

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации

Федеральная служба России по гидрометеорологии  
и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«СИБИРСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»  
(ФГБУ «СибНИГМИ»)

УДК 556.5.048

№ госрегистрации 01201180383

Инв. №



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГБУ СибНИГМИ

д-р физ-мат наук

В.Н. Крупчатников

2014 г.

## ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

ИССЛЕДОВАТЬ ДОЖДЕВЫЕ ПАВОДКИ НА РЕКАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
И УТОЧНИТЬ СТРУКТУРЫ И ПАРАМЕТРЫ РАСЧЕТНЫХ ФОРМУЛ (НА ПРИМЕРЕ  
НОВОСИБИРСКОЙ И КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ)  
(заключительный)

тема 1.1.8.13

Зам. директора по научной работе  
канд. геогр. наук

Отв. исполнитель темы  
канд. геогр. наук

Two handwritten signatures in blue ink. The top signature is for O. V. Klimov and the bottom one is for V. M. Toporov.


О. В. Климов

В. М. Топоров

Новосибирск 2014

## СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Отв. исполнитель темы,  
канд. геогр. наук

  
\_\_\_\_\_ В.М. Топоров  
подпись, дата

Написание отчета, проведение  
расчетов, анализ результатов

Исполнители темы

  
\_\_\_\_\_ Н.А. Гончарова  
подпись, дата

Подготовка исходной информации,  
проведение расчетов.


  
\_\_\_\_\_ Т.Г. Леонова  
подпись, дата

Подготовка исходной информации,  
проведение расчетов.

  
\_\_\_\_\_ Н.А. Лопухова  
подпись, дата

Подготовка исходной информации,  
проведение расчетов.

Нормоконтролер

  
\_\_\_\_\_ Т.П. Панькова  
подпись, дата

## РЕФЕРАТ

Отчет 45 с., 11 илл., 4 табл., 9 источников литературы.

**ДОЖДЕВЫЕ ПАВОДКИ, РАСХОДЫ ВОДЫ, ОСАДКИ, ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ, ПЛОЩАДЬ ВОДОСБОРА, СЛОЙ СТОКА, МОДУЛИ СТОКА, СТОКООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ.**

Объектом исследований являются дождевые паводки на реках Новосибирской и Кемеровской областей.

Цель работы – определить максимальные расходы воды дождевых паводков указанных территорий различной обеспеченности, выявить основные факторы, влияющие на их формирование, уточнить методику расчетов дождевого стока при отсутствии наблюдений.

В процессе работы определены параметры кривых обеспеченности дождевого стока, рассчитаны расходы воды различной обеспеченности, вычислены коэффициенты редукции модулей дождевого стока, построены карты модулей стока 1% обеспеченности для рек с площадью водосбора 200 км<sup>2</sup>, которые можно использовать для расчета стока неизученных рек. Все расчеты проведены в соответствии с СП – 33 -101-2003.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1 Природные условия Новосибирской области .....	6
1.1 Геологическое строение и рельеф Новосибирской области.....	6
1.2 Гидрогеология Новосибирской области .....	8
1.3 Основные черты климата Новосибирской области .....	9
1.4 Гидрография и водный режим рек Новосибирской области.....	12
2 Природные условия Кемеровской области .....	15
2.1 Рельеф Кемеровской области.....	15
2.2 Гидрография и водный режим рек Кемеровской области .....	17
2.3 Почвы и растительность Кемеровской области .....	19
2.4 Климат Кемеровской области.....	21
3 Расчет максимального дождевого стока .....	24
3.1 Условия формирования и характеристика дождевых паводков .....	24
3.2 Многолетние характеристики наибольших дождевых паводков.....	27
4 Расчет максимальных дождевых расходов воды по эмпирическим формулам .....	32
4.1 Расчет максимальных расходов на неизученных реках.....	34
4.2 Расчет максимальных дождевых расходов воды по формуле предельной интенсивности .....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	44
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	45

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование гидротехнических и других инженерных сооружений на склонах и в первичной гидрографической сети требует ответа на вопрос о расчетных значениях характеристик склонового стока, в частности, о максимальных расходах дождевого происхождения. При этом, согласно [1], под расчетным расходом воды понимается расход воды заданной вероятности превышения (обеспеченности), принимаемый в качестве исходного значения для определения размеров проектируемого сооружения.

Повторяемость максимальных расходов дождевого склонового стока в большинстве существующих инженерных методов расчета, в том числе нормативных [1], принимается равной повторяемости максимальной интенсивности осадков за интервал времени, равный времени склонового добегания. В зависимости от положения этого интервала внутри периода выпадения дождя, а также в зависимости от начального увлажнения почвы, потери стока, учитываемые в существующих формулах коэффициентом стока («сборным коэффициентом стока»), будут непостоянными, в общем случае представляющими случайную величину с определенным законом распределения. Поэтому использование на практике максимальной интенсивности осадков различной повторяемости приводит к утрате представлений об обеспеченности вычисленных максимальных расходов.

Другими допущением при оценке обеспеченности максимальных дождевых расходов является предположение, что в формировании расчетного максимального расхода всегда (с вероятностью, равной единице) участвует вся площадь водосбора (длина склона), или же ее определенная постоянная часть, учитываемая весьма условно с помощью коэффициентов «редукции» стока или осадков. Такое допущение нуждается в статистическом обосновании. Таким образом, основная цель работы заключается в разработке способов расчета максимальных расходов воды дождевого происхождения, а также технологии их расчета.

## 1 Природные условия Новосибирской области

Рельеф юга Западной Сибири обусловлен геологическим развитием, тектоническим строением и влиянием разнообразных экзогенных рельефообразующих процессов. Климат Западной Сибири - континентальный, достаточно суровый. Он более суров, чем климат Русской равнины, но мягче остальной территории Сибири. Континентальность нарастает к югу, по мере удаления от побережья Северного Ледовитого океана. Географическое положение обуславливает преобладание западного переноса воздушных масс, но значительная удаленность равнины от Атлантического океана способствует ослаблению влияния атлантических воздушных масс на формирование ее климата. Рассмотрим более подробно природные условия по субъектам Российской Федерации, водные ресурсы которых рассматриваются в отчете.

### 1.1 Геологическое строение и рельеф Новосибирской области

Новосибирская область расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины, примыкающей на востоке к Салаирскому кряжу. Занимаемая площадь - около 178,2 тыс. км<sup>2</sup>. Область располагается в трех природных зонах - лесной, лесостепной и степной. Максимальная ее протяженность с запада на восток - более 600 км и с юга на север – более 400 км. На западе и востоке область граничит соответственно с Омской и Кемеровской областями; с севера и северо-востока к ней примыкают земли Томской области, а с юга и юго-запада - Алтайского края. Большая часть области лежит на междуречье Оби и Иртыша, занимая южную часть Васюганья, Барабинскую низменность и северную часть Кулундинской степи с ярко выраженным равнинным рельефом, и только в восточной части области располагаются отроги Салаирского кряжа (рисунок 1). Протекающая с севера

на юг по территории области р. Обь делит ее на две неравные, но геоморфологически четко различающиеся части – приподнятое и всхолмленное правобережье и левобережную преимущественно равнинную часть.

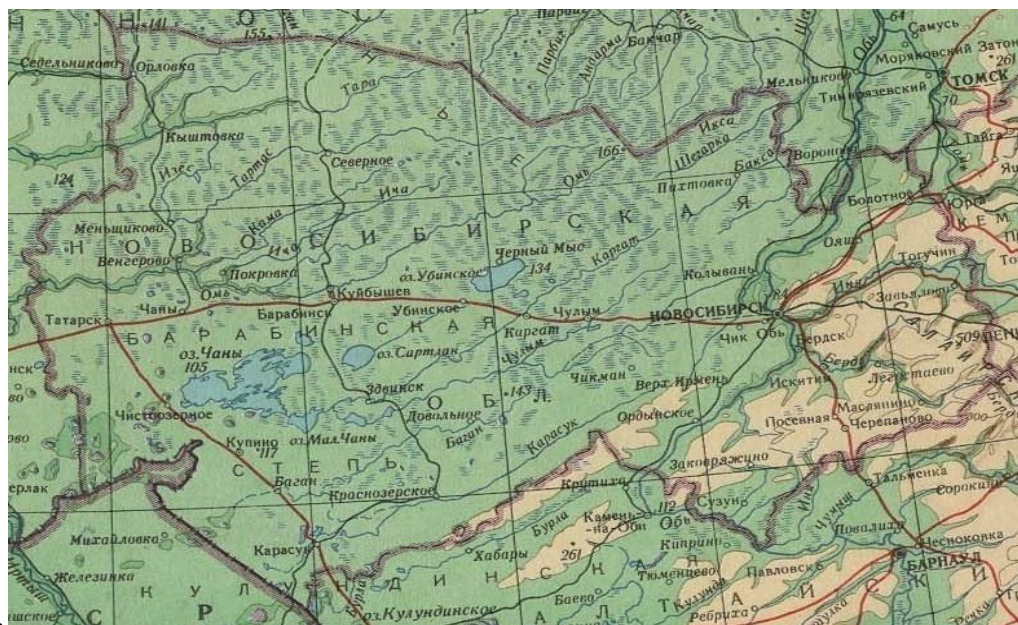


Рисунок 1 – Физическая карта Новосибирской области

Территория Новосибирской области отличается сложным геологическим строением. Большая ее часть (левобережье) расположена в пределах древней Западно-Сибирской плиты, покрытой сверху мощной (до 3000 м) толщей континентальных и морских отложений мезокайнозоя. Две обширные впадины древнего фундамента соответствуют современным низменностям: Барабинской и Кулундинской, разделенным на востоке Приобским плато – одним из крупных разломов земной коры при ее опускании.

По правобережью области с юга на северо-восток тянется Колывань-Томская складчатая зона, сложенная преимущественно гранитами верхнего палеозоя и перекрытая сверху молодыми осадочными породами. С юго-востока к этой зоне примыкают складчато-глыбовые сооружения Салаира и Кузнецкого Алатау. Юго-западная часть их опускается под толщу рыхлых отложений, на северо-западе они выступают на поверхность в виде

Салаирского кряжа. Здесь широко распространены вулканические породы, много известняков, песчаников, конгломератов, сланцев, развит карст.

Абсолютные отметки колеблются здесь преимущественно в пределах 200 – 300 м, при максимальной высоте 523 м на Салаирском кряже. Основу рельефа этой части территории составляют разнотипные формы овражно-балочной сети. В составе рельефообразующих пород преобладают лессовидные отложения различного механического состава.

## 1.2 Гидрогеология Новосибирской области

Новосибирская область расположена в пределах южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и его восточного палеозойского обрамления. Мощная толща рыхлых отложений этого бассейна включает здесь более десяти водоносных горизонтов, различающихся геологическим возрастом и мощностью водовмещающих пород (от верхнечетвертичных до кембрийских, силурийских и других отложений), их глубиной залегания и водообильностью, а также качеством подземных вод [2].

Западная часть Новосибирской области относится к самой низкой структурно-геоморфологической поверхности с абсолютными отметками 90–110 м. От средней поверхности она отделена довольно хорошо выраженным уступом, где высота резко снижается от 125 до 115 м.

