунктов наблюдения за водным режимом.

Район распространения типичных селей отмечается в бассейнах рек Шахе, Сочи (высокая опасность), Мзымта (катастрофическая опасность), и Псоу. Здесь распространены грязекаменные сели с крупнообломочным материалом, поступающим преимущественно из оползневых очагов. Причиной селевой активности здесь является большое (до 3000 м/год) количество осадков, выпадающих крайне неравномерно в течение года преимущественно в виде ливней.

«Селевой активности способствуют большие продольные уклоны русел, большее распространение обвально-осыпных, а главное, оползневых отложений. В высокогорной области сели формируются на склонах хребтов Хуко, Чура, Амуко, Игош, Ачишхо, Аибга в верховьях рек Шахе, Сочи, Мзымты и Псоу, а также их притоков (причём с катастрофической степенью опасности) – Бзыч, Ачипсе, Бешенки, Чвежипсе и др».

Наиболее высокая селевая опасность отмечается в долинах Мзымты и её притоков. Она обусловлена как перечисленными выше естественными причинами, так и нерациональной хозяйственной деятельностью в селеопасных участках долин – поймах, а иногда и руслах. Например, совмещенная автомобильно-железная дорога Адлер-Красная Поляна - самый дорогой олимпийский проект стоимостью 240 млрд рублей, проходит непосредственно в русле, а также по пойме р. Мзымты, где периодически возникают сели с подъёмом уровня воды в русле до 6 м. В пойме Мзымты и Ачипсе уже построены гостиничные комплексы на несколько тысяч человек.

Яркий пример – первый олимпийский объект, гостиничный комплекс «Роза Хутор». Его корпуса расположены на низкой пойме Мзымты буквально в 10 метрах от русла. Берег реки укреплён незначительно с помощью каменной отмостки до уровня низкой поймы (2,5 м). Периодически действующие на

Мзымте грязекаменные сели способны разрушить здесь сразу несколько гостиничных корпусов и могут привести к масштабным человеческим жертвам. Кроме этого, в приустьевой части из русла Мзымты в промышленных масштабах отбирается галька для строительства. Это неизбежно приведет к переуглублению русла в нижнем течении и увеличению объёма стока взвешенных, а в особенности влекомых наносов, и лишь усилит разрушительные способности селей.

Выводы:

— «на Черноморском побережье РФ к числу наиболее опасных природных явлений и процессов, безусловно, следует относить наводнения главным образом стокового и стоково-ливневого генезиса, прохождение которых сопровождается не только разрушениями и значительным экономическим ущербом, но и человеческими жертвами, как это было в 1991, 2002, 2010 и 2012 гг. Подобная ситуация объясняется как особенностями размещения объектов экономики и расселения населения на побережье, так и паводочным режимом рек, невероятной быстротой формирования и прохождения экстремальных паводков, значительным и интенсивным повышением уровня воды во время таких паводков, нередкой трансформацией дождевых паводков в селевидные потоки, экстремальностью ливневых осадков и участием мощных склоновых потоков в затоплении и др.»;

— «самыми опасными районами побережья следует признать Новороссийское, Геленджикское, Туапсинское и Сочинское муниципальные образования. Но если в Сочинском МО опасность создается большей частотой наводнений и их распространенностью из-за большего числа и протяженности рек, большей площади территории, большего количества осадков, то в первых трех указанных МО высокая опасность поддерживается большей экстремальностью дождевых паводков, именно здесь отмечено наибольшее число катастрофических наводнений и случаев гибели людей»;

— «чаще всего катастрофические и большие наводнения возникают летом и ранней осенью, тогда как небольшие наводнения в течение года отражают внутригодовое распределение стока и паводков на черноморских реках»;

— «в многолетнем плане ситуация с наводнениями не улучшается, несмотря на принимаемые защитные меры. Особенно заметно увеличилось число наводнений в 1980—1990-х гг. Помимо естественных факторов на ситуацию с экстремальными наводнениями воздействуют некоторые аспекты хозяйственной деятельности на водосборе и затопляемых территориях, а также снижение в 1990-х гг. и до недавнего времени объема и качества работ по расчистке речных русел, ремонту защитных дамб и строительству новых защитных сооружений»;

— «в многолетнем ходе числа наводнений выявлена их цикличность с продолжительностью циклов от 5—7 до 10—12 лет»;

— «учет выявленных закономерностей позволит повысить уровень защищенности территории, объектов и населения не только путем наращивания масштаба инженерных мероприятий, но и благодаря оптимизации их распределения по территории, повышению эффективности системы мониторинга, улучшению прогноза критических гидрометеорологических условий».

3. Оценка повторяемости опасных гидрологических явлений на примере бассейна р. Мзымта.

