



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

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)
по направлению подготовки 05.03.05 Прикладная гидрометеорология
(квалификация – бакалавр)

На тему: «Опасные гидрометеорологические явления в городе Горячий Ключ»

Исполнитель Федасов Сергей Викторович

Руководитель к.г.н., доцент, Иошпа Александр Рувимович

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 21 » Июня 2025г.

Туапсе
2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Теоретические основы исследования возникновения наводнения и паводков ..	5
1.1 Общие сведения об опасных гидрологических явлениях	5
1.2 Условия возникновения речных наводнений и паводков	11
2 Физико-географические и климатические условия г. Горячий Ключ	18
2.1 Характеристика физико-географических условий	18
2.2 Характеристика климатических условий	24
3 Анализ гидрологической ситуации на территории Горячего Ключа	34
3.1 Исследование возникновения опасных гидрологических явлений на территории Краснодарского края	34
3.2 Анализ изменения уровня воды на р. Псекупс	40
Заключение	49
Список использованной литературы	52

Введение

Для жизни на земле большое значение имеют различные процессы, в воздушной и водной среде, но, при определенных условиях протекающие процессы могут достигать критических значений различной силы проявления и разных масштабов распространения и представлять угрозу для всего живого на Земле. Такие явления природного происхождения называются опасными явлениями.

В современное время наблюдается возросшее количество опасных природных явлений, которые не только наносят ущерб личному имуществу населения и различным экономическим отраслям, но и могут привести к человеческим жертвам.

Наибольшей повторяемостью отличаются опасные гидрологические явления, возникающие вследствие выхода рек из берегов и обуславливающие затопление территорий – речные паводки и наводнения.

При этом возникает реальная угроза для населения, речных гидротехнических сооружений и других хозяйственных объектов, происходит сильная деформация берегов и эрозия прирусловых участков.

Большое количество населенных пунктов Краснодарского края расположено вблизи водных объектов — рек, озер, водохранилищ.

В связи с орографическими особенностями Краснодарского края и существенным увеличением количества атмосферных осадков в предгорной и горной частях, число и интенсивность паводков на юге края возрастает.

Наибольший ущерб хозяйству края наносят именно быстро развивающиеся паводки на горных реках, имеющие дождевое или снеgadoждевое питание. Такие паводки образуются и проходят стремительно, что вызвано большими уклонами и перепадами высот, следовательно, высокими скоростями прохождения воды на небольших расстояниях.

Курорт Горячий Ключ является одним из старейших курортов Краснодарского края и расположен в бассейне р. Псекупс, характеризующейся

периодическими подъемами уровня воды в реке, нередко обуславливающие возникновение паводков и подтоплений.

Изучение гидрологического режима рек имеет большое значение для стабильного экономического развития Краснодарского края и безопасности населения, рационального природопользования и сохранения окружающей природной среды. Своевременное прогнозирование, а также последующие выявление причин возникновения тех или иных гидрологических процессов, позволяют снизить риски, связанные с возникновением наводнений.

Следовательно, тема исследования является актуальной, т.к., в работе, проводится анализ многолетних данных изменения уровня воды в р. Псекупс, нередко достигающих критериев опасного явления и обуславливающего возникновение подтоплений, сведения о которых позволят снизить риски, связанные с возникновением наводнений.

Объект исследования – гидрологический режим р. Псекупс.

Предметом исследования – показатели, характеризующие гидрологический режим р. Псекупс.

Цель работы – дать оценку гидрологическому режиму р. Псекупс.

Для реализации поставленной цели решаются следующие задачи:

- рассмотреть общие сведения об опасных гидрологических явлениях;
- рассмотреть условия возникновения наводнений и паводков;
- рассмотреть физико-географические и климатические условия г. Горячий Ключ;
- рассмотреть возникновение опасных гидрологических явлений на территории Краснодарского края;
- провести анализ гидрологического режима р. Псекупс.

1 Теоретические основы исследования возникновения наводнения и паводков

1.1 Общие сведения об опасных гидрологических явлениях

Для жизни на земле большое значение имеют различные процессы, в воздушной и водной среде, но, при определенных условиях протекающие процессы могут достигать критических значений различной силы проявления и разных масштабов распространения и представлять угрозу для всего живого на Земле. Такие явления природного происхождения называются опасными явлениями.

Можно сказать, что опасное природное явление – это явление, обладающее большой силой воздействия до разрушительного характера, представляющие угрозу здоровью и жизни населения, и обуславливающие экономический ущерб отраслям экономики и имуществу населения.

В современное время наблюдается возросшее количество опасных природных явлений, которые не только наносят ущерб личному имуществу населения, различным экономическим отраслям, в том числе, нередко приостанавливая работу предприятий, но и могут привести к человеческим жертвам.

Нередко, возникновение опасного природного явления негативно отражается на природной среде.

Возникновение опасных природных явлений обуславливается различными физическими процессами, происходящими в атмосфере, гидросфере или литосфере, что обуславливает различные масштабы распространения явления от локального (местного) до региональных уровней.

В случае, если явление приводит к возникновению чрезвычайной ситуации, то опасным явлениям может присваиваться статус федерального значения.

Для решения практических задач опасные явления по степени опасности классифицируют, при этом, выделяют четыре больших класса, в которые

ранжированы явления в зависимости от риска угрозы населению и наносимого ущерба личному имуществу и народному хозяйству (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Классификация опасных природных явлений по степени их опасности

Класс опасности	Присваиваемая степень опасности	Основная характеристика проявления опасных явлений
Первый класс	стихийное бедствие	Характеризуются самой высокой степенью опасности, т.к., представляют угрозу здоровью и жизни большому числу населения. Представляют угрозу для различных зданий и сооружений, в том числе разрушительного характера Наносят большой ущерб различным экономическим отраслям Наносят значительный ущерб природной среде.
Второй класс	катастрофическое явление	Характеризуются высокой степенью опасности, т.к., представляют угрозу здоровью и жизни населения. Представляют угрозу для различных зданий и сооружений, Наносят значительный ущерб различным экономическим отраслям. Негативно отражаются на природной среде.
Третий класс	опасное явление	Представляют угрозу для безопасности населения, различных сооружений. Могут нанести вред экономическим отраслям Негативно отражаются на природной среде.
Четвертый класс	неблагоприятное явление	Характеризуется высоким риском возникновения опасных ситуаций.

Также присваиваемая степень опасности природному явлению обусловлена не только характером и силой его проявления, но и от района, в

котором явление возникает, размеров территории, подверженной воздействию явления, и времени существования явления.

Гидрометеорологические явления обладают наибольшей изменчивостью, поэтому, опасные явления гидрометеорологического происхождения могут характеризоваться любым из четырех классов опасности.

Опасные явления, относящиеся к первому классу опасности, характеризуются большой разрушительной силой и имеют огромные масштабы распространения.

Явления, достигающие критерия стихийного бедствия, представляют наибольшую угрозу для жизни большого числа населения, при этом, от них практически нет способов защититься.

Также явления, которым присваивается первая степень опасности представляют разрушают различные здания и сооружения, иногда от их воздействия разрушаются целые деревни, села, кварталы и малые города. Примером такого явления могут быть землетрясения.

Опасные явления, относящиеся ко второму классу опасности, характеризуются менее разрушительной силой, но также могут представлять угрозу здоровью и жизни людей, нередко приводя к человеческим жертвам.

Масштабы распространения и сила воздействия катастрофического явления меньше стихийного, Катастрофические явления наносят значительный ущерб различным экономическим отраслям и негативно отражаются на природной среде.

Опасные явления, относящиеся к третьему классу опасности - опасное явление, представляют угрозу для безопасности населения и различных сооружений. Может нанести вред экономическим отраслям и негативно отразиться на природной среде.

К четвертому классу опасности отнесены неблагоприятные природные явления, которые не представляют угрозы для населения и не наносят вреда имуществу населения и работе предприятий. Являются своего рода условиями возникновения опасных ситуаций.

Анализ многолетних наблюдений за опасными явлениями выявил, что, чем реже возникает природное явление, тем более масштабным оно проявляется. При этом, наиболее часто повторяются опасные явления, относящиеся к гидрометеорологической группе, при этом, их повторяемость в общей сумме всех природных явлений достигает более 90%.

Нередко, опасные явления могут иметь гидрологическое происхождение или возникать вследствие различных гидрологических процессов, при этом, наибольшую опасность представляют поднятие уровня воды в реках, обуславливающие на реках возникновение высоких половодий и паводков.

Такие явления относятся к опасным гидрологическим явлениям. Степень опасности таких явлений обусловлена силой их проявления, угрозой безопасности и жизни населения, и негативным влиянием на различные отрасли экономики, в том числе сельскохозяйственное производство [21, с.76].

Опасные гидрологические явления включают в себя:

- опасные явления зимнего периода, обусловленные ледовым покровом - заторы, зажоры, отрыв льда;
- опасные явления, обусловленные поднятием уровня воды в реках - паводок, наводнение, половодье;
- опасные явления, обусловленные обледенением судов;
- опасные явления, обусловленные сильным волнением моря - сильное волнение моря, тягун, штормовой нагон (сгон) воды.

Также к опасным явлениям гидрологического происхождения относятся наледи и слоистые ледяные массивы на реках, образование которых приводит к так образованию на реке называемому подпору, вследствие которого холодная речная вода подтапливает прилегающие территории.

Нередко наблюдается явление сели, представляющее собой, в результате очень сильных ливней образование потоков в горах из воды и грязи, которые спускаются с гор к их подножию. Сход сели представляет угрозу для жилых домов, различных зданий и сооружений, и даже целым населенным пунктам. В случае схода на железную или автомобильную дорогу приводит к приостановке

работы железнодорожного и автомобильного транспорта.

Чаще всего для потока сели характерны горные или предгорные районы, характеризующиеся большими уклонами склонов. В зависимости от мощности потока может достигать критерия стихийного и катастрофического опасного явления.

К явлениям гидрологического происхождения относятся оползни и разрушение берегов, одной из причин, возникновения которых также являются сильные осадки. Оползни, достигающие критических значений, представляют угрозу для жилых домов и других сооружений.

Также в эту группу отнесены штормовой нагон воды, обуславливающий образование наводнений в районе устья реки, впадающей в море, при этом, в случае явления прилива в этом районе может достигать критерия стихийного явления, разливаясь по большой территории.

Более редким явлением является цунами, проявляющееся в виде высоких морских волн вследствие землетрясений, при этом опасность явления заключается в катастрофических по размерам площадях распространения.

Стоит отметить, что все природные явления и процессы, протекающие в атмосфере, гидросфере и на земной поверхности взаимосвязаны друг с другом, причем, больше всего такая зависимость проявляется при гидрологических процессах опасного характера. Отличительной особенностью возникновения опасных гидрологических явлений является их возникновение независимо от времени года, при этом, наибольшую повторяемость таких явлений отмечается зимой и летом.

В зависимости от времени года происхождение одних и тех же явлений может быть абсолютно различным.

Нередко гидрологические явления образуются вследствие гидрологических процессов, таких как сильные осадки, например, при выпадении обильных осадков на речной водосбор, вначале не образуется паводок, а происходит обильное смачивание поверхности водосбора, при этом грунт хорошо впитывает выпавшую влагу, и пропивается ее.

В случае, если выпадает второй дождь также сильного характера водосбор переувлажняется и далее образуется слабый паводок, которому можно присвоить степень неблагоприятного явления.

Если далее выпадает третий дождь, образование паводка продолжается, его размеры увеличиваются, и степень его опасности позволяет характеризовать это явление как опасное.

Ранние половодья на реках равнинного типа в период весеннего снеготаяния могут привести вначале к образованию паводков, а затем наводнений. Данный процесс усиливается, если на реках наблюдаются ледовые заторы.

Также, как и паводки, степень опасности наводнения связана с его масштабами и угрозой населению, при этом она может варьировать четвертого класса опасности до первого. Наиболее мощно наводнения проявляют себя в муссонном типе климате, где после сильных продолжительных осадков в месте сужения рек вода может выходить из берегов, нередко затопливая большие территории.

Речные паводки возникают вследствие влияния двух основных факторов - гидрометеорологического и гидрологического характеров.

Гидрометеорологические факторы, отвечают за поступления воды на речной водозабор, т.е., за выпадение необходимого количества осадков для увлажнения поверхности водозабора. При этом важным показателем является температурный режим воздуха и характер рельефа.

Гидрологические факторы, отвечают за запасы воды в снежном покрове, влажность и глубину промерзания поверхности водозабора.

Для образования речных паводков важнейшими условиями являются интенсивность выпадения осадков, их количество и изрезанность рельефа.