В южной части области верхний водоносный горизонт слабо связан с нижележащими, отличается низкой водообильностью и располагается на глубине 6 – 10 м. При движении к северу в зону оптимального и избыточного увлажнения уровни грунтовых вод повышаются до 3 – 6 м и менее, смыкаясь в понижения рельефа с болотами. Эти воды здесь тесно связаны с нижележащими водоносными горизонтами. Уровень их зависит не только от характера рельефа, но и от расстояния до дренирующей гидрографической сети.



В режиме уровней грунтовых вод четко выражен внутригодовой ход, обусловленный климатическими факторами. Годовая амплитуда колебания уровня изменяется от нескольких дециметров на водоразделах до 2 – 2,5 м в приречных участках. В целом она меньше в зоне недостаточного увлажнения. Фазы уровня режима грунтовых вод обычно хорошо согласуются с режимом рек.

В питании рек и сезонном регулировании стока роль подземных вод в отдельных частях области различна. В наиболее увлажненных северной (бассейн р. Тары) и восточной (бассейн р. Берди) частях области доля подземного стока составляет 20 – 30%, в бассейне р. Оми, а также в районах, прилегающих к р. Оби, она изменяется в пределах 10 – 20%, снижаясь до значений менее 10% в бассейне оз. Чаны и даже 1% на крайнем юго-западе области [3,4].

### 1.3 Основные черты климата Новосибирской области

Климат Новосибирской области, обуславливаемый ее положением внутри Азиатского материка и местными особенностями орографии, характеризуется в целом как континентальный. Температура воздуха является одним из наиболее важных элементов климата. Средняя годовая температура воздуха в Новосибирске положительная и составляет  $0,2^{\circ}\text{C}$

Самым холодным месяцем является январь ( $-18,9^{\circ}\text{C}$ ), но в некоторые годы температура других зимних месяцев оказывается ниже январской. Средняя изменчивость температуры воздуха в январе, как и во все зимние месяцы, велика. Средняя температура воздуха с февраля начинает постепенно повышаться. Положительные и отрицательные отклонения в феврале такие же, как в январе, но в среднем температура февраля на  $1,7^{\circ}$  выше январской. В январе и феврале устанавливается зимний режим циркуляции. Сильные морозы могут достигать  $-40, -50^{\circ}\text{C}$ . Понижение

температуры происходит за счет ночного выхолаживания при ясной погоде в устойчивых антициклонах.

К лету циклоническая деятельность ослабевает. Повышение температуры воздуха в июне замедляется, и в среднем за месяц составляет  $16,6^{\circ}\text{C}$ . Внезапные вторжения арктического воздуха могут вызывать заморозки. Только июль полностью свободен от заморозков. Температура в этом месяце повышается, по сравнению с июнем, на  $2,4^{\circ}\text{C}$  и составляет  $19,0^{\circ}\text{C}$ . Июль – самый теплый месяц в году, но возможны случаи, когда максимальная температура воздуха наблюдается не в июле, а в июне или в августе.

В Новосибирской области амплитуда колебаний средних месячных температур воздуха составляет в пределах области  $36\text{--}38^{\circ}$ , а экстремальных ее значений  $85^{\circ}$  на западе и юго-западе области и  $95^{\circ}$  – на востоке [5]. Средняя температура самого холодного месяца, января, составляет минус 19 - минус  $21^{\circ}$ , абсолютный минимум достигает минус 47, минус  $55^{\circ}$ . Самый теплый месяц – июль, средняя температура воздуха в июле составляет  $17\text{--}20^{\circ}$ , абсолютный максимум температуры равен  $37\text{--}40^{\circ}$ . Более низкие значения температуры воздуха относятся к северным районам области и высокие – к южным. В правобережье на фоне широтной зональности элементов климата в их распределении по территории проявляется и вертикальная поясность, то есть зависимость от высоты местности. Продолжительность теплого периода с температурой воздуха выше  $0^{\circ}$  в пределах области составляет 185-195 дней и холодного периода 180-190 дней в году.

Измеренное количество осадков в Новосибирске в среднем за год составляет 425 мм. При этом следует учитывать, что примерно 90 – 100 мм осадков не улавливается осадкомером, часть из них теряется на смачивание ведра, а большая часть сносится ветром, не попадая в осадкомер. В зависимости от вида осадков год условно делят на два периода: холодный – с ноября по март, когда осадки в основном выпадают в твердом и смешанном состоянии, и теплый – с апреля по октябрь, когда преобладают жидкие осадки. В холодный период выпадает около одной четверти годового количества

осадков (95 мм), основное количество их выпадает в теплый период (330 мм). Из общего количества осадков за год 28% приходится на твердые осадки, 63% – на жидкие и 9% – на смешанные. Снежный покров оказывает большое влияние на формирование температурного режима в холодный период и имеет большое значение для хозяйственной деятельности. Время установления первого, еще неустойчивого, снежного покрова в Новосибирске приходится в среднем на 16 октября. В зависимости от погодных условий дата появления снежного покрова в отдельные годы значительно колеблется. Отклонения от средней даты могут быть около месяца. При средней дате появления снежного покрова 16 октября в 75% лет снежный покров появляется 25 октября и позднее, а в 5% лет – 5 ноября и ранее.

В начале зимы высота снежного покрова небольшая. В ноябре она не превышает 12 см. Часто выпадение снега задерживается до декабря, а это приводит к тому, что снег выпадает на мерзлую почву. В основном в течение декабря происходит интенсивное накопление снега и быстрый рост его высоты от декады к декаде. Основные запасы снега накапливаются в первой половине зимы. В течение января – февраля полностью устанавливается зимний режим циркуляции.

Количество осадков и распределение их по территории Новосибирской области крайне неравномерно. На юго-западе они составляют 250–300 мм в год, на севере области – 450 мм, в районе Салаирского кряжа – до 500 мм и выше. В распределении атмосферных осадков влияние рельефа проявляется и в левобережной части области, где даже небольшие повышения местности (Бакчарская возвышенность в верховьях р. Оми, Приобское плато) характеризуются относительно большей величиной осадков.

В отдельные годы количество осадков значительно отклоняется от средних значений и колеблется от 150–500 мм на юго-западе до 300–700 мм на севере и востоке области. Наибольшее количество осадков выпадает обычно в июле (60–80 мм, в юго-восточной части 50–60 мм). На зимний период (ноябрь – март) приходится 17–20% годовой суммы осадков.

Снежный покров на территории формируется постепенно, в конце октября – начале ноября. В первой половине зимы снега еще мало, с января высота его значительно увеличивается и достигает максимальных значений в степных открытых районах 35–55 см, на защищенных участках на 10–20 см выше. Наибольшие запасы воды в снеге составляют 100–130 мм.

#### 1.4 Гидрография и водный режим рек Новосибирской области

По гидрографическому признаку Новосибирская область делится на три части: восточную, непосредственно относящуюся к системе р. Оби, северо-западную, принадлежащую к системе Иртыша (бассейны рек Оми и Тары), а также центральную и южную группу районов, расположенную в бессточной зоне, или точнее, в зоне замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья. Речная сеть в пределах области в зависимости от климатических и других природных факторов, развита неравномерно. Общее число рек, длина которых превышает 10 километров, составляет 430. Более 100 километров имеет протяженность 21 река [6].

С севера на юг восточную часть области четырехсоткилометровой полосой прорезает река Обь. Долина Оби, ширина которой достигает здесь 20 км и более, представляет особый элемент ландшафта, имеющий своеобразные почвенно-климатические и другие природные особенности. Основную часть долины занимает двухступенчатая пойма, расчлененная многочисленными старицами. В долине четко выделяются три надпойменные террасы, и местами менее ясно выраженные – четвертая и пятая. Русло Оби, сложенное преимущественно рыхлыми аллювиальными отложениями, отличается сильной деформацией, изобилует многочисленными островами и отмелям.

В 1950 г. на реке Оби выше Новосибирска началось строительство гидроэлектростанции. В ноябре 1956 г. река была перекрыта плотиной, весной 1957 г. началось заполнение водой нового водохранилища, достигшего

проектной отметки к июню 1959 г. Речная сеть правобережья является самой развитой в области. Густота ее достигает  $130 \text{ м/км}^2$ . Реки протекают здесь по пересеченной местности и имеют значительные уклоны и скорости. Из рек, впадающих на участке Оби выше водохранилища, выделяется Нижний Сузун, в водохранилище впадают река Бердь и более мелкие реки (Каракан и другие). Длина Берди составляет 400 км, ее притоки - Суенга, Ик, Чем - носят горный характер. К предгорным рекам относятся Елбаш, Чесноковка, Тальменка, Елбань, Укроп, Шипуниха, Койониха и другие. Ниже водохранилища в Обь впадает другой крупный приток Оби - р. Иня. Длина ее составляет 800 км, из них около 300 км в пределах Новосибирской области. Основные притоки Ини: Тарсьма, Кайлы, Порос, Лебязья, Ояш и другие [7].

Характерным элементом гидрографии многих районов области являются озера. Общее их число составляет более 3000. Большинство озер расположено в центральной и западной частях равнинной территории. В зависимости от генезиса и географического положения основная часть озер области разделяется на два основных озерных района: Чано-Барабинский и Карасукский. Первый из них включает около 2500 озер с общей площадью около  $4900 \text{ км}^2$ ; 84% этих озер относятся к категории малых (менее  $1 \text{ км}^2$ ) и занимают лишь 14% общей их площади. Крупные озера этого района (Чаны, Убинское, Сартлан, Тандово) занимают 60% этой площади.

Второй Карасукский озерный район значительно меньше по количеству и площади озер. Общая площадь их составляет около  $100 \text{ км}^2$ . Из них наиболее крупные озера - Хорошее, Кривое, Чебачье - имеют площадь соответственно 40,7; 21,3 и  $19,7 \text{ км}^2$  [7].

Широко представлены на значительной части Новосибирской области и болота. В правобережье Оби болота занимают не более 2-3% общей территории речных бассейнов, достигая 5% лишь в бассейне реки Каракан. В левобережной части наиболее заболочен север области. В верховьях рек Тары, Тартаса, Оми, а также частично Каргата, Тои и Баксы болотами занято от 60 до 90% площади. Практически повсеместно степень заболоченности

уменьшается вниз по течению рек, составляя по крупным речным бассейнам в целом от 20-25% (реки Чулым, Каргат) до 40-50% (реки Омь, Тартас, Тара).

Гидрографическая сеть Новосибирской области, особенно в последние годы, находится под все возрастающим воздействием деятельности человека. Большое количество различного рода сооружений, возводимых на реках и озерах, приводит к изменению их естественного режима или его полному нарушению. Питание рек происходит поверхностными и подземными водами. Роль и количество воды, которое получают реки от того или иного вида питания, различны для разных рек и меняются по сезонам года. Эти различия зависят в основном от климатических условий данного района – режима осадков и температуры воздуха в течение года.

Питание реки подземными водами определяется характером взаимодействия грунтовых и речных вод, либо осуществляется непосредственным выходом грунтовых вод в речное русло. Доля подземного питания рек колеблется в значительных пределах – от 0 до 40%, иногда до 60% общего годового питания рек. Запасы подземных вод пополняются в основном весной в результате просачивания талых вод, а также частично и осенью от выпадающих дождей.

Основным источником питания всех рек области являются зимние осадки, которые формируют от 47 до 78% годового стока. С севера на юг и с востока на запад уменьшается величина дождевой составляющей в питании рек (от 11% по реке Тартас до 6% по реке Каргату). Величина грунтового питания, в связи с увеличением глубины залегания подземных вод и уменьшением их динамических запасов, также уменьшается с севера на юг (от 27% по реке Тартас до 16% по реке Каргату).