Активное освоение территории Черноморского побережья Кавказа, особенно в период строительства Олимпийских объектов, привело к росту селевой активности. Рассмотрим «бассейн р. Мзымта, относящийся к району Большого Сочи. Река берет начало на высоте 2440 м на южном склоне Главного Кавказского хребта в районе горы Люоб высотой 2980 м [4]. Длина реки 89 км (относится к малым рекам), площадь водосбора 885 км², средний уклон 27 ‰, средняя высота водосбора 1309 м. На водосборе 53 озера общей площадью 0,68 км², коэффициент озерности 0,08%. Густота речной сети 1,16 км/км²».

«Режим стока р. Мзымта изменяется от 150 м³/с (июнь, декабрь) до 15 м³/с (февраль, август). Для метеопоста в п. Красная Поляна наибольшие расходы 301 м³/с (26 июня 1956 г.), наименьший — 5,48 м³/с (7 февраля 1950 г.)».

«Запас воды в снеге, который формирует поверхностный сток, в Красной Поляне колеблется от 42 до 426 мм, а в Ачишхо — 1626—2610 мм. Распределение стока взвешенных наносов по временам года для р. Мзымта, п. Красная Поляна — зима 15,6%, весна — 44,5%, лето — 26,7%, осень — 13,2%. Количество влекомых наносов на р. Мзымта составляет около 50%».

Река Мзымта причисляется к рекам с весенне-летним половодьем. По увлажнению рассматриваемый район относится к избыточному — коэффициент увлажнения изменяется от 1,35 до 5,0 [5].

«Источники питания р. Мзымта для п. Красная Поляна (площадь водосбора А = 510 км²): снеговая вода 39,1%, ледниковая — 0,1%, дождевая 31,0% и подземные воды 29,8%; для п. Кепш (площадь водосбора Л = 798 км²): — снеговая 30,4%, ледниковая 0,1 % — дождевая 42,2% и подземные — 27,3%».

«Среднегодовой расход р. Мзымта в п. Красная Поляна — 33,5 м³/с, в п. Кепш — 44,4 м³/с. Среднегодовой сток реки Мзымта в п. Красная

Поляна — 1,06 км³, в п. Кепш — 1,40 км³. Модуль стока изменяется от 65,7 л/(с км²) в п. Красная Поляна до 55,6 л/(с км²) в п. Кепш».

В бассейне реки отмечается более 100 селевых русел (рис. 3.1). По генезису потоки делятся примерно поровну на дождевые и смешанные (снегодождевые) сели. Объемы единовременных выносов твердой составляющей 100—100 000 м³. По составу твердой составляющей соотношение следующее: грязекаменные сели 48%; смешанные, переходящие в наносоводные, — 30%; наносоводные — 22%. Повторяемость прохождения селей колеблется в широком диапазоне — от 1 раза в 5 лет до 1 раза в 50 лет.

«Общая длина селевых русел в бассейне составляет 244 км. Из них самое длинное — р. Лаура (20 км), самое короткое — 0,6 км. Средняя длина селевых русел 5 км. Средняя площадь водосборов селевых бассейнов — около 10 км², максимальная — 140 км² (Чвижепсе), минимальная — 0,2 км²».

Мною был выполнен подробный анализ селевой активности в бассейне р. Мзымта. В ходе многочисленных командировок в район строительства спортивных Олимпийских объектов в рамках подготовки города Сочи к играм 2014 г. были исследованы основные селевые русла и бассейны, по результатам которых составлена карта бассейна р. Мзымта (см. рис.3.1) с районированием селеопасных зон, а также территорий, в которых селевая активность не наблюдается или развита незначительно.