Следовательно, при прогнозах образования паводков и их критериев необходимо иметь многолетние данные характеристик водозабора рек и климатических условий.

1.2 Условия возникновения речных наводнений и паводков

Наибольшей повторяемостью отличаются опасные гидрологические явления, возникающие вследствие выхода рек из берегов и обуславливающие затопление территорий – речные паводки и наводнения.

Выход рек из берегов может возникать вследствие весеннего таяния снега, выпадения сильных осадков ливневого характера, и нагонных явлений.

Степень опасности наводнений и паводков связана с их масштабами распространения и созданием угроз населению, при этом риск возникновения опасного явления может составлять от четвертого класса опасности до первого.

Сила проявления наводнений и подтоплений обусловлена высотой подъема уровня воды в реке, от значений которых в большей степени зависит характер проявления опасного явления, масштаб его распространения и продолжительность.

Присваиваемая степень опасности наводнениям, зависит от преодоления ими пороговых значений, достигающих критических величин, при которых возникает риск причинения вреда здоровью населения, безопасности их жизни, гибели сельскохозяйственных культур и животных. Также учитывается нанесение материального ущерба личному имуществу и экономическим отраслям.

Территориальное расположение Краснодарского края в орографических условиях, характеризующихся как сложные, обуславливает высокую повторяемость возникновения на территории речных паводков и связанных с ними наводнений.

Согласно статистических данных, речные паводки и наводнения, по повторяемости и масштабу распространения занимают одно из первых мест среди стихийных бедствий. По количеству человеческих жертв и нанесенному ущербу, речные паводки и наводнения уступают только землетрясениям.

К наводнениям относятся явления, которые обусловлены высотой уровня воды, преодолевающей пороговые значения, после которых река может выйти из

берегов. Классификация наводнений по их основным видам представлена на рисунке 1.1.

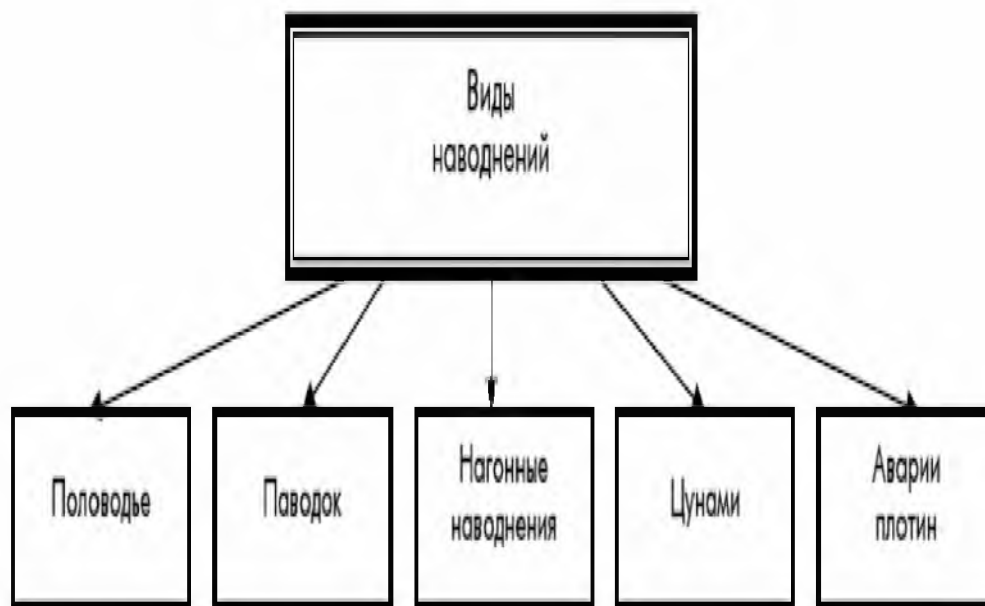


Рисунок 1.1 – Классификация наводнений по их видам

Для территории Краснодарского края характерными являются виды наводнений, вызванных половодьем и речными паводками, что обусловлено особенностями климатического и орографического характеров. Повторяемость таких наводнений составляет более 70% от всех видов наводнений, наблюдавшихся в пределах Краснодарского края.

При этом, данные явления отличаются большой площадью распространения и могут возникать как на равнинной территории края, так и в горной и предгорной местностях, т.е., явления отмечаются и в северных и в южных районах края. Остальные три вида наводнений имеют локальное распространение.

Половодье характеризуется высоким подъемом уровня воды в реках, возникает в весенний период вследствие таяния снега в районе речных водозаборов и могут наблюдаться практически каждый год с повторяющейся периодичностью.

Масштабы распространения половодья могут увеличиться, в случае если

половодье совпадает с выпадением весенних сильных осадков. Половодье разливается на равнинные территории, которые располагаются в низинной местности.

Речные паводки, в отличие от весенних половодий характеризуются высокой интенсивностью своего проявления, причем уровень воды в реке достигает своих максимальных значений за очень короткий срок, что значительно усиливает степень опасности данного явления. Чаще всего причиной паводков становятся выпадение ливневых осадков из кучевых сильно развитых по вертикали облаков, при этом вертикальная протяженность облаков может достигать более 10 км. Также, паводки могут возникать при таянии снега. К особенностям паводков относится не только стремительность их развития, но и возникновение независимо от времени года, даже в зимнее время.

Нагонные наводнения встречаются в местах устьев рек, впадающих в море, поэтому носят локальный характер. Такой тип наводнений связан с поднятием уровня рек, в районе их впадения в море, или в другое крупный водоем, включая искусственно созданные водохранилища. Обуславливают данное явление открытые прибрежные участки местности водоемов, подверженных сильному ветру. Также, для данного типа наводнений благоприятны условия в период морских штормов, что подтверждается частотой их проявления именно в этот период.

Нагонные наводнения, несмотря на резкий подъем воды, и большие заливы территорий, отличаются малым сроком своего срока проявления.

К особенностям нагонных наводнений относится отсутствие закономерности в их развитии и не периодичность их проявления.

Наводнения, вызванные цунами и авариями на плотинах водохранилища, встречаются на территории края крайне редко и носят эпизодический характер, но, в случае их возникновения наводнения распространяются на довольно значительные площади.

Еще один вид наводнений, обусловленный скоплением льда в узких

местах рек - заторные и зажорные наводнения могут отмечаться в период весеннего ледохода или осеннего ледостава. Образовавшаяся масса льда в виде заторов или зажоров приводит к подъему уровня речной воды, и вышедшая из берегов вода подтапливает прилегающие территории.

Типы наводнений и их основные причины возникновения, характеристики их проявления представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Характеристика основных видов наводнений

Виды наводнений	Причины их возникновения	Характер их проявления
Половодье	таяние снега в районе речных водозаборов совпадающих с выпадением сильных осадков	высокий подъем уровня воды в реках с разливом на равнинные низинные территории
Паводок	большое количество ливней и дождей. таяние снега при оттепелях	интенсивный, но относительно короткий по времени подъем уровня воды
Заторные и зажорные явления	большое скопление льда в месте сужения реки	интенсивный, но относительно короткий по времени подъем уровня воды
Наводнения нагонного типа	поднятие уровня реки вследствие сильного ветра и осадков	резкий подъем уровня воды в устье рек впадающий в крупные водоемы; усиливаются при морских штормах
Наводнения, связанные с авариями на плотинах водохранилища	авария на дамбе или плотине водохранилища	носят эпизодический характер; распространяются на довольно значительные площади.

Опасность возникновения наводнений выражается не только в проявлении самого явления, но и в том, что наводнения приводят к возникновению других чрезвычайных ситуаций – бытовых пожаров, вследствие короткого замыкания, сносу водным потоком зданий и даже их обрушений.

При этом, даже уцелевшие здания становятся непригодными для проживания, т.к., происходит размыв несущих частей, образуются трещины и здания теряют капитальность.

Также последствия наводнений выражаются в виде повреждения сельскохозяйственных полей, посевы которых полностью смываются вместе с плодородным слоем почвы. При этом, большие территории после схода воды оказываются покрыты большим слоем иловых отложений. При наводнениях, вследствие загрязнения питьевой воды нередко возникают различные эпидемии, сказывающиеся на здоровье людей и животных.

При проведении оценки последствий наводнений учитывают следующие показатели:

- численность населения, пострадавшего в результате возникновения явления;
- число населенных пунктов, расположенных на территориях, на которых возникло наводнение и пострадавших от них;
- число различных объектов промышленного типа, расположенных на территориях, на которых возникло наводнение и пострадавших от них;
- протяженность железных и автомобильных дорог, расположенных на территориях, на которых возникло наводнение и пострадавших от них;
- протяженность линий электропередач, коммуникаций и связи, расположенных на территориях, на которых возникло наводнение и пострадавших от них;
- число жилых домов, расположенных на территориях, на которых возникло наводнение и пострадавших от них;
- площадь сельскохозяйственных угодий, расположенных на территориях, на которых возникло наводнение и пострадавших от них;

Так как наводнения встречается чаще других опасных явлений на территории Краснодарского края, рассмотрим основные факторы, влияющие на их формирование:

К ним относятся в первую очередь орографические факторы,

характеризующие рельеф территории, в том числе его изрезанность и уклоны и его гидрографические особенности, обуславливающие строение речного бассейна.

Также, большое значение для формирования различного вида наводнений, обусловленных высоким подъемом речных вода являются морфометрические факторы, от которых зависит строение речного русла и гидравлический, обуславливающий форму русла.

Третьим фактором являются метеорологические факторы, обуславливающие климатические особенности территории, в том числе основными показателями являются температурный и ветровой режимы, влажность воздуха, интенсивность и количество осадков. Оттепели, обуславливающие таяние снега в зимний период.

Особое значение имеет антропогенный фактор, т.к., деятельность человека в речных бассейнах, руслах, поймах и долинах нередко приводит к изменениям естественному ходу реки, что может усилить проявление опасных явлений гидрологического характера.

Классификация наводнений в зависимости от масштаба их распространения и повторяемости представлена на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Классификация наводнений в зависимости от масштаба распространения и нанесенного ущерба

В таблице 1.3 представлена характеристика основных видов наводнений.

Таблица 1.3 – Характеристика основных видов наводнений

Класс наводнений	Масштабы распространения и урон	Повторяемость
Низкие	минимальный урон, не нарушает работу экономических отраслей	1 раз в 5- 7 лет
Высокие	значительный урон, охватывает крупную речную систему, приостанавливает работу экономических отраслей	1 раз в 10-25 лет
Выдающиеся	человеческие жертвы, большой материальный урон, останавливает работу экономических отраслей	1 раз в 50-100 лет.
Катастрофические	большие человеческие жертвы, колоссальный материальный урон, парализует работу экономических отраслей	1 раз в 100 лет

В заключение, необходимо отметить, что в результате возникновения наводнений и подтоплений, на территориях, на которых возникло явление складываются сложные погодные условия, которые не только нарушают привычный образ жизни населения, угрожают здоровью и их жизни, представляют угрозу для различных зданий и сооружений, в том числе разрушительного характера, наносят значительный ущерб различным экономическим отраслям и негативно отражаются на природной среде.

2 Физико-географические и климатические условия г. Горячий Ключ

2.1 Характеристика физико-географических условий

Город Горячий Ключ входит в состав Краснодарского края и располагается в юго-восточной части на расстоянии 45 км от г. Краснодара в направлении северных районов предгорий Кавказского хребта. Город располагается в долине горной р. Псекупс (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Город-курорт Горячий Ключ

Город имеет статус города-курорта краевого значения, т.к. на его территории имеются месторождения минеральных и термальных вод, в районе действует известный бальнеологический курорт «Горячий Ключ».

Рельеф района Горячего Ключа имеет холмистое строение, причем, в сторону предгорий высота рельефа повышается, а к долине р. Псекупс отмечаются пониженные территории. Город вблизи правого склона широкой

долины горной р. Псекупс.

При этом, с западной стороны к городу подступают невысокие горные отроги Северо-западной части Большого Кавказа, которые высоты которого постепенно увеличиваются и достигают максимальных значений около 500 м в районе хребта Котх (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Орографическая схема Горячключесвского района

Благодаря расположению города вблизи речной долины, большая часть территории Горячего Ключа характеризуется низкогорным рельефом, за

исключением небольшой зоны в северо-восточной части, к которой очень близко подступает предгорье Кавказских гор, что обусловило образование денудационно-аккумулятивной высокой равнины, сложенной рыхлыми осадочными порода.

Основными высотами Горячего Ключа являются на правобережье невысокий хребет Котх, расположенном в направлении с севера на запад, и в таком же направлении, но вдоль правого берега р. Псекупс расположен второй хребет Пшаф. Разделяющей границей для хребтов является долина р. Псекпс.