По характеру водного режима реки большей частью рассматриваемой территории относятся к рекам с весенним половодьем и паводками в теплое время года. На севере области (бассейн реки Тартас) в отдельные годы могут иметь место черты режима рек с весенне-летним половодьем, присущим лесной зоне. Основной фазой режима всех рек области является половодье, в

период которого проходит до 78% годового стока, а также наблюдаются максимальные расходы и уровни воды. Почти для всех рек характерна устойчивая, продолжительная летно-осенняя и зимняя межень. Дождевые паводки незначительны. Дождевые паводки на территории области выражены также различно. Наибольшую роль в речном стоке они играют на реках севера области и наименьшую - в южной ее части.

## 2 Природные условия Кемеровской области

Кемеровская область расположена в юго-восточной части Западно-Сибирской равнины в основном в пределах бассейна р. Томи. Её площадь составляет 95,5 тыс. км<sup>2</sup>, протяжённость по меридиану 500 км (рисунок 2).

### 2.1 Рельеф Кемеровской области

Рельеф области отличается большим разнообразием: на западе протянулся Салаирский кряж, на востоке – Кузнецкий Алатау, между ним расположена Кузнецкая котловина, которая на севере сливается с Западно-Сибирской равниной. На юге Салаирский кряж и Кузнецкий Алатау, сближаясь, соединяются с Алтайскими горами. Этот район называется Горной Шорией [8].

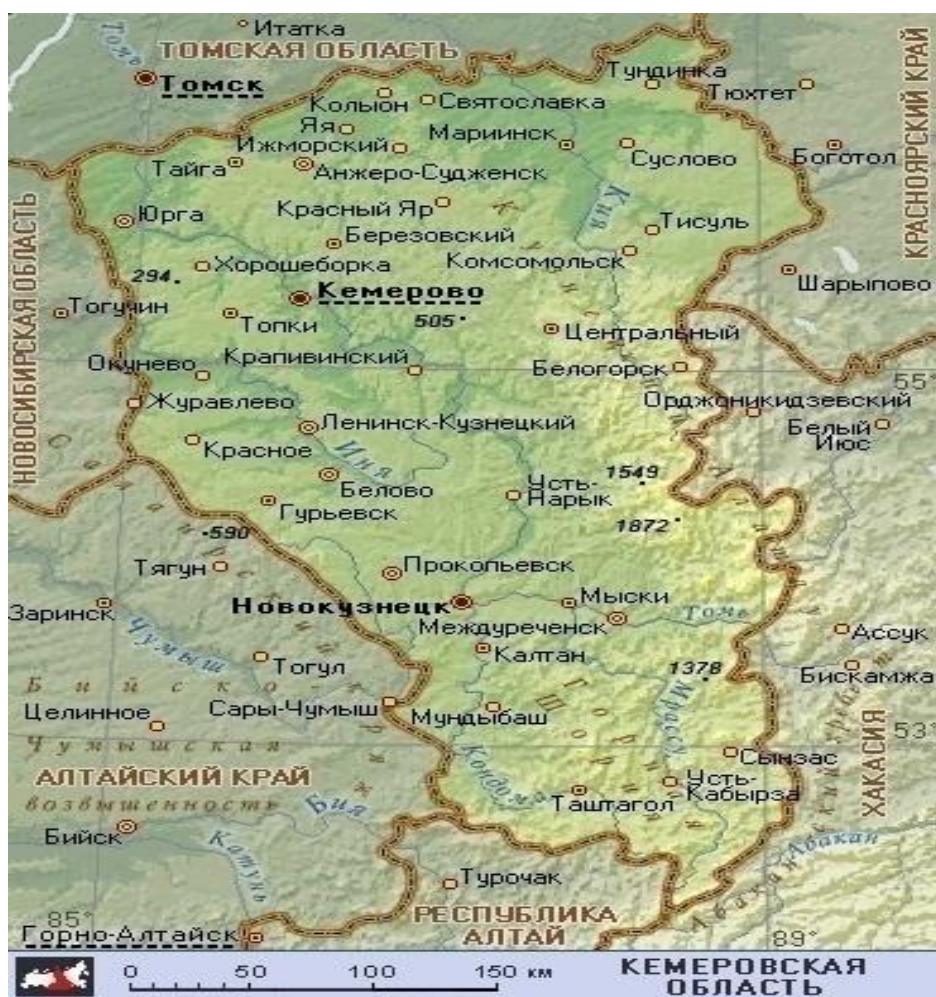


Рисунок 2 – Карта Кемеровской области

Кузнецкий Алатау состоит из сложной системы горных массивов и коротких кряжей с плоскими, относительно ровными вершинами. Кряжи расположены в самых разнообразных направлениях и расчленены густой сетью притоков рек Томи и Кии и глубокими, нередко скалистыми, ущельями. Отдельные высоты достигают 2000 м.

Кузнецкая котловина в пределах области имеет вид неправильного прямоугольника, вытянутого с севера-запада на юго-восток. Её длина превышает 350 км, а ширина достигает 100 – 120 км. Общая площадь котловины около 30 тыс. км<sup>2</sup>. Она представляет собой волнистую равнину, расчленённую густой сетью широких пологосклонных долин и балок, в центральной части которой протекает р. Томь. Высоты в северной части котловины составляют 100 – 200 м, на юге они возрастают до 400 – 500 м.



Равнинный рельеф котловины нарушается лишь в её центральной части рядом невысоких горных кряжей. Кузнецкая котловина получила название Кузнецкого угольного бассейна, так как большая часть её территории сложена угленосными породами.

## 2,2 Гидрография и водный режим рек Кемеровской области

Речная сеть в области довольно густая, представлена реками бассейна Томи (Уса, Мрас-Су, Кондома, Мундыбаш, Тельбес, Тайдон и др.), бассейна Чулыма (Урюп, Кия, Каштак, Тяжин, Яя, Золотой Китат и др.) и верховьем р. Ини. Всего в области насчитывается около 750 рек длиной 10 км и более, из них только у 30 протяжённость более 100 км. Самая большая по длине и водности р. Томь, берущая начало на западных склонах Абаканского хребта, имеет преимущественно горный характер. В верховье Томь порожиста, с узкой долиной, крутыми и высокими берегами. Ниже впадения р. Усы её долина расширяется, пойма местами достигает 2 – 3 км (г. Новокузнецк). Ниже с. Крапивино река протекает по холмистой местности, течение становится более спокойным. Основные притоки Томи (Уса, Мрас-Су, Кондома, Мундыбаш, Тельбес, Тайдон, Ускат) носят горный характер: крутые, высокие берега, большие уклоны, быстрое течение. Русла этих рек каменистые, песчано-галечные. Средние скорости течения в паводок 1 – 3 м/сек, в межень 0,3 – 0,8 м/сек.

Реки бассейна Чулыма протекают по северным и северо-восточным склонам Кузнецкого Алатау. Их долины широкие, с умеренно крутыми склонами, русла песчано-галечные. Средние скорости течения в паводок 0,8 – 3 м/сек., в межень 0,2 – 0,6 м/сек.

Режим рек области характеризуется высокой волной весеннего половодья, относительно устойчивой и высокой меженью, обусловленной грунтовым питанием и дождевыми осадками, вызывающими резкие подъёмы уровня воды, превышающие в отдельные годы весенние. Реки области

относятся к рекам смешанного типа питания. Доля снегового стока составляет 60 – 65%, дождевого – около 20% и грунтового – 10 – 20%

Наиболее многоводными в области являются реки Томь, Уса, Кондома, Кия, Яя, Средняя Терсь. Средний многолетний годовой модуль стока (количество воды в литрах, стекающей с 1 км<sup>2</sup> водосбора в секунду) колеблется на этих реках от 10 до 50 л/сек.км<sup>2</sup>. Малые реки – Лебедка, Каштак, Чесноковка – имеют средний годовой модуль от 1,0 до 5,0 л/сек. км<sup>2</sup>.

Максимальные расходы воды на всех реках наблюдаются во время весеннего половодья (с конца апреля до конца мая) и лишь в отдельные годы – во время летне-осенних дождевых паводков. Замерзают реки области не одновременно. Раньше (6 – 8 ноября) замерзают малые реки и реки с небольшими скоростями течения (Лебедка, Каштак, Тяжин, Кия). Река Томь и её притоки – р. Уса, р. Мрас-Су, р. Средняя р. Терсь, р. Тайдон – замерзают, как правило, в середине и в конце второй декады ноября. Разница в сроках замерзания рек в верхнем и нижнем течении составляет 3 – 5 дней. Продолжительность ледостава 150 – 170 дней. Зимний режим рек характеризуется наличием наледей, полыней, зажоров. Некоторые реки замерзают на 3,0 – 3,5 месяца (Лебедка, Чесноковка).

Вскрытие рек области происходит в конце второй – начале третьей декады апреля, спустя 5 – 10 дней после начала подъёма уровня воды. Весенний ледоход продолжается в среднем 3 – 10 дней и сопровождается образованием заторов. Максимальный уровень весеннего половодья является, как правило, наивысшим годовым. На большинстве рек он наступает в последние дни ледохода или спустя некоторое время после него – в первой декаде мая. На притоках Кии, где весенний ледоход часто отсутствует, максимальный уровень наблюдается в конце апреля при воде, текущей поверх льда.

Весенние подъёмы уровня составляют в среднем от 1,5 – 5,0 м на малых реках (Баим, Каштак, Тяжин) до 7 – 10 м на Томи. Продолжительность половодья в среднем 1,5 – 2,5 месяца. У большей части рек области пойма или

очень мала или вообще отсутствует. Пойма обычно односторонняя, переходящая с одного берега на другой, шириной 20 – 150 м (Мундыбаш, Каштак, Байм, Лебедка, Золотой Китат). Некоторые реки имеют значительный весенний разлив шириной от 300 м (р. Мрас-Су, р. Кондома, р. Тайдон) до 400 м (р. Урюп). Во время весеннего половодья затопляются пониженные участки на глубину 0,5 – 2,5 м.

### 2,3 Почвы и растительность Кемеровской области

Почвенный покров горной территории области довольно однообразный. В лесном поясе преобладают глубокоподзолистые почвы черневой тайги. Ниже лесного пояса вдоль восточной окраины Салаирского кряжа, в полосе, переходной к Кузнецкой котловине, почвы более разнообразны. Наряду со слабоподзолистыми почвами здесь встречаются серые лесные и оподзолистые чёрноземы, местами непосредственно, почти без переходов смыкающиеся с глубокоподзолистыми почвами тайги. На сниженных высотах Кузнецкого Алатау формируются горно-лесные глубокоподзолистые почвы. В высокогорном поясе встречаются небольшие участки горно-тундровых и несколько чаще – горно-луговых почв. Крутые склоны почти совершенно лишены почвенного покрова.

В пределах равнинной части Кузнецкой котловины развиваются зональные типы почвенного покрова. Для центральной части котловины характерно преобладание выщелоченных и оподзоленных суглинистых чернозёмов. Наряду с ними встречаются оподзоленные, преимущественно тёмноцветные, богатые гумусом темно-серые почвы лесостепи. В понижениях рельефа, по долинам рек и днищам балок, развиваются солончаковые торфянистые и карбонатные лугово-болотные почвы. На более сухих участках долин формируются ясно выраженные столбчатые солонцы. Засоленные почвы характерны для лугов и долин, лежащих между рекой Инёй и

Салаирским кряжем. В других местах котловины засоленные почвы не развиты.