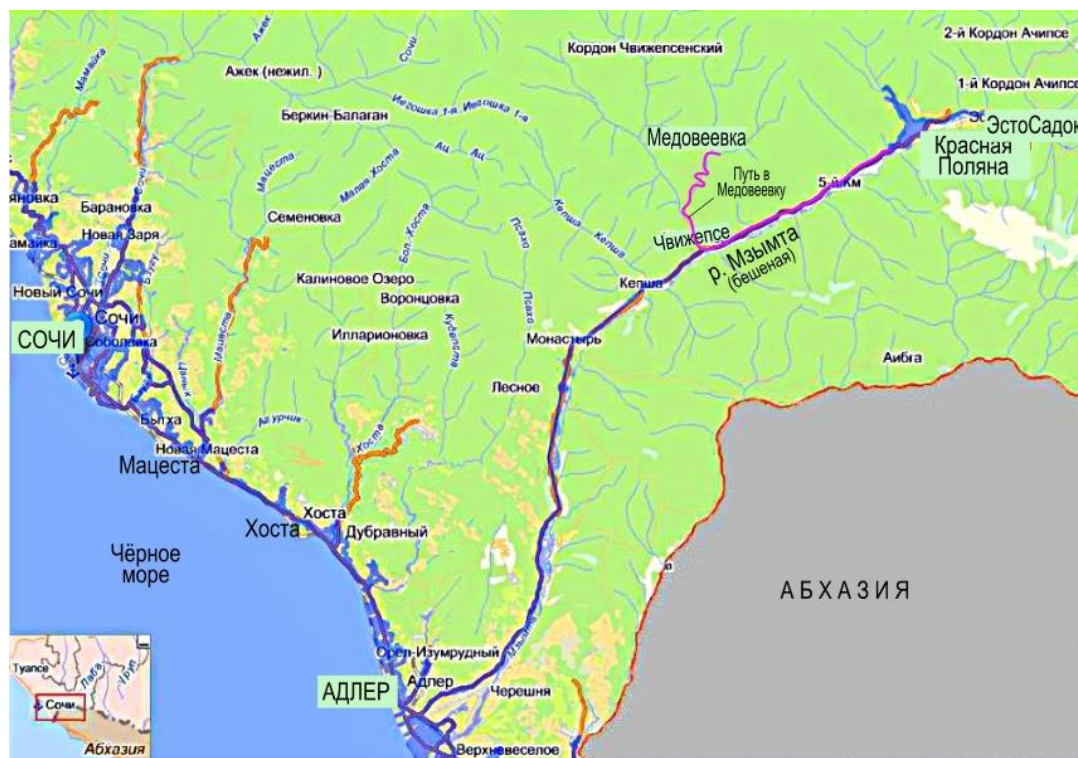


Рис. 3.1. Карта бассейна р. Мзымта.

Бассейн реки был разбит на 14 районов — 9 селеопасных и 5 — с незначительными проявлениями или отсутствием селевой активности.

— «Район I простирается на 26 км от устья р. Мзымта (от поселка Красная скала) до побережья Черного моря; площадь района 91,2 км² (высокая степень освоенности и заселенности); водотоки характеризуются низкой энергией потоков, а также малыми уклонами тальвега и склонов».

— «Бассейн р. Берючка (район III) находится между двумя горными хребтами, берет начало в горах Алитиповского хребта на высоте 1120 м и впадает справа в р. Чвижепсе на высоте 331 м; длина реки 7,8 км, средний уклон 101 %, площадь водосбора 20,3 км²; склоны густо залесенные (бук, пихта, каштан, граб); в притоках наблюдается линейная эрозия склонов».

— «Район V общей площадью 15,0 км²; в него входят ручей Девичьи слезы и пять безымянных ручьев, средняя протяженность которых 2,0 км; склоны пологие и густо залесенные, перепад высотных отметок — до 300 м; селевая активность не наблюдается».

— «Левобережный район (X) общей площадью 23,9 км²; в него входят три русла длиной от 3,4 до 5,5 км, впадающие слева в р. Мзымта на отметках от 413 до 505 м, наивысшая точка 1523 м; склоны покрыты лесом (преимущественно пихтой и буком)».

— «Район XIII простирается на правобережной и левобережной частях бассейна р. Мзымта общей площадью 71,2 км²; левобережные притоки берут начало в районе хребта Аибга на высоте от 1760 до 2010 м, а истоки правобережных русел находятся на склонах хребта Аишхо на высоте 1500—2400 м».

1. Левобережные притоки нижнего течения р. Мзымта (VI).

Площадь района составляет 58,6 км², длина русел колеблется от 3,4 до 7,8 км. Средние уклоны русел 150—300‰. В рассматриваемом районе расположены следующие левобережные притоки р. Мзымта:

— река Кеша; длина селевого русла 7,8 км, площадь бассейна 16,0 км², возможно образование грязекаменных и наносоводных селевых потоков, выделяются три зоны формирования селей (два очага в верхних притоках и один — в правобережном притоке); зона отложения селевой массы достигает русла р. Мзымта;

— река Пихтинка; длина селевого русла 3,7 км, площадь бассейна 5,8 км², возможно образование наносоводных селевых потоков, выявлен один селевой очаг (в верхнем течении);

— река Галион 3-й; длина селевого русла 3,7 км, площадь бассейна 6,3 км², возможно образование грязекаменных и наносоводных селевых потоков, отмечен один селевой очаг в истоке реки;

— река Галион 2-й; длина селевого русла 7,1 км, площадь бассейна 13,0 км²; возможно образование наносоводных селевых потоков, в бассейне отмечены две зоны формирования селей (притоки верхнего течения);

— река Галион 1-й; длина селевого русла 6,4 км, площадь бассейна 7,8 км²; возможно образование наносоводных селевых потоков; существуют три селевых очага (два в верхних притоках и один в нижнелевобережном притоке).