Хребет Котх является самой большой точкой, с абсолютной величиной 514 м., в целом, на территории Горячего Ключа средние высоты находятся в пределах 130- 160 м, что придает рельефу холмистость, которая изредка нарушается чуть возвышающимися вершинами, не превышающими 250 м.

Ближе к основу хребту Кавказа в северо-западной части Хребет Котх образует два небольших горных отрога южный и северный. Южный отрог хребта плавно спускается практически к долине р. Псекупс, а северный, более изрезанный, образует скалистые выступы, самый большой из которых образует резкий обрыв, так называемую скалу Петушиный гребень.

Между отрогами двух хребтов протянулась довольно широкая балка – Попова Щель. В целом, для северо-восточного района Горячего Ключа характерна изрезанность рельефа большим количеством балок разного размера и горными ущельями, покрытыми кустарниковыми. В этом районе произрастает большое количество краснокнижных растений.

В направлении юго-востока хребет Пшаф имеет плавные очертания, и только долины небольших горных речушек, пересыхающих в летнее время года делят его на несколько более мелких отрогов. Юго-восточные районы Горячего Ключа характеризуются большим количеством речушек и ериков, самыми известными из которых являются ручей Пятигорский и Холодный ерик.

Если сравнивать южную часть города с северной, то южная часть предгорная, но без острых и скалистых выступов, северная часть города более гладкая представляет собой равнину всю застроенную большим количеством

частных домов преимущественно одноэтажных.

В целом, рельеф территории, на которой расположен Горячий Ключ можно охарактеризовать как предгорно – равнинный, который в результате сильной урбанизации склонен к оползневым процессам. При этом, площади оползней могут достигать несколько до 1-2 км².

Оползни, возникающие в этом районе бывают двух видов – боковые, т.е., образованные в результате скольжения и консистентные.

Орографическое строение рельефа представляет собой переходную зону, сложенную наклонной Закубанской равниной, сильно наклоненной в сторону долины р.Кубань, расположенную более севернее на некотором удалении от Горячего Ключа и предгорными районами.

Основными видами рельефа для Горячего Ключа являются два вида – денудационный, образованный вследствие разрушений горных хребтов с аккумулятивными речными породами и эрозионно-тектонический, образованный в результате тектонических и эрозионных процессов, усугубленных выветриванием.

Денудационно – аккумулятивный тип рельефа характеризуется горной невысокой цепью с небольшими невысокими вершинами, пологие склоны которых сильно изрезаны небольшими горными речушками и сотнями ручьев, перемешанными с множеством заросших кустарниковой растительностью оврагов. В направлении к речной долине, хребты постепенно снижаются и переходят в пологую равнину приобретая еще более сглаженные черты рельефа.

В направлении к югу высота горных хребтов постепенно растет, горные вершины более выступающие и достигают высот более 300 м. На расстоянии 10 км вершины еще выше, достигая высот около 400-500 м, Именно в этом районе находится гора Котх с абсолютной высотой 514м.

Для горных хребтов южных районов характерны древесно – лиственная растительность, представленная густыми смешанными лесами, преимущественно грабом и дубом, перемешанные с кустарниковыми

преимущественно лещиной. Такие же смешанные леса почти сплошной полосой протянулись в сторону юга вдоль долины р. Псекупс.

Эрозионно-тектонический тип рельефа характерен для местности, окружающей р.Псекупс. В направлении к северным районам края, горные хребты становятся значительно ниже и более пологими, и по мере приближения к р. Кубань плавно переходят в лесостепь, покрытую разнотравьем, чередующихся с островками невысоких зарослей кустарников.

Всего на расстоянии около 18 км ландшафт на территории сильно меняется, горных хребтов уже не видно, а местность представляет собой обширную низину, образование которой обусловлено большой широкой долиной главной реки Краснодарского края – р.Кубань.

Практически вся равнина представляет собой оросительную систему Закубанского мелиоративно-водохозяйственного массива, с высотой над уровнем моря около 10 м.

Основным видом почв для территории Горячего Ключа являются перемешанные почвы - черноземы и темно-серые лесные почвы слились с серыми лесными подзолами.

Для предгорий характерны перегнойно-карбонатные маломощные почвы, под которым располагается слой из мергеля и известняка, слой с серыми лесными почвами располагается на делювиальных глинах, а для северо – восточных районов характерны суглинки.

Практически почти вся территория прилегающая к долине р. Псекупс представлена аллювиально-луговыми почвами, который располагается на мощном слое глины. Равнинная часть территории представляет в основном лессовидными суглинками, причем, в южной части почвенный покров представлен преимущественно лесными оподзоленными почвами.

Основной рекой Горячего ключа является горная р. Псекупс, которая берет свое начало в Кавказских горах на северном склоне Главного хребта, в районе, который с восточной стороны окружают горные вершины Агой и Псиф, высоты которых не превышают 1000м, а с западной вершины гор Лысая и

Почепсуха, имеющие такими же высоты.

Река Псекупс имеет длину почти 140 км и впадает в Краснодарское водохранилище, расположенное на р.Кубань, на расстоянии 10 км от дамбы.

В районе Горячего Ключа долина реки отличается узким дном и более широкой верхней частью. Средняя ширина р. Псекупс составляет 40 - 45 м до в районе впадения в Краснодарское водохранилище разливается до 80 м. На расстоянии 3 км от города-курорта в р.Псекупс впадают два ее самых крупных левых притока – р.Чепси и р.Кобза.

В северо-восточной части района, за пределами курорта, рельеф расчленен рядом рек и ручьев, впадающих в реку Псекупс: Соленая, Шкелюк, Лисицина и др.

Отличительной особенностью бассейна р. Псекупс является его строение, которое отличается несимметричным строением с сильно отличающейся левым берегом, который более развит.

Бассейн реки меридионально сильно вытянут, причем, верхняя часть бассейна располагается в горных районах, относящихся к среднегорным, причем, в направлении на северо-запад бассейн протянулся среди пологих горных хребтов, изрезанных большим количеством оврагов и ериков.

В районе Горячего ключа и южнее площадь бассейна составляет около 16 км, которая со всех сторон окружена небольшими горными грядами, покрытыми кустарниковыми, затем ближе к северным районам территория, прилегающая к бассейну приобретает холмистые очертания и постепенно сменяются равниной простирающейся до Краснодарского водохранилища.

В целом, бассейн р. Псекупс имеет длину 60 км, ширина его колеблется и составляет почти 40 км в верхней его части расположенной в среднегорье, далее в направлении к северу в районе Горячего ключа площадь бассейна значительно снижается и уже составляет 16 км, а в нижней части – на равнинной территории – 7 км.

Питание реки представлено смешанным типом – осадками и грунтовыми водами, но основным типом питания являются жидкие атмосферные осадки.

2.2 Характеристика климатических условий

Климат г. Горячий Ключ умеренно-континентальный с очень теплым летом умеренно влажной зимой, формируется под воздействием комплекса физико-физических условий, из которых наиболее важными являются солнечная радиация, циркуляция атмосферы, подстилающая поверхность, рельеф местности [16].

Под влиянием гор создается местный климат. В пределах изучаемой территории в значительной мере проявляются следующие атмосферные процессы:

- вторжение холодных арктических воздушных масс с севера;
- воздействие центрального азиатского антициклона;
- вторжение умеренных воздушных масс морского происхождения с Атлантического океана;
- вторжение тропических воздушных масс.

Важным фактором, влияющим на климат района, является циркуляция атмосферы, которой присущи черты меридиональной направленности на фоне общего зонального переноса.

Территория находится в районе взаимодействия различных систем циркуляции. Воздушные массы могут здесь быть самыми различными по своим физическим свойствам и по происхождению. Сложные физико-географические условия, разнообразие ландшафта, близость незамерзающих морей и системы высоких хребтов Кавказа вносят ряд изменений в общую циркуляцию воздушных масс, однако преобладающими являются массы континентального воздуха умеренных широт.

Открытость территории района изысканий для вторжения холодных и теплых воздушных масс, а также непосредственная близость моря способствуют установлению зимы мягкой, неустойчивой, с длительными оттепелями и значительными понижениями температуры воздуха. Весна ранняя, с возвратами холодов.

Ослабление межширотного обмена в июле - августе и вторжение континентального тропического воздуха степей и пустынь обеспечивает сухую, жаркую погоду летом и устойчивую тёплую – осенью. Порывы западных и южных циклонов нарушают такую погоду сильными ливневыми осадками.

По годовому ходу температуры воздуха видно, что наименьшая температура воздуха наблюдается в январе, а наибольшая - в июле.

Среднегодовая температура воздуха за многолетний период наблюдений на территории района изысканий составляет 11,3 °С. Абсолютный минимум достигает минус 34,5 °С, абсолютный максимум 41,1 °С. Амплитуда колебаний абсолютных температур воздуха 75,6 °С. Годовая амплитуда колебания средних месячных температур составляет 24,3 °С (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Среднемесячные температуры воздуха, °С

Характеристика	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Горячий Ключ													
Средняя	0,2	1,3	5,0	11,5	16,4	20,2	22,6	21,9	16,9	11,2	6,2	2,4	11,3
Средний максимум	4,9	6,7	11,1	18,4	23,4	26,9	29,7	29,5	24,7	18,3	12,1	7,1	17,7
Абсолютный максимум	22,4	25,2	33,4	36,0	35,2	37,1	41,1	40,2	39,6	34,3	30,6	25,9	41,1
	2016	1978	1901	1998	1945	2010	2000	2010	2010	1998	1932	1937	2000
Средний из абс. максимумов	15,5	18,0	22,2	27,7	30,1	32,5	35,0	35,0	31,7	27,6	22,9	18,5	36,2
Средний минимум	-3,5	-2,8	0,7	6,2	10,7	14,5	16,6	15,8	11,3	6,4	2,4	-1	6,4
Абсолютный минимум	-34,5	-28,3	-24,6	-13,6	-1,8	4,1	6,3	3,1	-3,8	-9,3	-25,3	-29,1	-34,5
	1935	1950	1985	1931	1952	1947	1897	1949	1902	1951	1931	1933	1935
Средний из абс. минимумов	-15,8	-13,9	-8,1	-0,7	3,8	8,8	11,7	10,1	4,2	-1,7	-5,9	-12,1	-19,3

Средняя температура самого холодного месяца, января, положительная и составляет 0,2 °С, самого теплого месяца, июля, - 22,6 °С (рисунок 2.3).

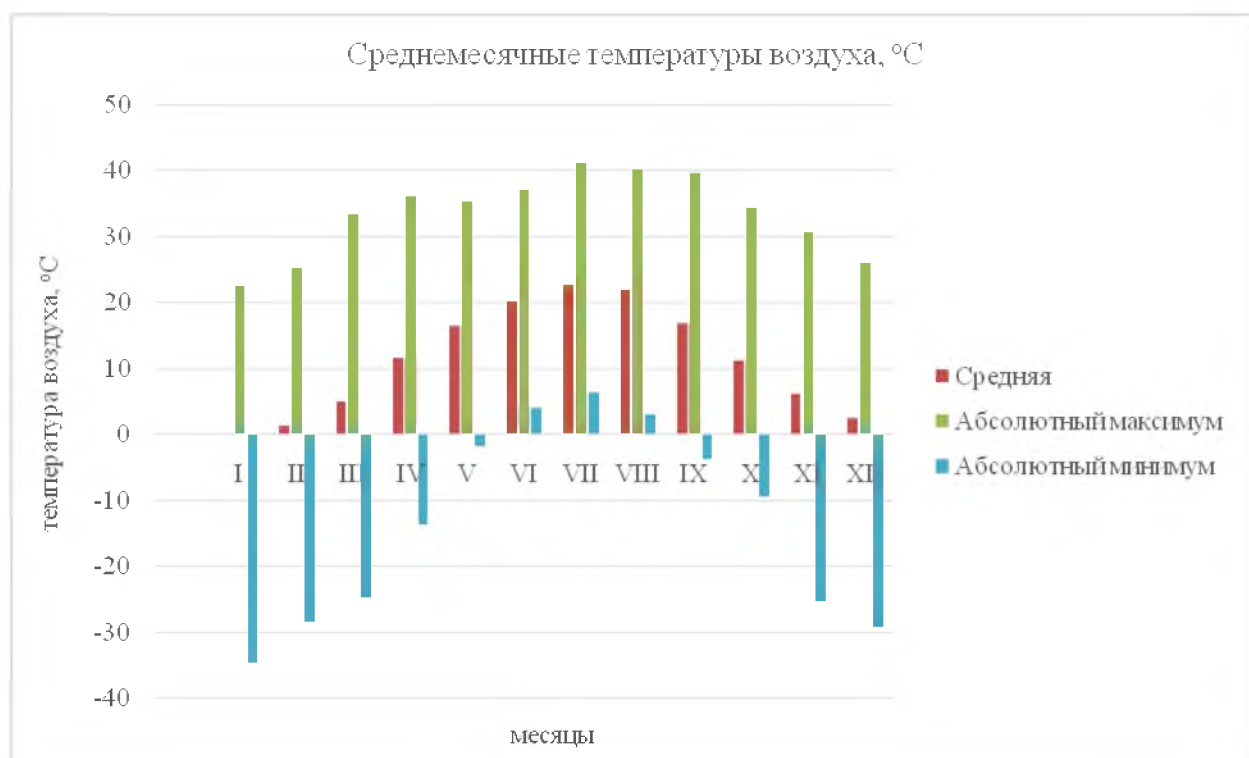


Рисунок 2.3 – Среднемесячные температуры воздуха, °С

Первые заморозки отмечаются в среднем в третьей декаде октября, последние – в первой декаде апреля. В отдельные годы первые заморозки возможны в третьей декаде сентября, последние – во второй декаде мая, но вероятность таких величин не велика (таблица 2.2).