На Предсалаирской равнине под остепнёнными лугами развиты выщелоченные среднемощные чернозёмы, а также оподзоленные преимущественно тяжелосуглинистого механического состава. Значительные массивы под берёзовыми травянистыми лесами и вырубками заняты тёмно-серыми и серыми лесными почвами.

В пределах Мариинской лесостепи на водораздельными пространствах и верхних террасах крупных рек под пологом берёзовых и сосново-берёзовых травянистых лесов развиваются серые лесные почвы в сочетании с выщелоченными чернозёмами. Террасы рек заняты выщелоченными чернозёмами. По нижним надпойменным террасам развиты лугово-черноземные и луговые почвы.

Растительный покров Салаирского кряжа, Кузнецкого Алатау и Горной Шории, как и почвенный, характеризуется большим однообразием на основной территории и чрезвычайной комплексностью в узкой полосе предгорий. Салаирский кряж находится полностью в пределах лесного пояса. Степная растительность подходит к его подножью только на примыкающих участках к Кузнецкой котловине. В Кузнецком Алатау фрагментарно выражен высокогорный пояс; по восточному склону разряженными участками встречается степная растительность, но основная площадь этого склона также покрыта лесами. Леса горной части области характеризуются широким развитием формации черневой тайги. Общий ландшафт Кузнецкой котловины – лесостепной. Наиболее остепненная её часть находится в присалаирской части бассейна р. Ини. К периферии котловины начинает проявляться влияние вертикальной поясности, и облесённость увеличивается. В лесах почти всегда присутствуют подлесок из жёлтой акации, боярки, шиповника, таволги, а по пониженным участкам встречаются заросли чёрной и красной смородины. По песчаным наносам террас рек распространены сосновые боры с кряжистыми и невысокими болотными соснами. Под пологом деревьев обычно также

развиваются кустарниковый подлесок и травяной покров различного состава. По долинам небольших рек расположены низинные, часто заболоченные осоко-злаковые луга, а по долинам крупных рек на пойменных участках – различные типы заливных лугов. Естественный растительный покров Предсалаирской равнины и Мариинской лесостепи представлен луговыми степями, чередующимися с участками берёзовых лесов.

#### 2.4 Климат Кемеровской области

Климат области резко континентальный. Определяется он сложным взаимодействием циркуляционных факторов и характером подстилающей поверхности. Отличительные черты климата – жаркое и короткое лето, холодная и многоснежная зима с умеренными, редко сильными ветрами и метелями, переходные периоды непродолжительны [8].

Средняя температура воздуха самого тёплого месяца (июля) 16,0 – 18,5°, в отдельные годы температура может существенно отличается от средней. Абсолютный максимум температуры воздуха достигает 35 – 37° , а в предгорьях Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау 38 – 39°. Самым холодным месяцем является январь. Средняя температура воздуха в январе составляет – 17,5 – 19,5°. Абсолютный максимум температуры воздуха опускается до минус 45, минус 48° в Горной Шории и до минус 50, минус 57° в предгорьях Кузнецкого Алатау. Средняя годовая амплитуда температуры воздуха (разница между средней температурой самого холодного и самого тёплого месяцев) равна 34 – 38°. Абсолютная амплитуда температуры (разница между абсолютным максимумом и абсолютным минимумом температуры) достигает 80 – 85°, а в предгорьях Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау 90 – 95°. Тёплый период (с температурой выше 0°) начинается со второй декады апреля и длится до второй декады октября, в среднем продолжительность его составляет 175 – 195 дней.

Осадки на рассматриваемой территории в связи с большим разнообразием рельефа распределяются крайне неравномерно и колеблются за год в больших пределах: от 400 до 900 мм. В Кузнецкой котловине количество осадков увеличивается по мере приближения к горам Кузнецкого Алатау. На западных его склонах, а также в Горной Шории выпадает наибольшая годовая сумма осадков – до 1000 – 1400 мм, т.е. на западных склонах Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау в местах, наиболее открытых для влажных ветров, осадков выпадает в среднем на 80 – 100% больше, а на восточных подветренных – на 20 – 25% меньше, чем на равнине.

В годовом ходе осадков наименьшее количество их наблюдается в феврале и марте и не превышает 10 – 20 мм, на отдельных станциях, расположенных на западных и юго-западных склонах Кузнецкого Алатау, количество осадков составляет 33 – 37 мм. В месяц максимума осадков (июль – август) их выпадает 70 – 90 мм, а на отдельных возвышенных местах Кузнецкого Алатау 100 – 150 мм.

В отдельные годы, в зависимости от условий атмосферной циркуляции, как минимум, так и максимум могут быть сдвинуты на другие месяцы, месячные количества осадков также могут значительно отклоняться от многолетнего среднего значения. Среднее количество осадков за май – сентябрь составляет 250 – 350 мм, на западных склонах Кузнецкого Алатау увеличивается до 350 – 450 мм, а на отдельных станциях – до 600 мм.

Число дней с осадками 0,1 мм и более не везде одинаково: 145 – 165 дней в предгорьях Салаирского кряжа и Кузнецкого Алатау, 165 – 185 дней – на большей части равнинной территории области и увеличивается до 200 дней в районах Горной Шории. Число дней с осадками 10 мм и более составляет 7 – 10 в год, а в Горной Шории – 25. Невелико, в среднем по территории 1 – 2 дня в год, число дней с количеством осадков 20 мм и более. Изменение числа дней с осадками от месяца к месяцу в течение года сравнительно небольшое. Почти половину всех дней года составляют дни с выпадением осадков, однако продолжительность осадков в день невелика, особенно в тёплый период года.

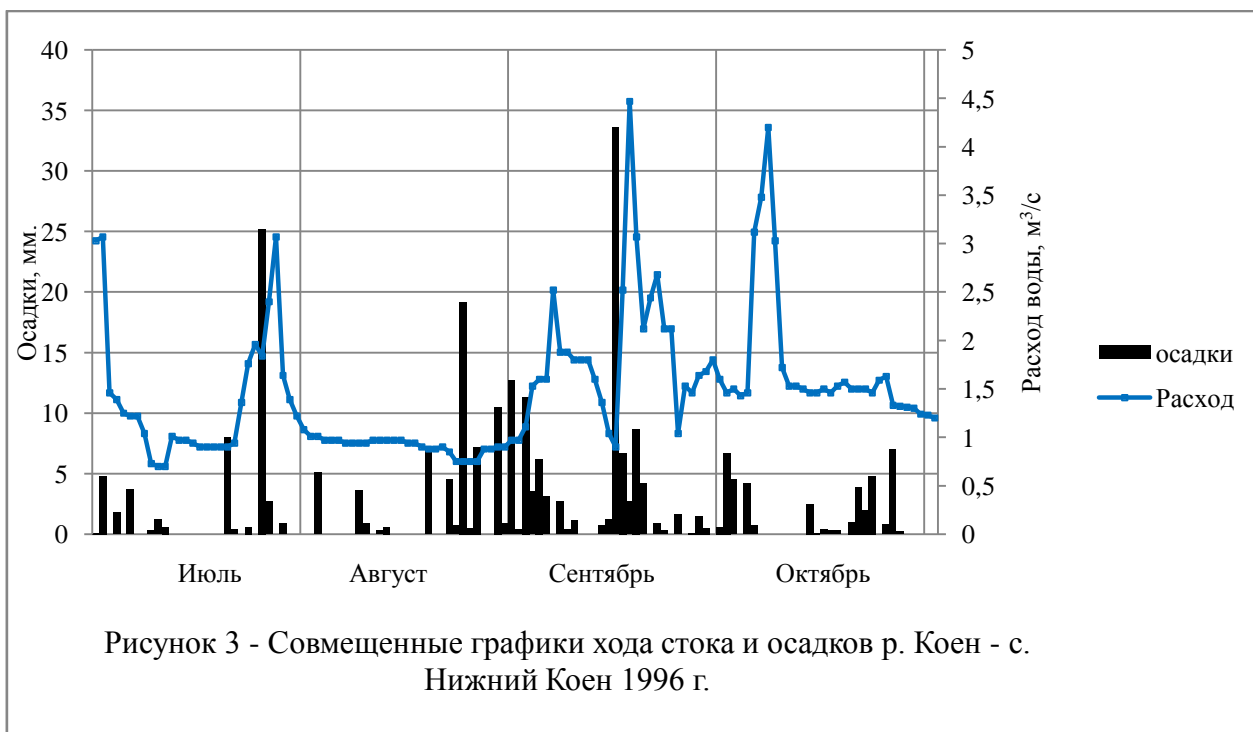
Средняя продолжительность осадков в день мала вследствие того, что в теплый период года преобладают осадки ливневого характера, длятся они 3 – 6 час. Общая продолжительность выпадения осадков за год по территории равна 1400 – 1650 час. В годовом ходе наибольшая суммарная продолжительность осадков наблюдается в октябре – марте, наименьшая – в апреле – сентябре. С увеличением продолжительности обычно уменьшается интенсивность осадков. Об интенсивности можно судить по суточному максимуму осадков. В пределах рассматриваемой территории абсолютный максимум осадков за сутки в месяцы тёплого периода года (с мая по сентябрь) изменяется в зависимости от циркуляционных условий от 40 до 85 мм.

Снежный покров определяет особенности термического режима почвы и степень её увлажнения. Снежный покров появляется в области на 5 – 10 дней раньше перехода средней суточной температуры воздуха через 0°, т.е. в течение второй декады октября. В отдельные годы, в зависимости от погодных условий, даты появления снежного покрова могут отклоняться от средних многолетних на 2 – 3 недели в ту или другую сторону. В большинстве случаев первый снег быстро сходит. Устойчивый снежный покров образуется обычно в конце третьей декады октября или в начале первой декады ноября. Из-за сильно пересечённого рельефа снег залегает очень неравномерно. Самый высокий снежный покров отмечается в марте. Средняя из наибольших декадных высот его за зиму на открытых участках составляет 20 – 60 см, на защищённых – 60 – 90 см. В предгорных районах средняя из наибольших декадных высот снежного покрова за зиму соответственно увеличивается до 100 см на открытых участках и 120 см на защищённых. Средняя дата схода снежного покрова близка к весенней дате перехода средней суточной температуры воздуха через 0° и приходится на вторую декаду апреля. Запас воды в снеге равен 60 – 90 мм на равнинной территории области, 100 – 140 мм в предгорьях Кузнецкого Алатау и Салаирского кряжа и 180 – 200 мм и более – в районах Горной Шории. Число дней со снежным покровом по территории области составляет в среднем 160 – 180, в предгорьях – 190 – 200.