Перечисленные реки являются типичными горными потоками, обладающими нерегулярным режимом стока и мощной энергией потока, обусловленной большими уклонами русла и склонов, высокими динамическими характеристиками рек.

2. Район бассейна реки Монашка (VII)

Река Монашка является правобережным притоком р. Мзымта, берет начало на южной части хребта Ачишхо, на высоте 1350 м, длина русла 5,8 км, площадь бассейна 10,2 км², средняя высота водосбора 1050 м, средний уклон русла 206%, средний уклон водосбора 361 ‰, залесенность бассейна 87% (бук, каштан), максимальный расход $Q_{х\%}$ — 77,2 м³/с.

Район VII характеризуется большой вероятностью прохождения грязекаменных и наносоводных селевых потоков; наблюдаются следы бурной эрозионной деятельности в русле и в притоках реки, обнаружен один очаг формирования селевых потоков (исток реки, высота 1100—1400 м).

3. Бассейн реки Бешенка в районе п. Красная Поляна (VIII)

Район VIII характеризуется резко расчленённым рельефом, отмечаются крутые перепады высотных отметок (до 900 м), преобладают отвесные и крутые склоны, площадь района 32,4 км².

Река Бешенка (р-н п. Красная Поляна) является левобережным притоком р. Мзымта и впадает в нее на 42-м км от устья. Исток находится на отметке 1650 м, на южном склоне хребта Ачишхо; площадь бассейна 17,3 км², длина русла 7,6 км, средняя высота водосбора 1135 м, средний уклон русла 162%, средний уклон водосбора 493%, залесенность 81% (каштан, дуб, бук), максимальные расходы $Q = 95,7$ м³/с.

В бассейне выявлены четыре селевых очага (один в истоке реки и три — в верховьях левобережных притоков). Существует вероятность образования грязекаменных и наносоводных селевых потоков; повторяемость селей — 1 раз в 25—50 лет. В зоне опасности находятся пос. Красная Поляна, автомобильная дорога Адлер — Красная Поляна, туристические базы.

4. Бассейн реки Ачипсе (IX)

Район IX обладает площадью 145,7 км², границы его совпадают с границами бассейна р. Ачипсе.

Река Ачипсе берет начало на южных склонах Главного Кавказского хребта (высота 2290 м) и северных склонах хребта Ачишхо (высота 1935 м); является правобережным притоком р. Мзымта и впадает в нее в районе п. Эсто-Садок (рис. 3.2). Площадь бассейна 145,7 км², длина селевых русел — от 3 до 22,5 км. Длина реки 17,0 км, средний уклон русла 89‰, лесистость 97% (пихта, бук).

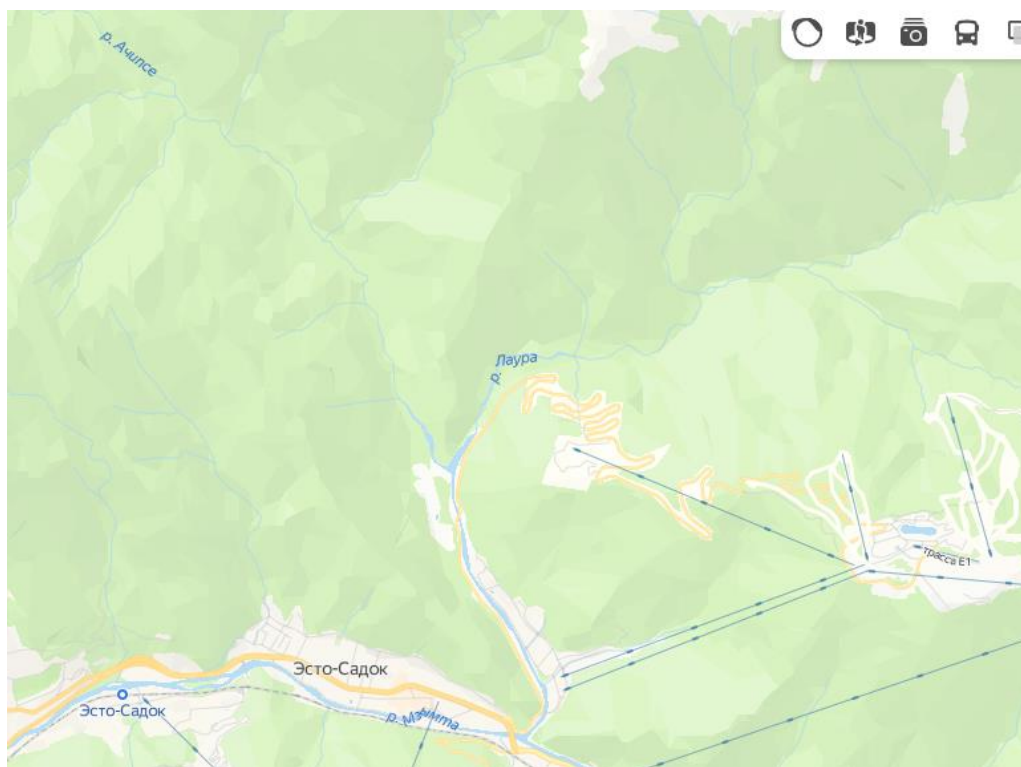


Рис. 3.2. Река Ачипсе - правобережный приток р. Мзымта и впадает в нее в районе п. Эсто-Садок.