Таблица 2.2 – Даты первого и последнего заморозка и продолжительность безморозного периода в воздухе

Дата последнего заморозка			Дата первого заморозка			Продолжительность безморозного периода, дни		
средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	самая ранняя	самая поздняя	средняя	наименьшая	наибольшая
МС Горячий Ключ								
7.IV	9.III (1901)	12.V (1945)	22.X	21.IX (1941)	24.XI (1960)	198	151 (1892)	242 (2012)

Среднегодовая относительная влажность воздуха на территории района изысканий составляет 76 %. Влажность воздуха, здесь, зависит как от местного испарения, так и от того, откуда приходят воздушные массы. Абсолютный максимум относительной влажности составляет 100 % и может наблюдаться в

любой из месяцев года. Абсолютный минимум 7 % приходится на декабрь.

В таблице 2.3 отражены среднемесячные значения относительной влажности воздуха.

Таблица 2.3 - Среднемесячные значения относительной влажности воздуха, %

Величина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Горячий Ключ													
Средняя	80	76	73	69	72	73	71	72	76	80	81	82	76
Абс. максимум	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Абс. минимум	13	8	10	11	14	16	18	14	16	9	13	7	7
	-	-	2013	-	2003	2016	2001	2015	2015	-	2015	1999	1999

В годовом ходе максимум значений средней относительной влажности воздуха отмечается в зимние месяцы (рисунок 2.4).

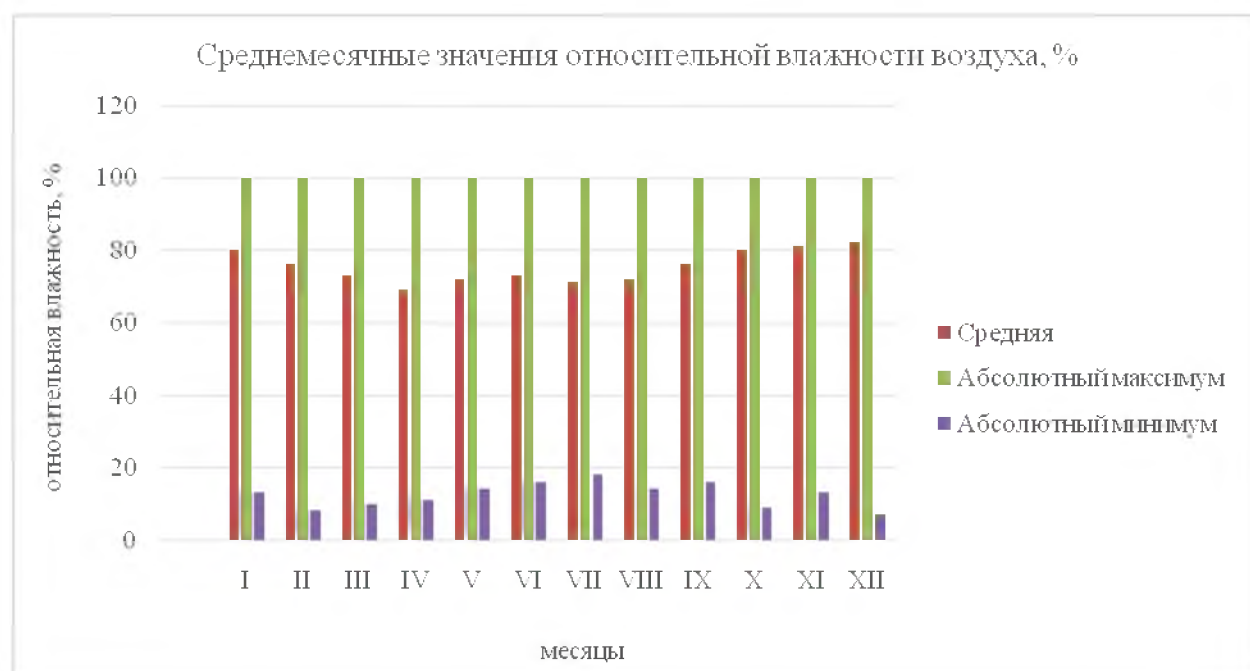


Рисунок 2.4 – Среднемесячные значения относительной влажности воздуха, %

За продолжительный период наблюдений среднегодовое количество осадков на территории района изысканий составляет 961 мм. На тёплый период, с апреля по октябрь, приходится 51 % годового количества осадков (486 мм), на холодный, с ноября по март, – 49 % (475 мм). В отдельные годы

эти суммы могут значительно отличаться.

В годовом ходе наибольшее количество осадков приходится на декабрь месяц – 118 мм, минимум на апрель и август – по 62 мм (таблица 2.4, рисунок 2.5).

Таблица 2.4 - Среднемесячные значения количества осадков, мм

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XI–III	IV–X	Год
Горячий Ключ	106	69	75	62	68	78	63	62	70	83	107	118	475	486	961



Рисунок 2.5 – Среднемесячные значения количества осадков, мм

Среднемноголетнее число дней в году с осадками более 0,1 мм - 140,7.

Таблица 2.5 – Среднее число дней с различным количеством осадков, дни

Количество осадков, мм	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
МС Горячий Ключ [1]													
≥0,1	15,2	13,2	13,1	11,3	11,3	10,7	8,5	8,3	9,4	10,8	13,5	15,5	140,7

Максимум числа дней с осадками наблюдается зимой, минимум в конце лета - начале осени. Зимний максимум объясняется длительными обложными осадками, а летний минимум – кратковременными ливнями. Преобладающими в течение всего года являются жидкие осадки.

Особый интерес представляют сильные дожди. Наблюдаются они преимущественно в теплое время года. Наблюденный суточный максимум осадков по наблюдениям на МС Горячий Ключ составляет 120 мм (16 июня 2013 г.), что более, чем в 1,5 раза превышает месячную норму (таблица 2.6).

Таблица 2.6 – Суточный максимум количества осадков, мм

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Горячий Ключ (1928-2021)	92	59	57	44	72	120	98	106	67	76	82	95	120
	1998	1978	1968	1996	1975	2013	2012	2018	2003	1937	1961	1941	2013

Максимальная интенсивность осадков составляет: за 10 мин - 3,24 мм/мин, за 20 мин - 2,16 мм/мин (1961-2010 гг.). В настоящее время наблюдения за интенсивностью дождя не проводятся.

Погода в зимние месяцы определяется выносами с востока малоувлажненного холодного воздуха, а в весенние - теплого и сухого. При этом восточные ветры достигают большей силы на севере и востоке Краснодарского края, в зоне Горячего Ключа они ослабевают. Это объясняется тем, что город расположен в долине реки Псекупс и окружен с трех сторон отрогами Кавказского хребта.

Другой характерной чертой атмосферной циркуляции в холодный период являются довольно частые выносы масс теплого воздуха из района Черного и Средиземного морей. Обычно это бывает перемещением так называемых южных и западных циклонов, вызывающих выпадение осадков и резкие оттепели.

Вдоль ущелья реки Псекупс отмечается регулярно дующий горно-долинный ветер. В дневные часы этот ветер наиболее теплый (северо-

восточный), приходит с равнины в горы, а с вечера более холодный (юго-западный) – с гор [3].

В результате наложения местной циркуляции на общую, а также вследствие своеобразных условий орографии, преобладающими в течение года по данным МС Горячий Ключ являются ветры юго-западного и западного направлений. Меньшую, но довольно-значительную, а в отдельные месяцы преобладающую повторяемость имеют ветры северо-восточного направления (таблица 2.7, рисунок 2.6).

В таблице 2.7 приведены данные среднемесячного направления ветра.

Таблица 2.7 – Среднемесячные значения направления ветра, %

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
м. ст. Горячий Ключ [3]									
I	15	18	8	1	14	20	15	9	39
II	14	21	9	2	14	19	14	8	34
III	14	20	9	2	12	19	16	8	32
IV	13	16	9	2	13	22	19	7	31
V	13	14	9	2	10	19	25	9	33
VI	12	11	7	2	11	21	26	11	34
VII	14	14	8	2	9	17	23	13	36
VIII	16	15	9	2	9	15	21	13	39
IX	14	15	9	3	9	18	20	12	42
X	15	18	9	2	10	18	18	10	44
XI	14	18	8	2	15	18	16	9	40
XII	14	18	7	3	16	19	14	10	37
Год	14	16	8	2	12	19	19	10	37

Теплое полугодие характеризуется преимущественно западным и восточным переносом воздушных масс, что обуславливает жаркую погоду. Нередко летом такая циркуляция нарушается вторжением западных и южных циклонов, вызывающие сильные ливневые осадки с грозами.

Воздействуют на климат также и местные ветры. К ним относятся горно-долинные ветры.



Рисунок 2.6 – Роза ветров по данным МС Горячий Ключ

Безветренных дней в году мало. Среднегодовая скорость ветра 1,5 м/с. Это в четыре раза меньше, чем в Анапе и в два раза, чем в Геленджике. Горячий Ключ с трех сторон окружен горами, поэтому здесь не бывает частых сильных ветров. Средняя скорость ветра за год составляет 1,5 м/с (таблица 2.8).

Таблица 2.8 – Средние и экстремальные значения скорости ветра, м/с

Величина	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
м. ст. Горячий Ключ													
Средняя	1,7	1,8	1,9	1,8	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	1,5	1,7	1,5
Максимальная без учета порывов	22	25	21	20	21	21	17	17	17	21	20	25	25
	1941	1946	1941	1944	1941	1941	1948	1945	1948	1940	1948	1947	1947
Максимальная с учетом порывов	40	28	25	28	24	20	20	20	21	23	24	28	40
	1993	1993	1982	1997	1993	1978	1969	1977	1987	1992	2011	1986	1993

Наибольшие среднемесячные скорости ветра наблюдаются в марте, наименьшие в сентябре. Максимальная скорость ветра при порывах достигает 40 м/с. Преобладающее направление сильных ветров – северо-восточное (рисунок 2.7).