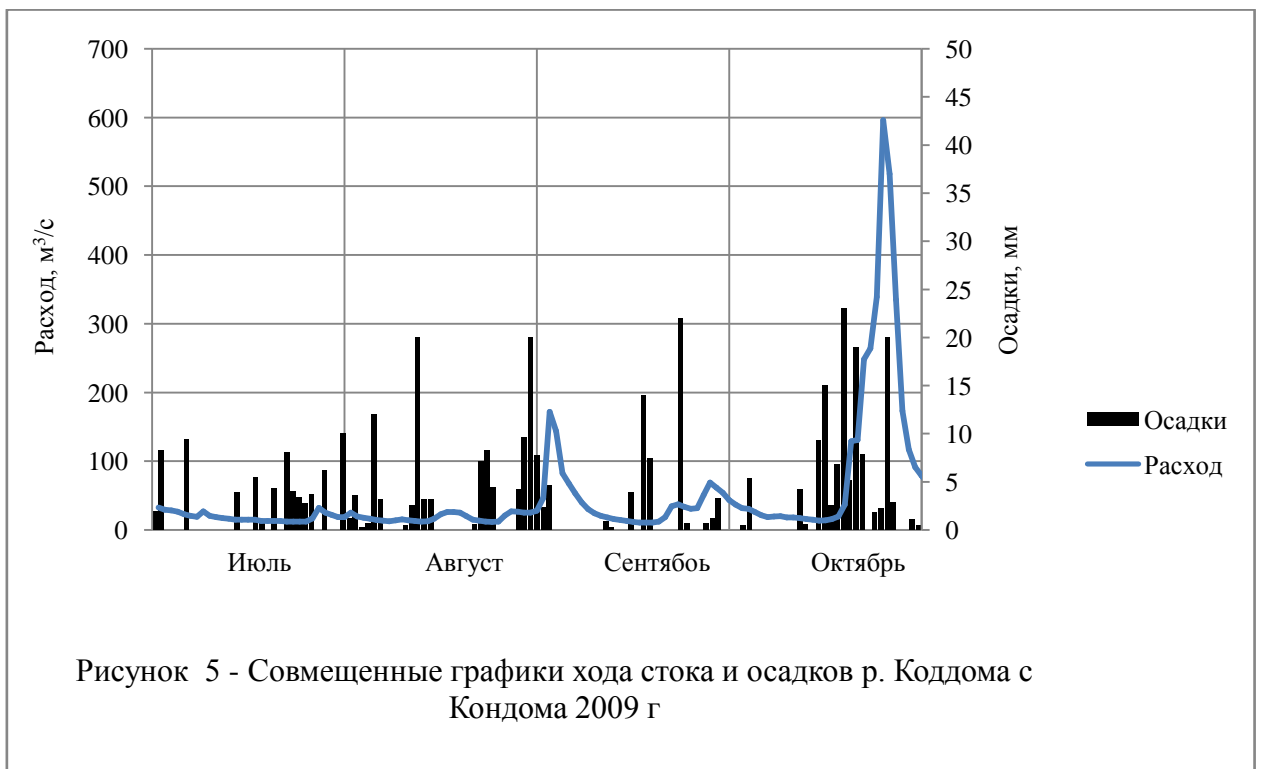
### 3 Расчет максимального дождевого стока

#### 3.1 Условия формирования и характеристика дождевых паводков

Паводочный период на реках Новосибирской и Кемеровской областей начинается вслед за весенним половодьем, а иногда на его спаде в конце июня – начале июля, и продолжается по ноябрь включительно. Предгорье, горный район Кемеровской области являются основными паводкообразующими территориями. Здесь ежегодно наблюдается до 4 – 6 паводков. На реках севера Новосибирской области дождевые паводки бывают не каждый год. Наибольшие по величине паводки проходят по территории не одновременно. Так, на реках горного района Кемеровской области они чаще всего имеют место быть в августе – октябре, в бассейнах рек Оми и Тары – в июле – августе (рисунки 3—5)







Строгой закономерности в соотношении максимумов половодий и дождевых паводков нет. Максимумы половодий, в основном, превышают

максимумы дождевых паводков, за исключением некоторых паводков в горных районах Кемеровской области (рр. Кондома, Мундыбаш, Амзас, Тайдон).

В связи с трудностями выделения дождевого стока во время спада половодья в работе рассматривались паводки, наблюдавшиеся в летне – осенний сезон (VII – XI). Календарные сроки сезонов приняты едиными для всех лет и общими для всех рек, с округлением до целого месяца. Границы сезонов рекомендованы в нормативных документах и другой литературе [9,10]. Паводки, приходящиеся на время спада половодья, должны учитываться при расчетах как сформированные снего- дождевым питанием.

При выделении наибольших дождевых паводков дата начала паводка  $T_n$  определялась как дата, предшествующая заметному подъему кривой на гидрографе. За конец паводка принималась дата  $T_k$ , соответствующая расходу воды на спаде паводка, равному предпаводочному расходу  $Q_n$ . Естественно, такой способ определения дат очень субъективный, что может отразиться при подсчете слоя стока за паводок. Для характеристики дождевого стока были обработаны наибольшие в году одновершинные паводки летне-осеннего периода. В тех случаях, когда невозможно было выделить наибольший единичный паводок из многовершинного, последний принимался за единичный.

Основным недостатком исходных данных является неравномерное размещение гидрометрических постов по территории; повсеместно отсутствуют наблюдения на малых реках.

Факторы, влияющие на дождевые максимумы, можно разделить на две группы: 1) метеорологические, 2) влияющие на величину потерь дождевых вод и время их добегаания.

Среди метеорологических факторов основное значение имеют характеристики дождей: суточный максимум осадков, число дней с осадками выше определенной величины, интенсивность осадков и т. п. Нужно сказать, что характеристики дождей изучены в рассматриваемом районе еще

недостаточно. Особенно это относится к ливням, охватывающим небольшие территории, закономерности распределения в пространстве которых редкая сеть метеорологических станций не может отражать. Паводки лесостепной зоны продолжаются 3-5 дней, а лесной 15-20.

### 3.2 Многолетние характеристики наибольших дождевых паводков

Для оценки вероятных максимальных расходов воды и слоев стока дождевых паводков различной обеспеченности были построены эмпирические кривые обеспеченности. При построении этих кривых вероятность превышения максимального расхода и слоя стока определялась по формуле, рекомендуемой в СП 33-101-2003 [1]:

$$P_{m\%} = \frac{m}{n+1} 100, \quad (1)$$

где  $m$  – порядковый номер членов ряда гидрологической характеристики, расположенных в убывающем порядке;

$n$  – общее число членов ряда.

Для сглаживания и экстраполяции эмпирических кривых распределения ежегодных вероятностей превышения применялось трехпараметрическое распределение Пирсона III типа (биномиальная кривая). Коэффициенты вариации  $C_v$  и асимметрии  $C_s$  определялись методом моментов по формулам:

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n-1}}, \quad (2)$$

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (k_i - 1)^3}{C_v^3 (n-1)(n-2)}, \quad (3)$$

где  $k_i$  – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики, определяемый по формуле:

$$k_i = \frac{Q_i}{Q^-}, \quad (4)$$

здесь  $Q_i$  – погодичные значения расходов воды ;

$Q^-$  - среднеарифметическое значение расходов воды за  $n$  лет.

В случае плохого совпадения теоретической кривой и эмпирических данных значения принимались по эмпирической кривой. Значения максимальных расходов дождевых паводков и слоя стока отличаются весьма большой изменчивостью от года к году. В таблице 1 приведены значения параметров кривых обеспеченности, а также рассчитанные максимальные расходы воды и слои стока дождевых паводков различной обеспеченности.

Таблица 1— Максимальные расходы воды ( $Q$  м<sup>3</sup>/с) и слой стока ( $h$  мм) дождевых паводков в летне-осенний период (VII-XI)

Река-пункт	Площадь водосбора км <sup>2</sup>	Средняя высота водосбра	Характеристика	Среднее значение	Cv	Cs	Максимальные расходы и слои стока обеспеченностью, %			
							1	3	5	10
<b>НОВОСИБИРСКАЯ ОБЛАСТЬ</b>										
Каракан - с. Рождественка	1140	240	Q	2,9	0,9	3,6	20,0	10,2	8,2	5,7
			h	1,2	0,8	0,8	4,0	3,3	3,0	2,5
Бердь - пгт Маслянино	2480	350	Q	21,7	0,5	1,2	70,4	59,0	53,6	45,9
			h	7,7	0,5	0,6	18,6	16,2	14,9	13,0
Елбань - с. Елбань	290	320	Q	2,2	0,5	1,8	5,7	4,7	4,2	3,5
			h	5,7	0,5	0,1	12,8	11,4	10,6	9,5
Коен - с. Нижний Коен	270	245	Q	2,6	0,4	0,3	5,1	4,5	4,3	3,8
			h	6,5	0,6	1,3	18,4	15,2	13,7	11,5
Ояш - с. Ояш	996	190	Q	5,8	1,0	1,6	25,3	19,7	17,1	13,5
			h	2,5	1,1	1,4	11,0	8,6	7,5	6,0
Бакса - с. Пихтовка	1420	140	Q	21,3	0,7	0,5	59,1	50,7	46,4	40,2
			h	10,7	0,8	0,7	35,7	29,8	26,8	22,5
Чик - с. Прокудское	1180	170	Q	3,1	1,8	4,4	26,8	17,2	13,1	8,0
			h	0,9	1,3	4,3	6,0	3,9	3,1	2,0
Карасук - с. Черновка	4210		Q	2,3	1,0	1,9	10,2	7,8	6,7	5,2
			h	0,4	1,5	2,5	2,9	2,1	1,8	1,3
Чулым - с. Ярки	8850	150	Q	6,5	1,6	2,3	45,6	33,4	27,6	19,7
			h	0,6	2,2	2,9	5,7	4,0	3,1	2,1

продолжение таблицы 1

Каргат - п. Гавриловский	3910	140	Q	6,3	1,8	3,0	60,2	36,5	28,6	24,7
			h	2,4	2,7	3,6	29,3	19,3	14,6	8,9
Омь - с. Крещенка	6500		Q	40,7	0,8	1,3	139,3	112,5	99,8	82,0
			h	6,4	1,2	2,9	37,4	27,0	21,9	15,4
Ича - с. Назарово	3150	130	Q	11,9	0,3	-1,4	16,1	15,8	15,6	15,2
			h	6,9	0,6	-1,5	11,9	11,7	11,5	11,0
Тартас - с. Чуваши	4540		Q	41,0	0,6	0,3	98,2	86,4	80,1	70,8
			h	9,0	0,8	1,0	29,5	28,4	21,8	18,2
Тара - с. Верхняя Тарка	6250	130	Q	58,7	0,5	0,9	151,4	128,7	117,5	101,3
			h	12,8	0,7	0,8	40,6	33,7	30,4	25,6
Чека - с. Бочкарево	2730	130	Q	22,4	0,4	1,5	52,9	44,3	40,4	34,7
			h	4,5	0,4	-0,8	7,6	7,2	7,0	6,6
Нижний сузун - с. Шипуново	681		Q	2,2	0,5	1,6	6,7	6,0	4,4	3,7
			h	2,1	0,8	1,6	7,9	6,9	5,7	4,5
<b>КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ</b>										
Томь - пос. Теба	4350	860	Q	212,0	0,8	2,1	858,3	659,8	567,7	440,1
			h	<b>23,5</b>	0,8	1,6	87,4	68,6	60,3	48,5
Томь - г. Междуреченск	5880	830	Q	660,0	0,8	1,9	2500	2130	1690	1340
			h	38,0	0,7	1,6	130,0	114,0	92,0	75,0
Томь - г. Новокузнецк	29800	550	Q	2115,0	0,6	0,3	5100	4465	4136	3655
			h	31,6	0,6	0,7	85,1	72,4	66,1	56,8
Уса - пос. Междуреченск	3320	790	Q	458,0	0,6	0,3	1133	990	915	806
			h	27,3	0,5	0,0	56,0	50,4	47,4	43,1
Мрас-Су - г. Мыски	8790	670	Q	535,0	0,8	1,7	1998	1573	1373	1097
			h	21,2	0,7	1,0	53,2	47,9	40,2	21,1