Река Лаура служит левобережным притоком р. Ачипсе и впадает в нее на расстоянии 3 км от устья, берет начало на южных склонах хребтов Ассара и Дзитаку на высоте 2410 м, площадь водосбора 60,3 км². Левобережным притоком р. Лаура является р. Бзерпия.

Исток р. Бзерпия находится на хребте Левое Псеашхо в урочище Медвежьи Ворота на высоте 2140 м. Река Бзерпия впадает в р. Лаура на расстоянии 4,1 км от устья на высоте 658 м, длина реки 7,2 км, средний уклон водотока 196‰, площадь бассейна 12,4 км², средняя высота водосбора 1250 м, средний уклон

водосбора 350%, лесистость 98% (бук, пихта), максимальные расходы $Q_{10\%} = 70,9 \text{ м}^3/\text{с}$, $Q_{010\%} = 42,5 \text{ м}^3/\text{с}$.

Наблюдается угроза восточной части п. Эсто-Садок, а также автомобильной дороге и мосту через р. Ачипсе.

Анализ полученной информации показывает, что преобладающая часть селей образуется под влиянием продолжительных и/или интенсивных осадков. Большое значение имеет влажность почвы и грунта, которая определяется количеством осадков за предыдущие декады.

За анализируемый период отметим тенденцию увеличения числа селевых и оползневых явлений с максимумом в 2011 году (22 случая). Район МО города Сочи наиболее подвержен такого рода явлениям вследствие активного строительства объектов рекреационной и спортивной инфраструктуры. Анализ внутригодовой динамики селевых и оползневых явлений на территории края в 2000-2017 годах показал, что их активизация приходится на апрель (19 случаев) и январь (18); минимум случаев отмечен в ноябре (7).

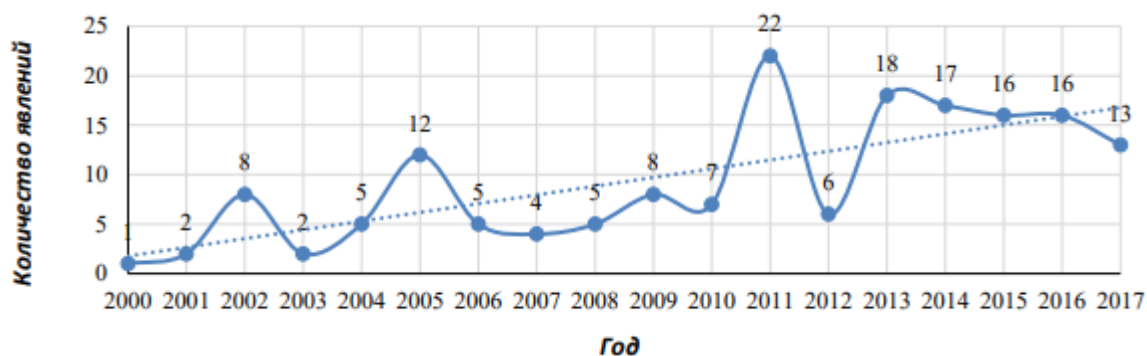


Рис. 3.3. Зафиксированные в 2000-2017 годах селевые и оползневые явления на территории Краснодарского края.

Частое выпадение дождей, значительные уклоны рек и склонов способствуют быстрому формированию паводков, продолжительность которых определяется продолжительностью выпадающих осадков и времени добегающих дождевых вод до замыкающего створа. Число паводков в году велико и растёт

также в направлении с северо-запада на юго-восток от 8-10 (в среднем за многолетний период наблюдений) на реках в районе Новороссийска до 16 – на р. Туапсе и до 29 – на р. Сочи.