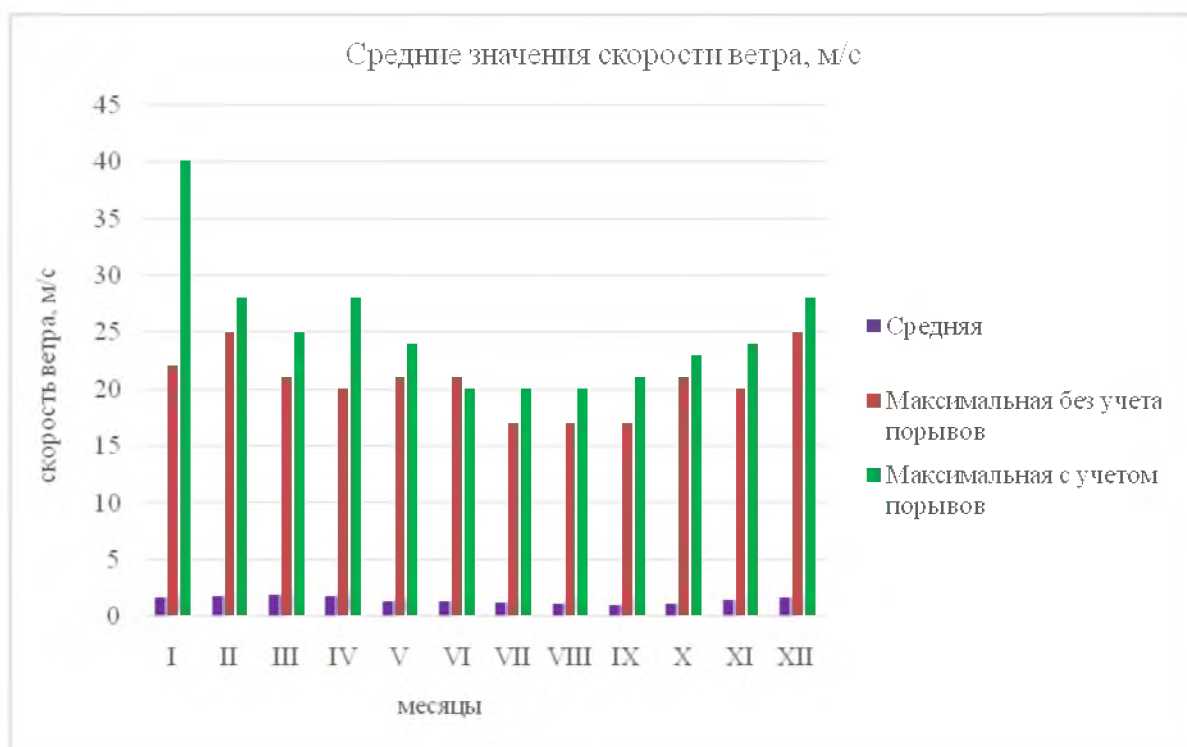


Рисунок 2.7 – Средние значения скорости ветра, м/с

Сведения об атмосферных явлениях, наблюдавшихся на территории района изысканий, приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Среднее число дней с атмосферными явлениями

явление	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	X-III	IV-IX	Год
туман															
туман	2,5	1,6	1,3	0,8	0,6	0,3	0,2	0,4	1,3	3,6	4,6	4,2	17,1	3,6	20,7
гроза	0,2	0,1	0,1	0,3	2,5	4,3	3,9	4,1	2,6	1,0	0,5	0,4	19,6	0,2	0,1
град	-	-	0,03	0,08	0,2	0,2	0,07	0,09	0,05	0,02	0,02	-	0,7	-	-
пыльная буря	0,2	0,3	0,6	0,8	0,2	0,02	0,02	0,1	-	-	-	-	2,2	0,2	0,3

Грозы, как правило, сопровождаются ливневыми осадками и кратковременным усилением ветра, который может достигать значительных скоростей – шквалом. Грозы в отдельных случаях сопровождаются градом, выпадение которого связано с прохождением областей повышенного давления, неустойчивостью воздушных масс.

Учитывая неоднократную смену похолоданий и оттепелей в холодный период года, на территории района изысканий создаются благоприятные условия для образования гололедно-изморозевых явлений (таблица 2.10).

Таблица 2.10 – Среднее число дней с обледенением (по визуальным наблюдениям)

явление	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	Год
Гололед	-	0,1	0,3	1,0	1,0	0,6	0,1	0,02	2,9
Изморозь	-	0,04	0,4	0,9	1,0	0,5	0,2	-	2,9
Обледенение всех видов	0,02	0,2	1,9	4,6	5,2	3,6	3,5	0,3	19,0

Однако, в большинстве случаев, гололедно-изморозевые явления кратковременны и незначительны. Но, при мощных заторах холодных вторжений с севера, возможно достижение гололедно-изморозевыми явлениями критических значений.

3 Анализ гидрологической ситуации на территории Горячего Ключа

3.1 Исследование возникновения опасных гидрологических явлений на территории Краснодарского края

Среди опасных гидрологических явлений для территории Краснодарского края характерны половодья, паводки, заторы и зажоры, сели. Несмотря на высокую частоту и ежегодный значительный ущерб от опасных гидрологических явлений, их изучение в регионе (с внутрирегиональной детализацией) до сих пор не соответствует уровню угроз от этих явлений.

Мониторинг водных объектов на территории края осуществляется на 277 гидрологических постах, из которых 60 входят в систему Росгидромета,

На территории Краснодарского края расположено 217 автоматических гидрологических комплексов (АГК), которые входят в автоматизированную систему оперативного контроля и мониторинга паводковой ситуации, а также через дежурные службы крупных водохранилищ (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Расположение АГК на территории Краснодарского края

Необходимость установки АГК определена частой повторяемостью катастрофических дождевых паводков на юго-западных, юго-восточных притоках бассейна р. Кубань и реках Черноморского побережья, прохождением половодья в бассейне р. Кубань, а также сгонно-нагонными явлениями на Азовском море.

За последний 33-летний период отмечается существенный рост количества опасных гидрологических явлений на территории Краснодарского края (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Количество паводков категории ОЯ на реках края

Данные явления наносят значительный материальный ущерб, а в отдельных случаях представляют опасность для здоровья и жизни людей.

Все наводнения в зависимости от причин затопления территорий можно разделить на два класса:

- наводнения, вызванные естественными природными причинами;
- наводнения, вызванные хозяйственной деятельностью человека (антропогенные наводнения).

Наиболее скоротечные и быстроразвивающиеся паводки на горных реках, наносящие наибольший ущерб, вследствие внезапности. Их питание, как

правило, дождевое, снегодождевое.

Паводки данного типа можно разделить на:

1. Локальные паводочные явления, развиваются в результате выпадения локальных осадков (50 мм/час и более, 100 мм менее чем за 12 час и более) в границах одного водосбора, в верховьях реки. Паводки развиваются стремительно и проходят за короткий период времени.

2. Паводки на нескольких водосборах, связаны с фронтальными осадками. Как правило, осадки с перерывами отмечаются в течение нескольких дней.

Происходит перенасыщение почвы влагой, и при дальнейшем увеличении интенсивности осадков на горных реках формируются паводочные волны. Быстротечность развития паводка определяется интенсивностью склоновых стоков, зависящих во многом от рельефа, состояния подстилающей поверхности.

3. Паводки, вызываемые смерчами. Эти наиболее разрушительные паводки, как правило, связывают именно с выходом смерчей.

Дополнительным фактором, который усиливает развитие паводка во всех трех случаях – это наличие в русле рек каскада гидротехнических сооружений (водохранилищ, прудов, которые при переполнении и дальнейшем разрушении создают дополнительную паводочную волну, усугубляя последствия от паводка).

Антропогенные наводнения на территории Краснодарского края возникают в случае прорыва напорного фронта водохранилищ и прудов; систем обвалования рек; из-за стеснения речного русла инженерными сооружениями при проведении берегоукрепительных, русловыпрямительных работ; из-за сбросов воды с гидротехнических сооружений, водохранилищ, мелиоративных систем в объеме, превышающем пропускную способность русел рек и каналов; из-за отсутствия, технического несовершенства или аварий систем дренажа и водоотведения на городских территориях, или территориях, защищенных сооружениями инженерной защиты; из-за захламленности речных русел и

непринятия мер по их расчистке.

Паводки проходят на всех реках бассейна реки Кубань и на реках Черноморского побережья в течение всего года.

Всего в зону затопления попадают 39 муниципальных образований, 62143 дома, 222 215 человек, 287 мостов, 197 социально-значимых объектов, 270 объектов экономики.

Наиболее подвержена затоплениям южная половина Краснодарского края, к которой относятся муниципальные образования: Абинский, Апшеронский, Белореченский, Динской, Крымский, Курганинский, Лабинский, Мостовский, Новокубанский, Отрадненский, Северский, Темрюкский, Туапсинский, Успенский районы и гг. Анапа, Армавир, Геленджик, Горячий Ключ, Краснодар, Новороссийск, Сочи (рисунок 3.2).

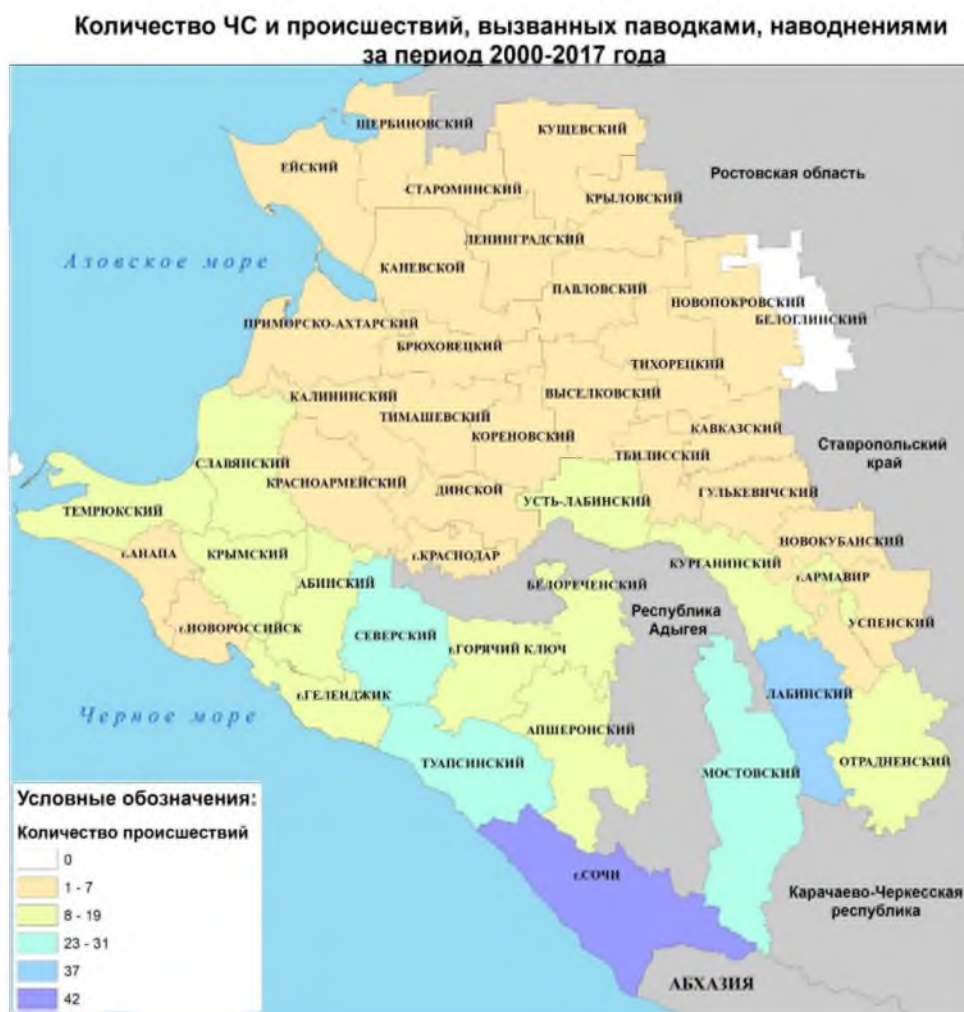


Рисунок 3.2 – Количество ЧС и происшествий, вызванных паводками, наводнениями

Остальные 18 районов подвержены подтоплениям территорий населенных пунктов склоновыми стоками, а также из-за нарушения работы ливневых систем.

Анализ паводков на территории Краснодарского края за 1984 – 2017 гг. показал, что паводки категории «ОЯ» отмечаются в бассейне реки Кубань и реках Черноморского побережья синхронно, с неявно выраженной периодичностью от 2 до 6 лет (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Повторяемость опасных гидрологических явлений на реках Краснодарского края

Опасные гидрологические явления (процессы)	Зоны (районы), подверженные опасным гидрологическим явлениям (процессам)	Среднемноголетняя частота возникновения опасных гидрологических явлений (единиц в год)
1	2	3
Высокие уровни воды в период половодья	Среднее течение р. Кубань (от г. Невинномысск до верхнего бьефа Краснодарского водохранилища)	1 случай в 15-20 лет
	Нижнее течение рр. Большой и Малой Лабы и р. Лаба (от Ахметовской и Псебая до впадения в р. Кубань).	1 случай в 10-15 лет
	Нижнее течение р. Белая (г. Белореченск и Белореченский район).	1 случай в 5-10 лет
Высокие уровни воды в период паводков	Юго-западные притоки р. Кубань (рр. Абин, Адегой, Афипс, Шебш, Адагум и др.)	1 случай в 3-5 лет
	Бассейн рек Пшиш, Пшеха	1 случай в 5-10 лет
	Бассейн реки Псекупс	1 случай в 3-5 лет
	Юго-восточные притоки р. Кубань (рр. Белая, Ходзь, Чамлык, Уруп)	1 случай в 5-10 лет
	Реки Черноморского побережья	1 случай в 2-3 года

Наиболее часто наводнения и паводки отмечаются в период май- июль (76 случаев за 18 лет.), пик приходится на июнь месяц – 33 случая за 18 лет

(рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Паводки, наводнения по месяцам

В первую очередь это связано с максимальной стадией развития половодья, обусловленного активным таянием снега в горах на всем диапазоне высот и увеличением количества выпадающих осадков.