продолжение таблицы 1

Кондома - пос.Кондома	2510	600	Q	270,0	0,9	0,7	913,1	760,2	685,0	573,2
			h	36,9	0,9	1,2	144	115	102	82,0
Кондома - пгт Кузедеево	7080	600	Q	486,0	0,9	1,1	1880	1514	1339	1091
			h	25,2	0,9	1,1	95,3	76,9	68,1	55,6
Мундыбаш - пгт Мундыбаш	1060	510	Q	120,0	0,8	0,7	376,1	315,2	285,3	240,8
			h	35,9	0,6	0,6	95,1	81,6	74,7	64,5
Кия - г.Мариинск	9820	410	Q	442,0	0,5	1,0	1105	936	855	736
			h	18,6	0,5	0,2	41,7	37,0	34,6	30,9
Кия - с.Окунеево	14900	320	Q	246,0	0,5	0,8	583,6	500,7	461,0	402,5
			h		нет					
Яя - пгт Яя	3460	250	Q	46,1	0,6	0,9	133,7	111,8	101,2	85,8
			h	7,8	0,7	1,3	25,9	21,0	18,6	15,4
Золотой Китат - д.Тихеевка	1220	360	Q	30,2	0,8	1,1	102,0	83,2	74,1	61,3
			h	13,7	0,7	0,9	33,2	23,2	18,5	12,2

#### 4 Расчет максимальных дождевых расходов воды по эмпирическим формулам для неизученных рек

Для расчета максимального расхода воды дождевых паводков используются различные приемы.

Расчетная формула типа I (редукционная) для определения  $Q_{p\%}$  при наличии одной или нескольких рек-аналогов имеет вид:

$$Q_{p\%} = q_{p\%a} \varphi_m (\delta\delta_2/\delta_a\delta_{2a})A, \quad (5)$$

где  $q_{p\%a}$  — модуль максимального срочного расхода воды реки-аналога расчетной вероятности превышения  $P\%$ ,  $\text{м}^3/\text{с}\cdot\text{км}^2$ , рассчитывается по формуле

$$q_{p\%a} = Q_{p\%a} / A_a \quad (6)$$

где  $Q_{p\%a}$  — максимальный расход воды дождевого паводка реки-аналога вероятностью превышения  $P\%$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $A_a$  — площадь водосбора реки-аналога,  $\text{км}^2$ ;  $\varphi_m = (A_a/A)^n$  — коэффициент, учитывающий редукцию максимального модуля стока дождевого паводка ( $q_{1\%}$ ) с увеличением площади водосбора ( $A$ ,  $\text{км}^2$ );  $n$  — коэффициент, отражающий редукцию модуля максимального стока с увеличением площади водосбора, определяется по зависимости  $\lg(q_{1\%}) = f[\lg(A)]$ ,  $\delta\delta_2/\delta_a\delta_{2a}$ ;  $\delta, \delta_2$  — коэффициенты, учитывающие снижение максимальных расходов воды рек, зарегулированных проточными озерами и болотами.

Расчетная формула типа II для определения  $Q_{p\%}$  при отсутствии рек-аналогов имеет вид:

$$Q_{p\%} = q_{1\%} A = q_{200} (200/A)^n \delta\delta_2 \delta_3 \lambda_{p\%} A \quad (7)$$



где  $q_{200}$  — модуль максимального срочного расхода воды ежегодной вероятности превышения  $P = 1 \%$ , приведенный к условной площади водосбора, равной  $200 \text{ км}^2$  при  $\delta = \delta_2 = \delta_3 = 1,0$ ;  $n$  — показатель степени редукции (уменьшения) модуля максимального расхода 1%-ной обеспеченности;

$\lambda_{p\%}$  — коэффициент перехода от расходов воды 1%-ной обеспеченности к другим обеспеченностям.

Для изученных рек  $q_{200}$  определяется обратным путем. По этим данным строится региональная карта изолиний параметра  $q_{200}$ . Для исследуемой реки значение  $q_{200}$  определяется для центра тяжести водосбора путем интерполяции по региональной карте.

Расчетная формула типа III (формула предельной интенсивности) используется для определения максимальных расходов дождевых паводков на реках с площадью водосбора менее  $200 \text{ км}^2$ . Формула имеет вид:

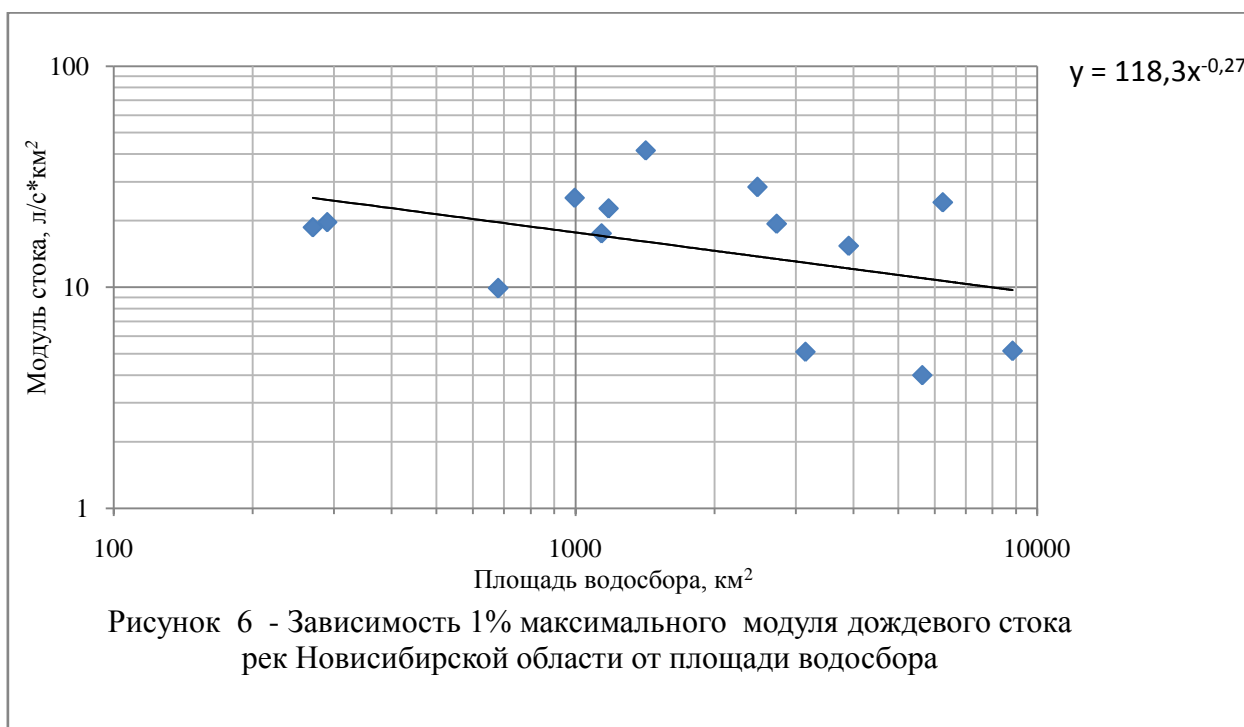
$$Q_{p\%} = q'_{1\%} \phi N_{1\%} \delta \lambda_{p\%} A \quad (8)$$

где  $q'_{1\%}$  — максимальный модуль стока ежегодной вероятности превышения  $P = 1 \%$ , выраженный в долях от произведения  $\phi N_{1\%}$ , при  $\delta = 1$ ;  $\phi$  — сборный коэффициент стока;  $N_{1\%}$  — максимальный суточный слой осадков вероятности превышения  $P = 1 \%$ , мм; определяют по данным ближайших метеорологических станций;  $\delta, \lambda_{p\%}, A$  — то же, что и ранее.

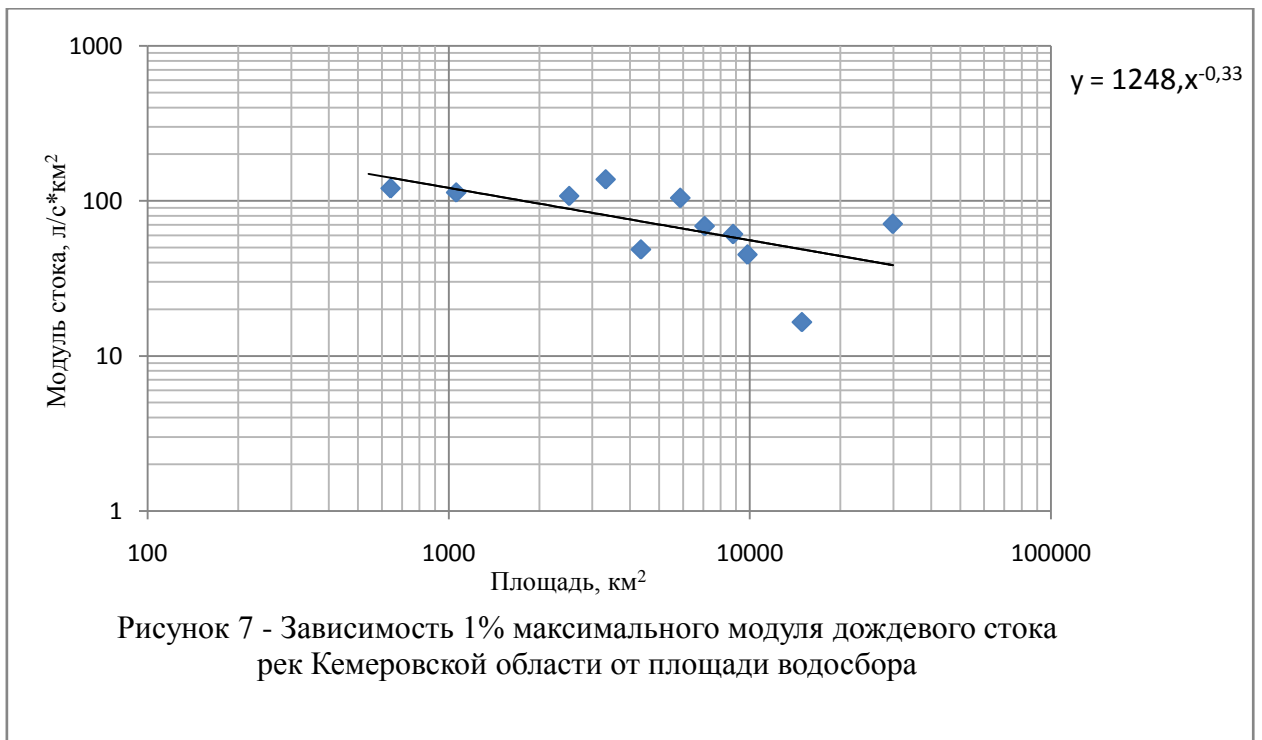
Параметр  $q'_{1\%}$  определяется для исследуемого района в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла и продолжительности склонового добега  $t_{ск}$ , мин.