Таблица 3.1. Критические уровни воды H и соответствующие им расходы воды Q на некоторых реках Сочинского Причерноморья (по данным Алексеевского и др., 2016)

| Река – пост | Отметки выхода воды на пойму | | Отметки неблагоприятного явления | | Отметки опасного явления | | Период наблюдений, годы |
|--------------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | H , см | Q , м ³ /с | H , см | Q , м ³ /с | H , см | Q , м ³ /с | |
| Р.Туапсе – Мамедова Щель | 300 | 55 | 310 | 65 | 330 | 85 | 2005–2010 |
| Р.Шахе – с.Солох-Аул | 520 | 380 | 580 | 600 | 600 | 650–680 | 1964–2010 |
| Р.Сочи – с.Пластунка | 540 | 240 | 600 | 480 | 650 | 640 | 2003–2010 |
| Р.Сочи – г.Сочи | 300 | 320 | 330 | 500 | 360 | 650 | 2002–2012 |
| Р.Мзымта – Казачий Брод | 300 | 330 | 340 | 460 | 380 | 600–620 | 2000–2012 |

Паводки характеризуются в большинстве своём кратковременностью и большой интенсивностью подъёма уровней воды в реках. При особенно сильных ливнях в верховьях рек паводки проходят в виде высокого вала воды.

Характерный для побережья зимний максимум осадков выражен на участке Туапсе-Адлер, вверх по долинам рек и на склонах, обращенных к югу в сторону влагонесущих юго-западных потоков. Зимний максимум осадков в 2 раза превышает летний. Продолжительность дождливых периодов в среднем составляет от шести до семи дней.

С высотой местности растёт слой стока. Горные реки получают смешанное питание, с преобладанием снегового и ледникового стока. Талая составляющая

в стоке этих рек достигает 35–45 %, доля дождевого около 20–30 %. Реки среднегорья тоже получают смешанное питание, но с преобладанием дождевого стока (45–65 %), доля снеговых вод в этих реках не превышает 15–25 %, Малые реки низменности в основном питаются дождевыми водами (70–85 %). В стоке малых горных рек существенную роль могут играть снеговые воды.

Максимальный сток на основных реках Сочинского Причерноморья.

Характеристика максимального стока важна как на уровне склонового стока, так и на уровне руслового стока рек. Первая фаза образования склонового стока тесно связана с плоскостной эрозией почвы на горных склонах, где основную защитную роль выполняет растительность, а также водно-физические свойства почв. В этом случае необходимо анализировать влияние хозяйственной деятельности на водосборах. Сведения о максимальных расходах воды на реках региона приведены в Гидрологических ежегодниках за каждый год. Далее приведен анализ некоторых гидрометрических постов на реках Сочинского Причерноморья (р. Мзымта и р. Шахе). В таблице 2 приведены статистические характеристики максимального годового стока по этим рекам. Ниже приведены хронологические графики максимальных и минимальных расходов воды, а также максимальных слоев стока за паводок на основных реках Сочинского Причерноморья, имеющих длительные ряды наблюдений за стоком. Наиболее длительный ряд наблюдений имеет гидрометрический пост на р. Сочи у с. Пластунка – более 80 лет. На хронологическом графике максимумов стока этой реки отчетливо прослеживается положительный тренд максимальных расходов воды – в среднем увеличении за период наблюдений на 54%.

Таблица 3. 2. Статистические характеристики максимальных расходов воды за гидрологические годы на реках Сочинского Причерноморья.

| Норма максим. расходов м ³ /с | Модульные коэффициенты максимумов, обеспеченных на P % | | | | | | | Коэффициенты | |
|---|---|-----|------|------|------|------|------|------------------------------|--------------------------------|
| | 3.0 | 5.0 | 10.0 | 50.0 | 90.0 | 95.5 | 97.0 | вариации C _v % | асимметрии C _s % |
| <i>1. р. Мзымта – пос. Красная Поляна (F= 510 км²)</i> | | | | | | | | | |
| 175 | 1.8 | 1.7 | 1.6 | 0.9 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 32.7 | 36.7 |
| <i>2. р. Мзымта – пос. Кепи (F= 798 км²)</i> | | | | | | | | | |
| 272 | 2.4 | 1.9 | 1.5 | 0.9 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 45.6 | 74.2 |
| <i>3. р. Шахе – с. Солох-Аул F= (423 км²)</i> | | | | | | | | | |
| 268 | 1.7 | 1.6 | 1.3 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 44.6 | 177.3 |

Заключение.

Краснодарское Причерноморье – один из наиболее уязвимых районов страны в отношении опасности от наводнений. По распространенности, повторяемости и величине ущерба здесь доминируют стоковые и стоково-ливневые наводнения. На побережьях и в устьях рек наводнения могут вызывать ветровые нагоны и штормовые накаты, совместное взаимодействие речных и морских вод.

По размеру следует выделять наводнения небольшие, умеренно опасные, большие, катастрофические и выдающиеся стокового и смешанного генезиса. Вероятность их возникновения – соответственно ~20, ~10, ~4–5, ~2–2.5 и <1%. Ущерб от них (для всей зоны воздействия) варьируют от нескольких десятков тысяч до десятков миллионов и даже до нескольких сотен миллионов долларов США. Ежегодные экономический и социальный риски от наводнений стокового и смешанного генезиса могут быть оценены для всего Краснодарского Причерноморья в ~13.3 млн долл. и 2 человека.