При этом только в последние 10 лет отмечается тенденция к увеличению паводков, и это связано с несколькими причинами.

Первая – продолжающееся в настоящее время потепление, которое началось в середине 70-х годов XX века и наблюдается на всей поверхности Земного шара, в том числе климатические изменения происходят и на территории России.

Происходящие климатические изменения способствуют развитию экстремальных синоптических ситуаций нехарактерных для данного региона. В результате отмечается рост количества случаев выпадения локальных, очень сильных дождей (100 мм и более за период менее 12 час), что приводит к формированию паводков категории «ОЯ» на отдельных реках.

Если раньше осадки интенсивностью 100 мм за 12 часов выпадали 1 раз 3 - 5 лет, то последние 5 лет - ежегодно, а в 2011 – 2013 гг. 2 – 4 раза в год.

Второй фактор – антропогенный. Застройка пойм, низменных мест – все

это приводит к тому, что затопление жилых построек происходит уже при небольших подъемах уровня реки. Высокая засоренность русла рек, особенно малых, значительно снижает их пропускную способность, способствуя более быстрому выходу воды на пойму.

3.2 Анализ изменения уровня воды на р. Псекупс

В работе рассматривается гидрологический режим бассейна реки Псекупс в Горячеключевском районе.

Наблюдения за гидрологическим режимом р. Псекупс проводятся на водомерных постах Росгидромета. Ближайшим действующим пунктом гидрологических наблюдений на р. Псекупс является водомерный пост р. Псекупс - г. Горячий Ключ расположенный, в 2,6 км выше по течению относительно города.

Так же, до сооружения Краснодарского водохранилища, в период с 1967 по 1973 гг., проводились наблюдения на водомерном посту р. Псекупс – станция Саратовская, в 8,9 км ниже по течению относительно участка изысканий. Водомерный пост находился у автодорожного моста. Сведения о гидрологическом посту на р. Псекупс приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Данные гидрологического поста р. Псекупс – г. Горячий Ключ

Водомерный пост	Площадь водо- сбора, км ²	Средняя высота водо- сбора, м БС	Рассто- яние от устья, км	Длина к створу поста, км	Отметка нуля графика, м БС	Период действия	
						открыт	закрыт
р. Псекупс – г. Горячий Ключ	765	310	81,0	62,0	58,06*	07.03.1930 (01.01.1984)	действ.

Река Псекупс является наиболее крупным водотоком Горячего Ключа. Территория бассейна р. Псекупс относится к зоне, подверженной опасным гидрологическим явлениям. На реке Псекупс расположен гидрологический пост – в нижнем течении реки (рисунок 3.5).

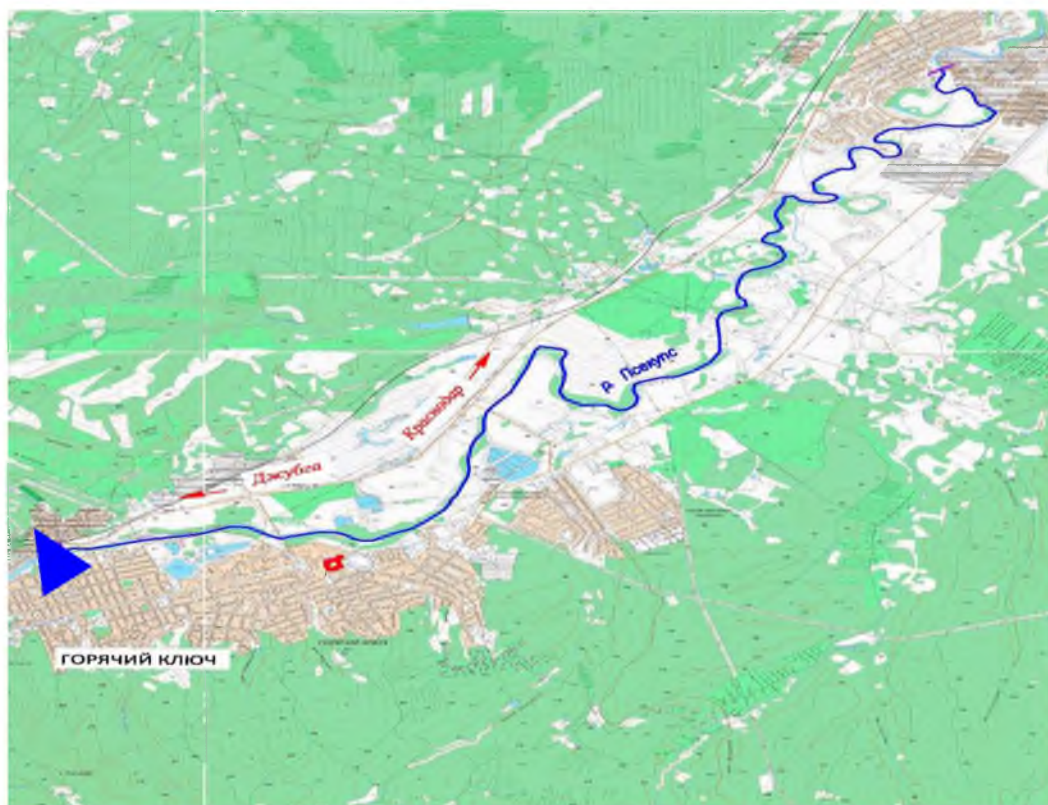


Рисунок 3.5 – Схема расположения на р. Псекупс гидрологического поста

На рисунке 3.6 представлена фотография створа водомерного поста р. Псекупс - г. Горячий Ключ с правого берега.



Рисунок 3.6 – Створ водомерного поста р. Псекупс - г. Горячий Ключ с правого берега

Река Псекупс является левым притоком реки Кубань и берет свое начало на северных склонах Большого Кавказа, на северо-восточных склонах горы Лысой. Река характеризуется прохождением интенсивных паводков в течение осенне-зимнего периода (ноябрь-март) и довольно устойчивой летне-осенней меженью, лишь изредка нарушаемой дождевыми паводками.

Уровень и расход воды в р. Псекупс зависят от количества выпадающих атмосферных осадков, составляющих более 70% питания реки. Основным источником питания для р. Псекупс является дождевой и составляет от 87 % в верхнем течении до 90 % в среднем (г. Горячий Ключ) и 92 % в нижнем.

Доля снегового питания (весенние талые воды) составляет от 10 до 6 %, На долю грунтового питания приходится не более 3% (таблица 3.3).

Таблица 3.3 – Основные источники питания р. Псекупс, %

Вид питания	Верхнее течение	Среднее течение	Нижнее течение
дождевое	86,6	89,7	91,8
снеговое	10,0	8,1	6,0
грунтовое	3,4	2,2	2,2

Среднегодовой сток р. Псекупс по данным Краснодарского ЦГМС составляет 448 млн.м³.

Внутригодовое колебание уровня определяет выпадение атмосферных осадков. Режим реки характеризуется наличием двух паводков, связанных с осенними дождями (ноябрь-декабрь) и весенним снеготаянием (февраль-апрель), а также летне-осенней меженью.

Максимальные расходы воды формируются в период интенсивных ливней. Высокие расходы воды от таяния снега являются редкостью и всегда меньше дождевых. По данным водомерного поста р. Псекупс – г. Горячий Ключ наибольший расход воды наблюдался 5 декабря 1973 г. и составил 944 м³/с. После ввода в эксплуатацию Краснодарского водохранилища максимальных расходов воды на реке Псекупс, превышающих расход воды 1973 г. не наблюдалось. Ниже приводятся результаты наблюдений за

уровненным режимом реки в период с 2010 по 2020 годы (таблица 3.4).

Таблица 3.4 – Динамика изменения положения уровня реки Псепкупс за период 2000 – 2010 гг [19]

Годы	Уровень воды реки Псепкупс по месяцам, см (среднемесячные значения)												Среднегодовой уровень, см
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
2000	145	158	154	123	97	79	59	57	68	69	54	58	93
2001	70	114	119	94	106	88	53	38	64	75	134	146	92
2002	133	122	100	109	60	55	48	64	62	66	91	61	81
2003	117	74	82	91	50	34	36	32	52	56	78	76	65
2004	63	104	86	56	52	45	28	44	22	33	73	85	58
2005	81	60	110	57	41	49	22	-7	-2	9	37	48	42
2006	48	100	69	28	28	10	10	-21	-16	-5	49	22	26,8
2007	53	57	51	32	16	-11	-24	-36	-36	-36	4,0	38	9
2008	19	36	66	19	36	9	7	-13	-31	-27	9	6	11
2009	63	35	69	-2	35	-12	-38	-48	-46	-46	0	23	2,8
2010	36	42	47	7	-23	-31	-32	-55	-54	-19	-20	26	-7

Наиболее высокие уровни воды в реке Псепкупс за данный период наблюдались в 2000 и 2001 годах, наиболее низкие в период 2008-2010 гг. Что можно объяснить чередованием сухих и влажных лет (рисунок 3.7).

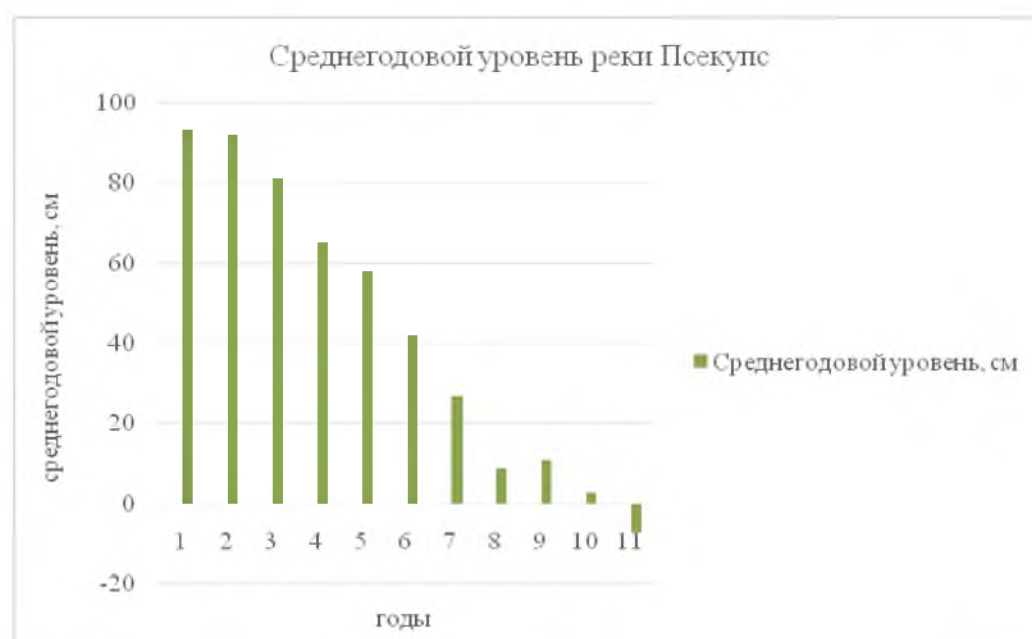


Рисунок 3.7 – Среднегодовой уровень реки Псепкупс за период 2000 – 2010 гг

Таблица 3.5 – Максимальные за год расходы и уровни воды на водомерном посту р. Псекупс – г. Горячий Ключ

Год	Максимальный расход воды		Максимальный уровень воды		
	расход, м³/с	дата	над нулём графика поста, см	м БС	дата
1980	696	12.11.1980	531	62,27	12.02.1980
1981	777	15-16.12.1981	536	62,32	15.12.1981
1982	497	13.01.1982	443	61,39	13.01.1982
1983	453	29.01.1983	430	61,26	29.01.1983
1984	566	28.11.1984	501	63,07	28.11.1984
1985	882	18.12.1985	542	63,48	18.12.1985
1986	550	31.12.1986	455	62,61	31.12.1986
1987	832	29.01.1987	550	63,56	29.01.1987
1988	543	16.11.1988	425	62,31	16.11.1988
1989	678	26.11.1989	479	62,85	26.11.1989
1990	513	20.11.1990	425	62,31	20.11.1990
1991	530	15-16.02.1991	448	62,54	15.02.1991
1992	434	18.01.1992	420	62,26	18.01.1992
1993	408	26.01.1993	415	62,21	26.01.1993
1994	616	20.11.1994	398	62,04	20.11.1994
1995	490	26.12.1995	362	61,68	26.12.1995
1996	891	24.12.1996	498	63,04	16.12.1996
1997	706	06.01.1997	480	62,86	06.01.1997
1998	519	10.01.1998	415	62,21	10.01.1998
1999	382	16.10.1999	371	61,77	16.10.1999
2000	526	25.01.2000	414	62,20	25.01.2000
2001	584	31.12.2001	482	62,88	31.12.2001
2002	620	11.11.2002	430	62,36	11.11.2002
2003	586	25.10.2003	410	62,16	25.10.2003
2004	457	01.12.2004	335	61,41	01.12.2004
2005	485	21.06.2005	350	61,56	21.06.2005
2006	314	04.03.2006	260	60,66	03 -04.03.2006
2007	227	14.01.2007	212	60,18	14.01.2007
2008	162	24.02.2008	208	60,14	24.02.2008
2009	282	09.05.2009	236	60,42	09.05.2009
2010	397	28.11.2010	262	60,68	28.11.2010
2011	483	06.02.2011	292	60,98	06.02.2011
2012	337	25.02.2012	230	60,36	25.02.2012
2013	119	05.01.2013	194	60,00	05.01.2013
2014	140	22.06.2014	244	60,50	22.06.2014
2015	202	12.01.2015	294	61,00	12.01.2015
2016	152	01.02.2016	260	60,66	01.02.2016
2017	123	24.04.2017	214	60,20	24.04.2017
2018	239	25.10.2018	398	62,04	25.10.2018
2019	79,7	01.03.2019	190	59,96	01.03.2019
2020	602	04.02.2020	431	62,37	04.02.2020
2021	964	06.07.2021	590	63,96	06.07.2021

Годовой ход уровня воды р. Псекупс характеризуется общим постепенным подъемом, начинающимся в октябре-ноябре и достигающим наибольшей высоты в феврале-марте.