#### 4.1 Расчет максимальных расходов на неизученных реках

В зависимости от размера площади водосбора рекомендуется [1] два метода расчета максимальных расходов дождевых паводков на неизученных реках; по эмпирической редуционной формуле (7) для рек с площадью водосбора более 200 км<sup>2</sup> и по формуле предельной интенсивности стока (8) для рек с площадью водосбора менее 200 км<sup>2</sup>. Показатель степени редукиции  $n$  определен как тангенс угла наклона связи  $q_{1\%} = f(A)$ . Графики для определения коэффициентов  $n$  приведены на рисунках (6,7)



Таким образом, показатель степени коэффициента редукиции максимального дождевого стока рек Новосибирской области равен 0,27, а для рек Кемеровской области — 0,33. Небольшое различие в коэффициентах можно объяснить преобладающим рельефам в областях. В Новосибирской области это равнина, а в Кемеровской - предгорные и горные районы.



Модуль максимального стока, приведенный к площади водосбора 200 км<sup>2</sup> ( $q_{200}$ ), вычислен по формуле

$$q_{200} = q_{1\%} (200/A)^n \delta_1 \delta_2 \quad (9)$$

По этой формуле произведено вычисление модулей максимального стока ( $q_{200}$ ), значения которых приведены в таблице 2. По вычисленным значениям ( $q_{200}$ ) построена карты модулей максимального дождевого стока с вероятностью превышения  $P=1\%$  для площади водосбора 200 км<sup>2</sup> (рисунки 8-9). При проведении изолиний на приведенных картах модули стока относились к центру водосбора рек.

Карты рекомендуются для определения модуля максимального дождевого стока неизученных рек с площадью водосбора более 200 км<sup>2</sup>.

Значения расчетных модулей дождевого стока других обеспеченностей для неизученных рек определяются по формуле

$$q_p = \lambda * q_{1\%} \quad (10)$$

где  $q_p$  — расчетный модуль стока л/с\*км<sup>2</sup>;  $q_{1\%}$  — максимальный модуль дождевого стока 1%-ной обеспеченности;  $\lambda$  — коэффициент перевода от  $q_{1\%}$  к  $q$  любой другой обеспеченности. Переходные коэффициенты для расчетов максимальных расходов воды 2, 5, 10, 25%-ной обеспеченности соответственно равны 0,86; 0,66; 0,50 и 0,29.

Таблица 2 - Расчет модулей дождевого стока 1% обеспеченности для площади 200 км<sup>2</sup>

Река -пункт	Площадь, км <sup>2</sup>	Расход воды 1%	$q_{1\%}$ л/с*км <sup>2</sup>	$K=(200/A)^n$	$q_{200}$
Каракан - с. Рождественка	1140	20	17,54	0,625	28,07
Бердь - пгт Маслянино	2480	70,38	28,38	0,507	56,00
Елбань - с. Елбань	290	5,71	19,69	0,905	21,77
Коен - с. Нижний Коен	270	5,06	18,74	0,922	20,32
Ояш - с. Ояш	996	25,27	25,37	0,648	39,14
Бакса - с. Пихтовка	1420	59,13	41,64	0,589	70,69
Чик - с. Прокудское	1180	26,81	22,72	0,619	36,69
Карасук - с. Черновка	4210	10,16	2,41	0,439	5,49
Чулым - с. Ярки	8850	45,56	5,15	0,359	14,32
Каргат - п. Гавриловский	3910	60,21	15,40	0,448	34,36
Онь - с. Крещенка	6500	139,25	21,42	0,391	54,84
Ича - с. Назарово	3150	16,07	5,10	0,475	10,74
Тартас - с. Чуваши	4540	98,2	21,63	0,430	50,26
Тара - с. Верхняя Тарка	6250	151,39	24,22	0,395	61,35
Чека - с. Бочкарево	2730	52,89	19,37	0,494	39,24
Нижний сузун - с. Шипуново	681	6,72	9,87	0,718	13,74
Томь - пос. Теба	4350	858	197,32	0,362	545,16
Томь - г. Междуреченск	5880	2500	425,17	0,328	1297,53
Томь - г. Новокузнецк	29800	5100	171,14	0,192	892,29
Уса - пос. Междуреченск	3320	1133	341,35	0,396	862,66
Мрас-Су - г. Мыски	8790	1998	227,29	0,287	792,07
Кондома - пос. Кондома	2510	913	363,77	0,434	838,25
Кондома - пгт Кузедеево	7080	1880	265,49	0,308	861,41
Мундыбаш - пгт Мундыбаш	1060	376	354,78	0,577	615,14
Кия - г. Мариинск	9820	1105	112,54	0,277	406,77
Кия - с. Окунеево	14900	584	39,17	0,241	162,46
Яя - пгт Яя	3460	134	38,65	0,390	99,01
Золотой Китат - д. Тихеевка	1220	102	83,58	0,551	151,80

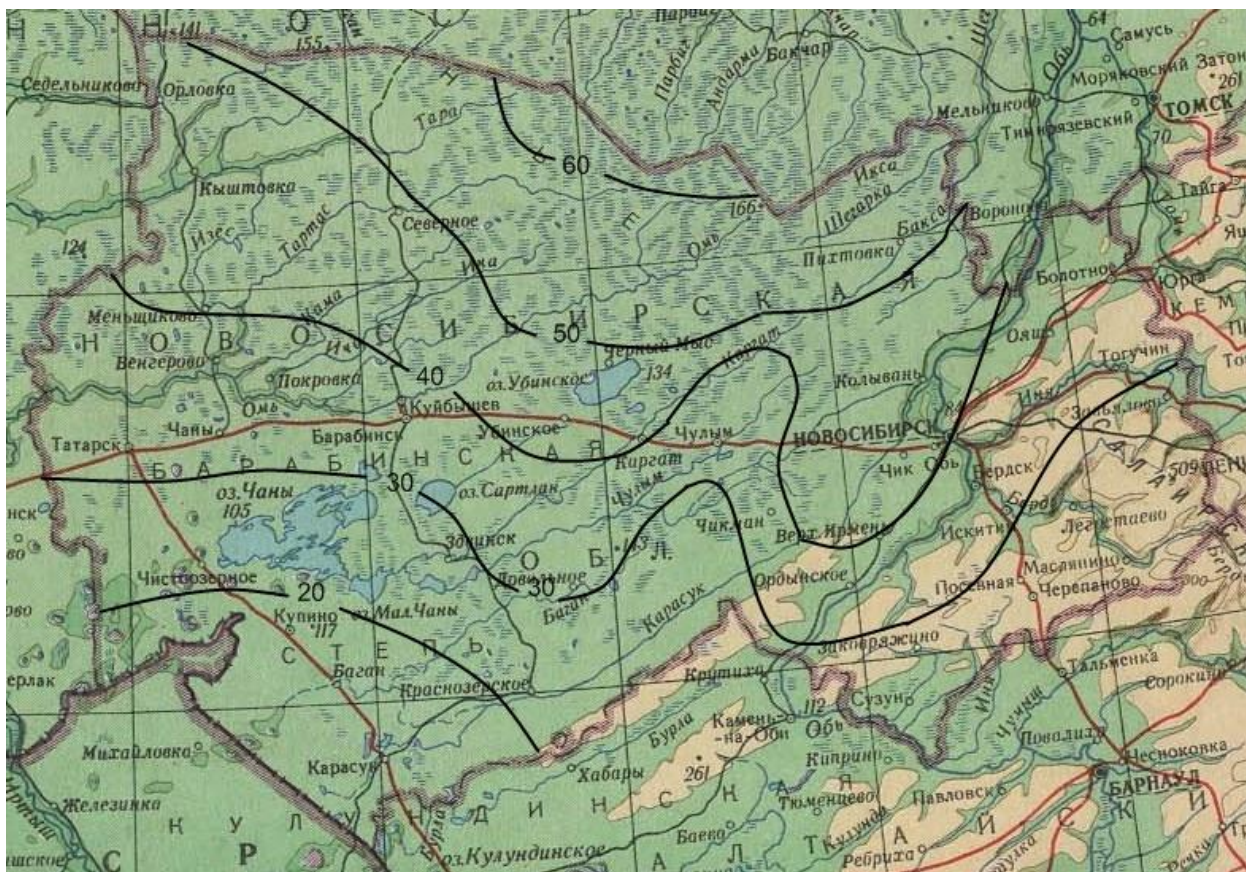


Рисунок 8 — Модули максимального дождевого стока рек Новосибирской области (л/с\*км<sup>2</sup>) с вероятностью превышения P=1% для площади водосбора 200 км<sup>2</sup>

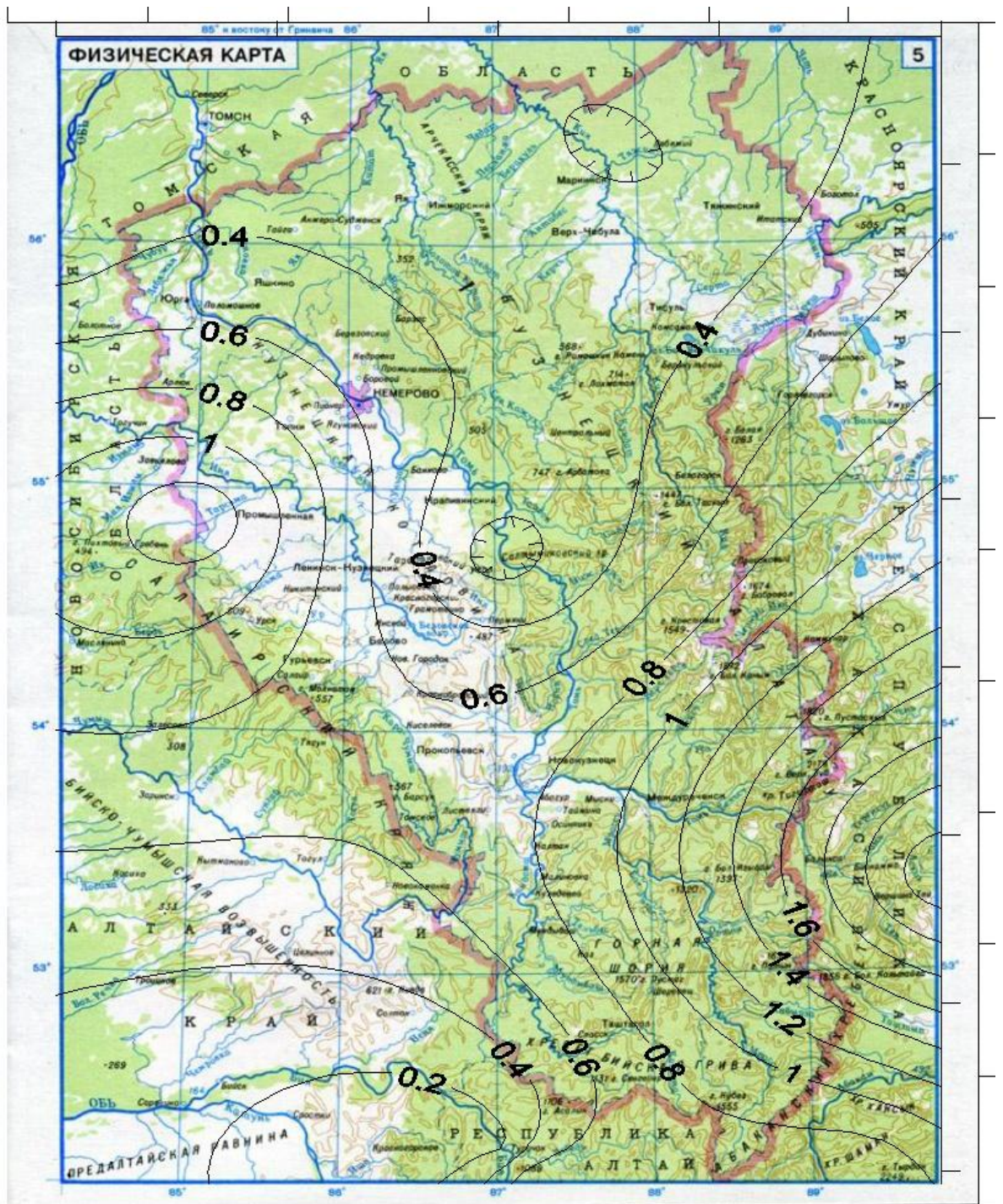


Рисунок 9 — Модули максимального дождевого стока рек Кемеровской ( $\text{m}^3/\text{с} \cdot \text{км}^2$ ) с вероятностью превышения  $P=1\%$  для площади водосбора  $200 \text{ км}^2$