Не все районы побережья одинаково опасны и подвержены речным наводнениям. Самыми опасными следует признать Новороссийское, Геленджикское, Туапсинское и Сочинское МО. Во время мощных паводков может затопляться практически все днище речной долины, поэтому вся эта территория – зона значительных рисков для природопользования. Основную и опасную трансформацию паводочная волна претерпевает на самом нижнем участке и в устье, где обычно располагаются населенный пункт, основные хозяйственные объекты.

Чаще всего катастрофические и большие наводнения возникают летом и ранней осенью, тогда как возникновение небольших и умеренно опасных наводнений отражает внутригодовое распределение стока и паводков на черноморских реках. Среднеголетняя повторяемость наводнений стокового и смешанного генезиса составляет для всего побережья ~1 раз в 0.3 года. В многолетнем плане прослеживается хоть и неявная, но все же тенденция

увеличения числа наводнений и, следовательно, вызываемого ими ущерба. Кроме того, число наводнений в регионе изменяется циклически с продолжительностью циклов от 6–7 до 10–12 лет. Учет выявленных закономерностей позволит повысить уровень защищенности территории, объектов и населения в краснодарском Причерноморье не только путем увеличения масштабов инженерных мероприятий, но и благодаря оптимальному распределению их по территории и объектам, изменению их структуры; повышению эффективности систем мониторинга, прогноза критических гидрометеорологических условий и раннего предупреждения.

В связи с участвовавшими в регионе катастрофическими паводками оценка максимального стока на реках Сочинского Причерноморья является важной задачей. При хозяйственном освоении территории необходима разработка современных проектных передержках, учитывающих рост максимального стока, связанный как с изменением климатических условий в регионе, так и состояния поверхности водосборов рек. В современных условиях критическими могут быть не только катастрофические паводки, но минимальный сток рек, оказывающий влияние на водообеспечение развивающегося региона. Здесь также решающими могут быть условия хозяйственного использования территории основных рек региона.

Список литературы

Источники:

1. Физическая география Краснодарского края. [Текст] // Учебное пособие. Под ред. А.В. Погорелова. Кубанский гос. Университет, Краснодар, 2000г., 187 с.
2. Почвы Краснодарского края, их использование и охрана. [Текст] // Под ред. Валькова В.Ф. Изд-во СКНЦ ВШ, 1995, 193 с.
3. Борисов В. И. Реки Кубани. [Текст] // Краснодарское книжное изд-во, 1978
4. Экономическая география Краснодарского края. [Текст] // Учебное пособие. Под ред. В.И. Чистякова. Краснодар, 2000
5. Российский гидрометеорологический энциклопедический словарь. [Текст] // Т. 1-3. Под ред. А.И. Бедрицкого. СПб, изд-во «Летний сад», 2009
6. РД 52.04.563 –2013. РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ: Инструкция по подготовке и передаче штормовых сообщений наблюдательными подразделениями. [Текст] Санкт- Петербург, 2013. 53 с.
7. Шерстюков Б.Г. Изменения, изменчивость и колебания климата. [Текст] Изд. ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», Обнинск 2011, 293с.
8. Шерстюков Б.Г. Инерционность изменений температуры в приповерхностном слое [Текст] // Метеорология и гидрология. No 4, 2017. С.5-17.
9. Кобышева Н.В., Акентьева Е.М., Галюк Л.П. Климатические риски и адаптация к изменениям и изменчивости климата в технической сфере. [Текст] – Санкт-Петербург, «Издательство Кириллица». 2015. – 216 с.
10. Геращенко И.Н. Анализ географических особенностей и термического режима рек Российского Причерноморья: [Текст] дис. канд. геогр. наук. Белгород: БелГУ, 2002.

11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрографические описания рек, озер и водохранилищ. Закавказье и Дагестан. Западное Закавказье. [Текст] Л.: Гидрометеиздат, 1974. Вып. 1. Т. 9. 424 с.

12. Хмаладзе Г.Н. Выносы наносов реками Черноморского побережья Кавказа. [Текст] – Л.: Гидрометеиздат, 1978. 168 с.