Иногда он заканчивается слабо выраженным весенним половодьем, но чаще в течение зимних оттепелей в бассейне весь снег тает, и половодья весной не бывает. Зимой часто проходят кратковременные дождевые паводки, формирующие годовой максимум уровня, который приходится, как правило, на декабрь-январь.

Гидрографы стока воды р. Псекупс за период с 2000 по 2020 гг. годы представлены на рисунке 3.8.

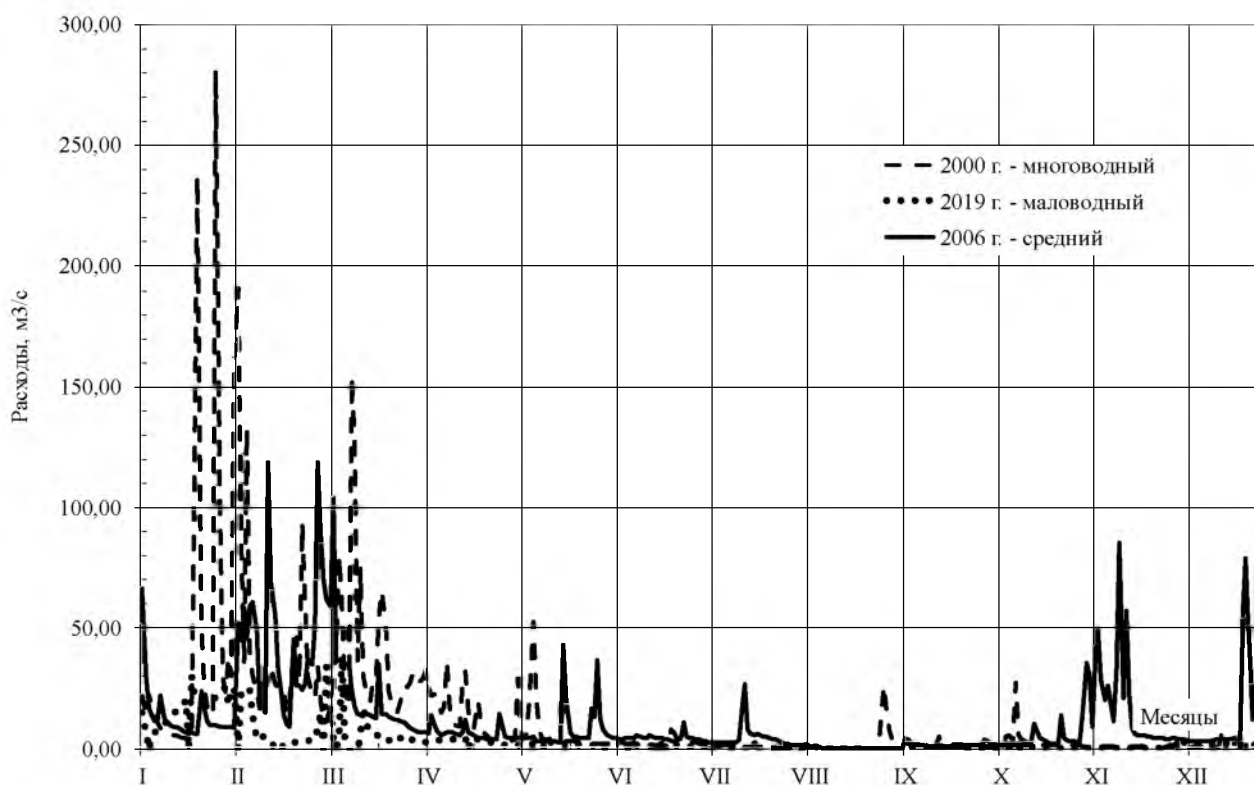


Рисунок 3.8 – Гидрографы стока воды за характерные годы по водомерному посту р. Псекупс – г. Горячий Ключ

В течение апреля-июля происходит понижение уровня, прерываемое кратковременными дождевыми паводками. Наиболее низкие уровни отмечаются в августе-сентябре, но в отдельные годы общий спад их продолжается и зимой.

Наибольшее число паводков приходится на октябрь-декабрь, но бывают и в другой период. Летом высота паводков лишь изредка достигает 100-120 см, тогда как зимой 190-220 см (рисунок 3.9).

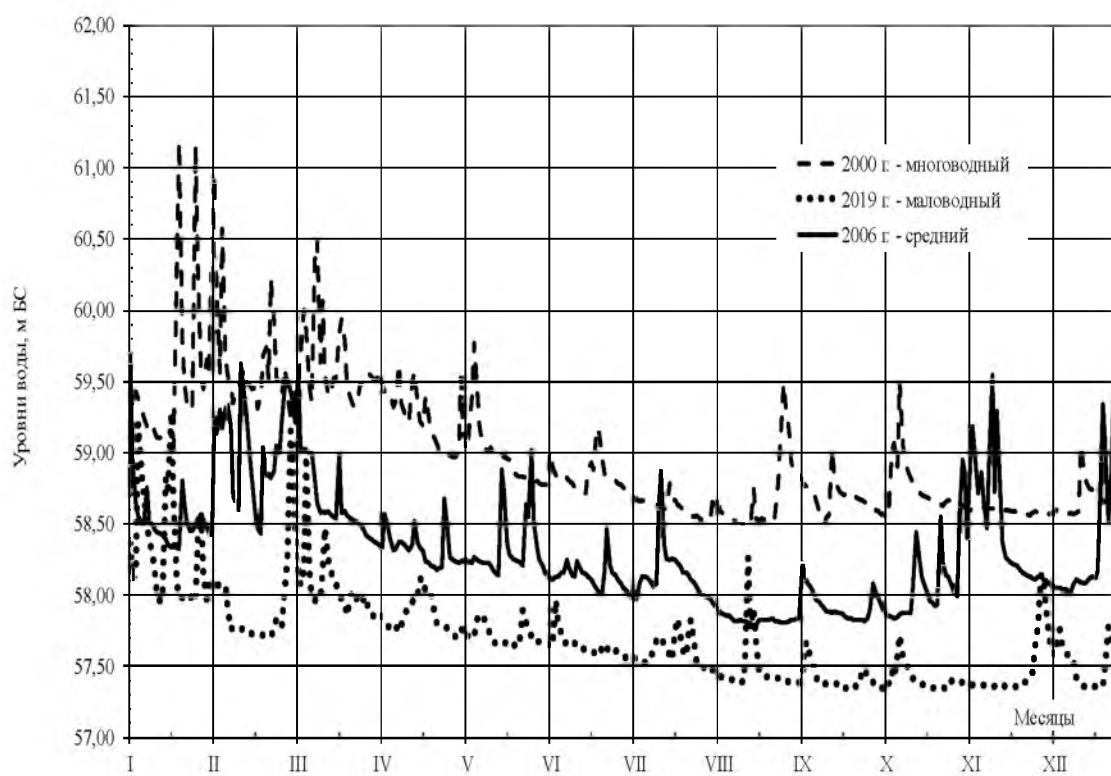


Рисунок 3.9 – Графики уровней воды за характерные годы по водомерному посту р. Псекупс – г. Горячий Ключ

В отдельные годы наивысшие в году паводки случаются и в весенне-летнее время года, в результате выпадения ливневых осадков.

Продолжительность летних паводков 3-5 суток, в то время как зимние, образуемые талыми и дождевыми водами, накладываясь друг на друга длятся до 10-15 суток. Пик максимальных уровней воды сохраняется в течение нескольких часов.

За период наблюдений с 1936 по 2020 гг. максимальный расход воды р. Псекупс в створе водпоста р. Псекупс – г. Горячий Ключ наблюдался при прохождении паводка 5.12.1973 г. и составил 944 м³/с. Наименьший из максимальных – 119 м³/с (05.01.2013 г.) (рисунок 3.10).

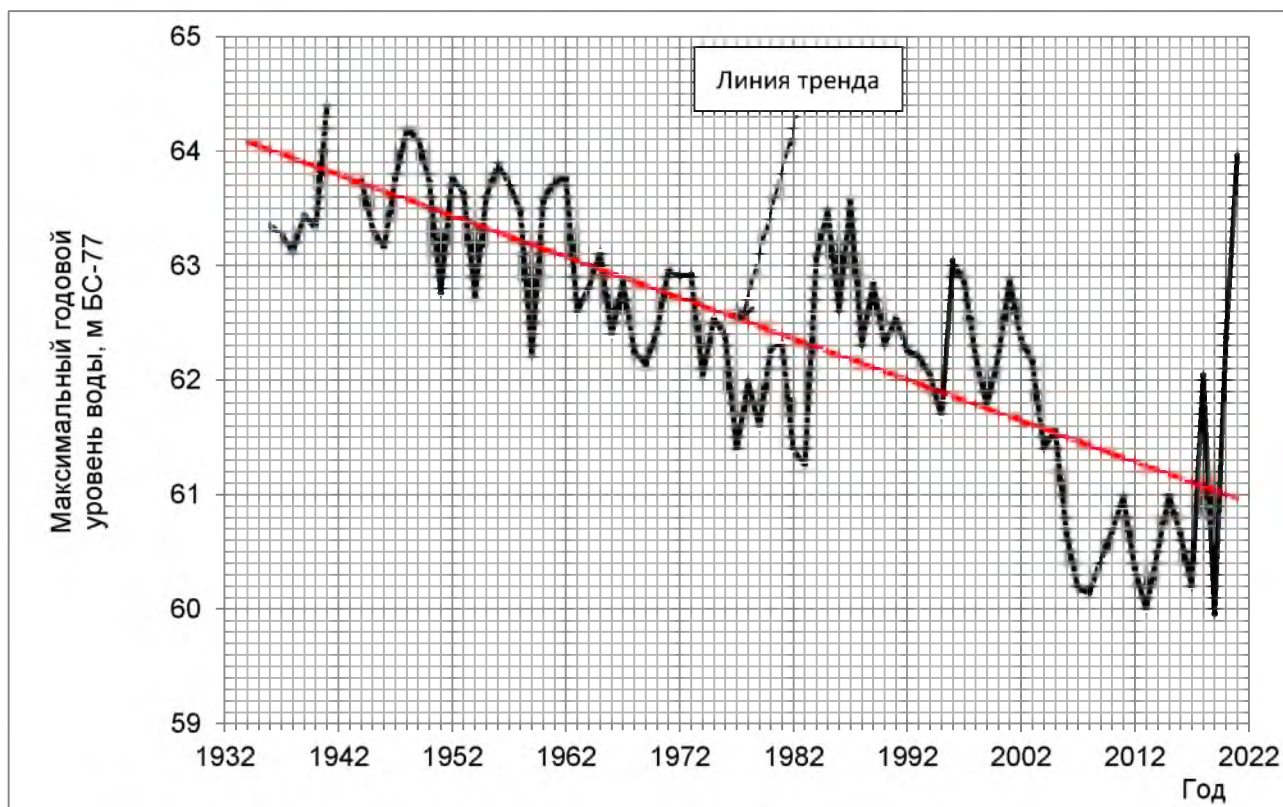


Рисунок 3.10 – Динамика ежегодных максимальных уровней воды по сведениям водомерного поста р. Псекупс - г. Горячий Ключ

Летом река мелеет, а в период дождей, осенью и весной, уровень воды в ней резко поднимается.