Электронные источники:

13. Действующие гидрологические посты сети Росгидромета [Электронный ресурс] (RU_RIHMI-WDC_2665) (esimo.ru)

14. The Global Risks Report 2017, [Электронный ресурс] 12th Edition ISBN: 978-1-944835-07-1 REF: 050117 The report and an interactive data platform are available at <http://wef.ch/risks2017>

15. Пятый оценочный доклад МГЭИК: Изменение климата, [Электронный ресурс] 2014г., 163 с. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_ru.pdf

16. «Второй оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации». [Электронный ресурс] -М: Росгидромет. -2014, 1008с. http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/htm/1.htm

17. Электронный сборник "Регионы России. Социально-экономические показатели", [Электронный ресурс] 2016г., http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_14p/Main.htm

Приложение А

Таблица 4. Сели в бассейнах р.р. Мзымта, Сочинка, Кепша в 1978–2010 гг.

| Адрес | Дата схода | Осадки (характер выпадения; сумма, мм) | Высший селевой горизонт, м | Толщина селевых отложений, м | Ущерб. Характеристика селевых отложений. | Примечание |
|---|---------------|--|----------------------------|------------------------------|---|-----------------------------------|
| р. Сочи | 15–18.09.1978 | Локальные осадки в бассейне р. Сочи | | | Затоплена территория г. Сочи | |
| р. Хобза | 15.08.1984 | Локальные смерчевые осадки | | 0.4 | Смыт кемпинг в пос. Ниж. Хобза. Более 20 легковых машин унесено в море | |
| р. Шахэ | 29.12.2001 | Циклон. Ливневые осадки. | | | Размыта береговая линия в пос. Ахинтам; разрушены хозяйственные постройки; разрушено берегоукрепительное сооружение в районе Шахинского водозабора | |
| Левые притоки р. Псезуапсе (от с. Татьяновка до с. Марьино) | 01.08.1991 | Циклон. Ливневые осадки (160.0 мм/4 час) | | 3.0 | Завалена автомобильная дорога | |
| Притоки р. Шахэ | 01.08.1991 | То же | | | Снесен гидрометрический мостик на водомерном посту Солох-Аул | |
| р. Пшенахо (лев. приток р. Туапсе) | 01.08.1991 | ” | 4.5 | 0.8 | Бульдозер С-100 перенесен на расстояние 1.5км. Затоплен пос. Георгиевский | |
| р. Чемит пос. Зубова Щель | 01.08.1991 | Циклон. Ливневые осадки. | | 1.2 | Смыто 4 жилых здания и кладбище в пос. Зубова Щель. Смыт автодорожный мост через р. Чимит. Поврежден водовод | |
| р. Цусквадж, пос. Солоники. | 01.08.1991 | То же | | | Смыт автодорожный мост через р. Цусквадж | |
| р. Буу, пос. Вардане | 01.08.1991 | ” | 3.0 | 0.6 | Затоплен пос. Вардане | |
| р. Аше, пос. Аше | 01.08.1991 | ” | | 1.2. | Снесен автодорожный мост на трассе Новороссийск – Сухуми. Ферменное пролетное строение моста (пролетом 45 м) поднято потоком и перенесено на 80 м вниз по течению. Пойма реки завалена принесенным поваленным лесом | Мутность воды 45кг/м ³ |

СЕЛЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ В БАССЕЙНЕ р. МЗЫМТА

Таблица 4 (окончание)

| Адрес | Дата схода | Осадки (характер выпадения; сумма, мм) | Высший селевой горизонт, м | Толщина селевых отложений, м | Ущерб. Характеристика селевых отложений. | Примечание |
|---|---|--|----------------------------|------------------------------|---|---|
| руч. Салымовский (лев. приток р. Мзымта) | 1995 | | | | Перегородил русло р. Мзымта | |
| руч. Сухой (лев. приток руч. Пслушенок.) | 1995 | | | | Перегородил русло руч. Пслушенок | |
| Лев. приток р. Ачипсе (в 400 м выше впадения в р. Мзымту) | 1995 | | | | | |
| руч. Рыбный, басс. р. Сочи (левый приток с хр. Иегош) | Конец декабря 1995 - начало января 1996 | | 12.0 | | Перегородил русло р. Сочи. Полностью завалил долину ручья Рыбного | |
| р. Медовеевка, лев. приток р. Чвижипсе | Конец декабря 1995 – начало января 1996 | | | | Разрушена пограничная застава | |
| р. Бешенка (прав. приток р. Мзымта) | 22.08.1997 | | | | | |
| р. Сочи | 22.08.1997 | | | 0.3 | Послеселевым паводком затоплена рыночная площадь и ул. Конституции г. Сочи | |
| р.р. Восточный и Западный Дагомыс | 22.08.1997. | | | 0.4 | Затоплен пос. Дагомыс. Прервано сообщение по трассе Новороссийск - Сухуми | |
| р. Кепша – правый приток р. Мзымта | 29.12.2001 | Циклон. Ливневые осадки | | 1.5 | На устьевом участке русло р. Кепша полностью перекрыто селевыми отложениями (суглинистые с щебенистым заполнителем) | Сель, образовался при сходе гигантского оползня в верховьях р. Кепша. |
| руч. Салымовский (лев. приток р. Мзымта) | 03.06.2007 | | | | Перегородил русло р. Мзымта. Селевой валун перекрыл трубу диаметром 2000мм на переезде через руч. Салымовский | |