С июня по октябрь продолжается устойчивая летне-осенняя межень, иногда нарушаемая дождевыми паводками, лишь изредка превышающими по высоте зимние паводки. В начале лета межень часто отсутствует из-за частого выпадения осадков.

В среднем продолжительность меженного периода составляет 57 дней. Устойчивое грунтовое питание реки Псекупс обеспечивает в течение межени небольшой, но постоянный сток.

Сток р. Псекупс в течение года распределен весьма неравномерно и максимум его приходится на декабрь-март, когда проходит 66,8 % годового стока, при максимуме в декабре (17,8 %).

На летне-осенние месяцы (июнь-октябрь) приходится 10,9 % годового стока при минимальной величине 1,3-1,1 % в августе-сентябре (рисунок 3.11).

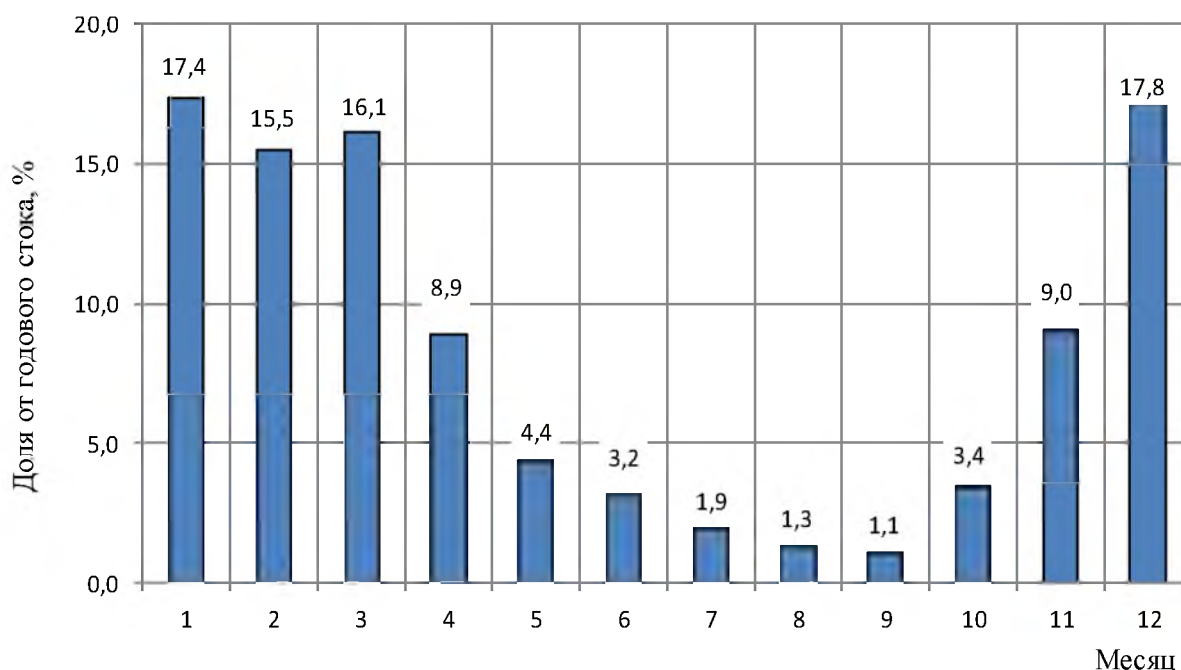


Рисунок 3.11 – Среднее многолетнее распределение стока воды на водомерном посту р. Псекупс – г. Горячий Ключ за период 1936-2020 гг.

Река Псекупс относится к рекам с неустойчивым ледовым режимом. Средние сроки начала ледовых образований в виде заберегов, и сало приходятся на вторую декаду декабря, их окончания - на вторую декаду февраля. Забереги держатся до образования ледостава, а при его отсутствии – почти в течение всей зимы.

Средняя продолжительность ледовых явлений 29 дней, наибольшая – 93 дня (1953-54 гг.). В 4% случаев ледовые явления отсутствуют.

Ледостав образуется не ежегодно, в 25% случаев ледостав не наблюдается. Средняя дата образования ледостава приходится на конец декабря.

Средняя продолжительность ледостава 19 дней, наибольшая - 73 дня (1948-49 гг.). Наибольшая наблюденная толщина льда 42 см (31.01, 05.02.72 г.). Ледоход бывает в редкие годы и проходит при невысоких уровнях, но чаще река очищается путём постепенного таяния ледового покрова.

Заключение

Наибольший ущерб хозяйству Краснодарского края наносят быстро развивающиеся паводки на горных реках, имеющие дождевое или снегодождевое питание. Такие паводки образуются и проходят стремительно, что вызвано большими уклонами и перепадами высот, следовательно, высокими скоростями прохождения воды на небольших расстояниях.

Курорт Горячий Ключ является одним из старейших курортов Краснодарского края и расположен в бассейне р. Псекупс, характеризующейся периодическими подъемами уровня воды в реке, нередко обуславливающие возникновение паводков и подтоплений.

На основании проделанной работы сделаны следующие выводы:

1. Климат г. Горячий Ключ умеренно-континентальный с очень теплым летом умеренно влажной зимой.

2. Среднегодовая температура воздуха за многолетний период наблюдений на территории района изысканий составляет 11,3 °С

3. Среднегодовая относительная влажность воздуха на территории района изысканий составляет 76 %. В годовом ходе максимум значений средней относительной влажности воздуха отмечается в зимние месяцы.

4. За продолжительный период наблюдений среднегодовое количество осадков на территории района изысканий составляет 961 мм. На тёплый период, с апреля по октябрь, приходится 51 % годового количества осадков (486 мм), на холодный, с ноября по март, – 49 % (475 мм).

5. В исследуемом районе преобладают ветры юго-западного и западного направлений. Меньшую, но довольно-значительную, а в отдельные месяцы преобладающую повторяемость имеют ветры северо-восточного направления.

6. Среднегодовая скорость ветра 1,5 м/с., что обусловлено местоположением города, защищенного с трех сторон горами.

7. Учитывая неоднократную смену похолоданий и оттепелей в холодный период года, на территории района изысканий создаются благоприятные

условия для образования гололедно-изморозевых явлений

8. Среди опасных гидрологических явлений для территории Краснодарского края характерны половодья, паводки, заторы и зажоры, сели. Мониторинг водных объектов на территории края осуществляется на 277 гидрологических постах, из которых 60 входят в систему Росгидромета

9. Наиболее подвержена затоплениям южная половина Краснодарского края, к которой относится Горячий Ключ.

10. Анализ паводков на территории Краснодарского края за 1984 – 2017 гг. показал, что паводки категории «ОЯ» отмечаются в бассейне реки Кубань и реках Черноморского побережья синхронно, с неявно выраженной периодичностью от 2 до 6 лет.

11. Река Псекупс является наиболее крупным водотоком исследуемого района. Территория бассейна р. Псекупс относится к зоне, подверженной опасным гидрологическим явлениям. На реке Псекупс расположен гидрологический пост – в нижнем течении реки 12. Средняя годовая скорость ветра на территории области в пределах 3,3-5,2 м/с, имеет хорошо выраженный годовой ход.

13. Уровень и расход воды в реке Псекупс зависят от количества выпадающих атмосферных осадков, составляющих более 70% питания реки.

14. Среднегодовой сток реки Псекупс по данным Краснодарского ЦГМС составляет 448 млн.м³.

15. По данным водомерного поста р. Псекупс – г. Горячий Ключ наибольший расход воды наблюдался 5 декабря 1973 г. и составил 944 м³/с.

16. Годовой ход уровня воды р. Псекупс характеризуется общим постепенным подъемом, начинающимся в октябре-ноябре и достигающим наибольшей высоты в феврале-марте.

17. Зимой часто проходят кратковременные дождевые паводки, формирующие годовой максимум уровня, который приходится, как правило, на декабрь-январь.

18. Наиболее низкие уровни отмечаются в августе-сентябре, но в

отдельные годы общий спад их продолжается и зимой.

18. Наибольшее число паводков приходится на октябрь-декабрь. Летом высота паводков лишь изредка достигает 100-120 см, тогда как зимой 190-220 см.

19. С июня по октябрь продолжается устойчивая летне-осенняя межень, иногда нарушаемая дождевыми паводками, лишь изредка превышающими по высоте зимние паводки. В начале лета межень часто отсутствует из-за частого выпадения осадков.

Список использованной литературы

1. Абдушелишвили, К.Л. и др. Опасные гидрометеорологические явления на Кавказе. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. –288 с.
2. Бузин, В.А. Опасные гидрологические явления. Учеб. пособие. – СПб.: изд. РГГМУ, 2008. - 228 с.
3. Владимиров, А.М. Особенности формирования опасных гидрологических явлений. – СПб.: изд. РГГМУ. 2004. – 65 с
4. Владимиров, А.М. Классификация опасных гидрометеорологических явлений. – СПб.: изд. РГГМУ, 2003 – 214 с
5. Воробьев, В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 616 с
6. Воробьев, С. Н., Нестеров, Ю. А., Водколзин, В. В., Пономарёва, З. В., Сушков, В. Н. География Воронежской области / Под ред. А. Б. Васильева. – Воронеж: ВПГУ, 2007. – 183 с.
7. Дроздов, О.А. Методы климатологической обработки метеорологических наблюдений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 493 с.
8. Дронин, Н.М. Изменение климата и продовольственная безопасность России: историко-географический анализ и модельные прогнозы. – М.: Изд. ГЕОС, 2014. – 303 с.
9. Зверев, К.В. Курорт Горячий ключ. – Краснодар. Изд. Дом- Юг.1984. – 73 с.
10. Зубашенко, Е.М. Региональная физическая география. Климаты Земли: учеб. пособие. Ч.1./ Зубашенко Е.М., Шмыков В.И., Немыкин А.Я., Полякова Н.В. – Воронеж: ВПГУ, 2007. – 183 с.
11. Климатическая система Земли: прошлое и настоящее. Учебное пособие / Н.В. Мякишева. – СПб.: изд. РГГМУ, 2022. – 194 с.
12. Кононова, Н.К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б.Л. Дзердзеевскому. – М.: Воентехиниздат, 2009. – 372 с
13. Лурье, П.М. Водные ресурсы и водный баланс Кавказа. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. – 506 с.

14. Лурье, П.М., Панов, В.Д., Ткаченко, Ю.Ю. Река Кубань. Гидрография и режим стока. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005. – 500 с.
15. Матвеев, Л.Т. Курс общей метеорологии. Физика атмосферы / Матвеев Л.Т. – 2-е изд. перераб. и доп. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 752 с.
16. Матвеев, Л.Т. Физика атмосферы. – СПб.: Гидрометеиздат, 2006. – 380 с.
17. Метеорология и климатология: Учеб. пособие / Г.И. Пиловец. - М.: НИЦ Инфра-М. 2013. – 399 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=391608>
18. Монин, А.С. Введение в теорию климата. Л. Гидрометеиздат. Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 247 с.
19. Панов, В.Д., Базелюк, А.А., Лурье, П.М. Реки Черноморского побережья Кавказа: гидрография и режим стока. // Донской издательский дом, Ростов-на-Дону, 2012. – 605 с.
20. Переведенцев, Ю.П. Теория общей циркуляции атмосферы: учебное пособие / Ю.П. Переведенцев, И.И. Мохов, А.В. Елисеев и др.; науч. ред. Э.П. Наумов. – Казань: Изд. Казан. ун-т, 2013. – 224 с.
21. Русин, И.Н. Стихийные бедствия и возможности их прогноза. – СПб.: изд. РГГМУ, 2003. – 262 с.
22. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Часть 1. Влажность воздуха, атмосферные осадки и снежный покров. — Л.: Гидрометеиздат, 1968. — 327с.
23. Справочник по климату СССР. Вып. 13. Часть 2. Температура воздуха. — Л.: Гидрометеиздат, 1969. — 315 с.
24. Ткаченко, Ю.Ю. Опасные гидрометеорологические явления на Черноморском побережье, связанные с выпадением сильных осадков // Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей. – М.: Триумф, 2012. – С. 43-46.
25. Хромов, С.П. Метеорология и климатология / С.П. Хромов М. А. Петросянц. – М.: Изд-во МГУ, 2004. – 582 с.