#### 4.2 Расчет максимальных дождевых расходов воды по формуле предельной интенсивности

Для расчета максимальных расходов воды неизученных рек с площадями водосборов меньше 200 км<sup>2</sup> используется формула предельной интенсивности

$$Q_{p\%} = q'_{1\%} \phi N_{1\%} \delta \lambda_p A \quad (8)$$

где  $q'_{1\%}$  — максимальный модуль стока ежегодной вероятности превышения  $P = 1\%$ , выраженный в долях от произведения  $\phi N_{1\%}$ , при  $\delta = 1$ ;  $\phi$  — сборный коэффициент стока;  $N_{1\%}$  — максимальный суточный слой осадков вероятности превышения  $P = 1\%$ , мм; определяют по данным ближайших метеорологических станций;  $\delta$ ,  $\lambda_{p\%}$ ,  $A$  — то же, что и ранее.

Параметр  $q'_{1\%}$  определяется для исследуемого района в зависимости от гидроморфометрической характеристики русла и продолжительности склонового добегания  $t_{ск}$ , мин. или при  $\delta=1$  рассчитывается по формуле

$$q'_{1\%} = q_{1\%} / \phi N_{1\%}. \quad (9)$$

Для определения суточного слоя максимальных осадков в летне-осенний период, были построены карты этих осадков (рисунки 10, 11).

В научной литературе довольно четко сформулированы основные задачи расчетов в связи с применением кривых распределения вероятностной оценке явлений стока, которые вполне приемлемы и для расчетов осадков:

- 1) формулирование исходной информации;
- 2) анализ эмпирических распределений вероятностей;
- 3) выбор вида кривой распределения;

4) установление числовых параметров кривой распределения по исходному ряду выборочных максимумов;

5) проверка соответствия вычисленных вероятностей с результатами наблюдений.

В случае несоответствия одного из распределений эмпирическим данным следует производить подбор другой кривой вероятностей, наиболее соответствующей натурному материалу, и по ней выполнять экстраполяцию до требуемых значений. В практике гидрологических расчетов РФ наибольшее распространение получили биномиальные кривые, а также функции распределения, известные как кривые трехпараметрического гамма-распределения. Эти распределения рекомендованы СП 33-101-2003 для расчетов максимальных расходов воды и могут быть использованы для расчета осадков. Полезным приемом служит графическая экстраполяция эмпирической кривой вероятности. При подборе расчетной кривой вероятностей нужно особо обращать внимание на характер эмпирических кривых распределения вероятностей в верхних и нижних частях.

Характер верхней части эмпирической кривой отражает особенности формирования наиболее сильных дождей из максимальных за каждый год, что особенно важно при подборе расчетной кривой вероятностей. Низкие же максимумы могут вызываться дождями иного происхождения. Поэтому в ряде районов бывает невозможно подобрать кривую, соответствующую всему диапазону ежегодных максимумов осадков, и приходится пользоваться усечением кривой вероятностей на две части, используя для вероятностной оценки ее верхней части информацию о периоде наблюдений всего ряда осадков. Границу усечения ряда устанавливают индивидуально в каждом районе по эмпирическим кривым вероятностей.

Параметры кривых обеспеченности слоя максимальных суточных осадков по станциям приведены в таблице 3,4, а слой осадков - на рисунках 10, 11.



Таблица 3- Максимальные суточные осадки летне-осеннего периода на территории Новосибирской области различной обеспеченности

Станция	Осадки, мм	Cv	Cs	Обеспеченность, %			
				1%	3%	5%	10%
				Осадки, мм			
Крешенка	29,35	0,47	1,6	76,11	62,73	56,39	47,7
Венгерово	27,51	0,49	1,37	71,32	59,32	53,53	45,57
Барабинск	28,97	0,49	1,22	73,83	61,9	56,08	47,99
Каргат	28,94	0,44	2,09	75,42	61,16	54,53	45,37
Учебная	29,27	0,33	0,28	53,71	48,59	45,88	41,92
Здвинск	30,23	0,47	1,05	73,71	62,48	57,01	49,27
Искитим	30,2	0,36	0,55	59,77	53,03	49,61	44,61
Довольное	27,52	0,47	1,87	73,18	59,6	53,22	44,59
Баган	32,46	0,51	0,9	81,46	69,21	63,25	54,64
Сузун	25,53	0,25	0,35	42	38,42	36,6	33,92
Усть-Тарка	29,54	0,46	1,38	73,84	61,61	55,85	47,75
Татарск	31,39	0,49	1,11	78,92	66,46	60,49	52
Огурцово	29,08	0,52	2,18	84,58	67,46	59,6	48,34
Ужаниха	28,6	0,35	1,04	59,03	51,22	47,46	42,01
Остров Дальний	27,33	0,35	1,22	57,56	49,52	45,62	40,15
Красноозерск	30,01	0,52	1,86	85,1	68,71	61	50,52
Карасук	28,38	0,58	2,75	93,23	71,92	61,3	47,89

Таблица 4- Максимальные суточные осадки летне-осеннего периода на территории Кемеровской области различной обеспеченности

Станция	Осадки, мм	Cv	Cs	Обеспеченность, %			
				1%	3%	5%	10%
				Осадки, мм			
Барзас	28,3	0,32	1,15	56,8	49,2	45,5	40,4
Белово	34,7	0,39	1,23	77,6	66,2	60,7	52,9
Кемерово	28,3	0,42	1,84	69,8	57,5	51,8	44,0
Киселевск	25,9	0,37	2,06	60,7	50,0	45,1	38,2
Кондома	36,6	0,36	0,98	76,5	66,3	61,4	54,3
Крапивино	32,3	0,39	0,90	69,2	60,0	55,5	49,0
Красное	27,9	0,40	1,39	64,5	54,4	49,6	42,9
Кузедеево	35,1	0,21	2,56	63,6	54,5	49,9	44,1
Междуреченск	34,1	0,25	1,31	61,1	53,8	50,3	45,4
Новокузнецк	26,4	0,34	1,18	55,1	47,5	43,8	38,6
Промышленная	30,9	0,52	2,15	90,2	72,0	63,6	51,9
Таштагол АМСГ	37,9	0,45	1,20	92,2	77,7	70,8	61,0
Тисуль	31,2	0,48	1,94	84,7	68,7	61,2	50,9
Топки	31,1	0,43	1,76	77,9	64,0	57,6	48,8
Усть-Кабырза	37,5	0,32	0,68	70,9	62,9	59,0	53,2
Центральный рудник	36,1	0,27	1,27	67,6	59,1	54,9	49,3

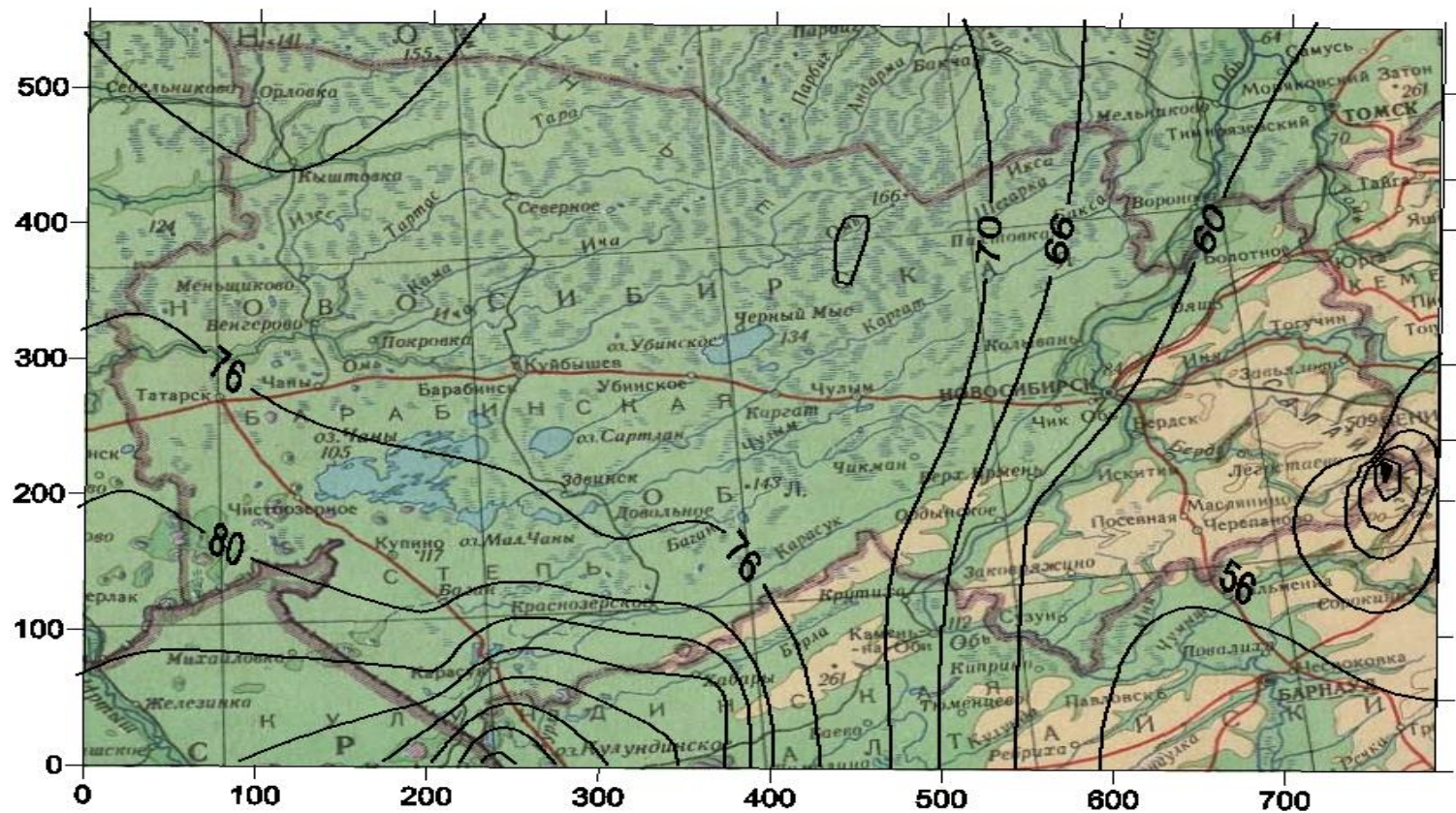


Рисунок 10 - Максимальные суточные осадки летне-осеннего периода 1%-ной обеспеченности для территории Новосибирской области, мм.

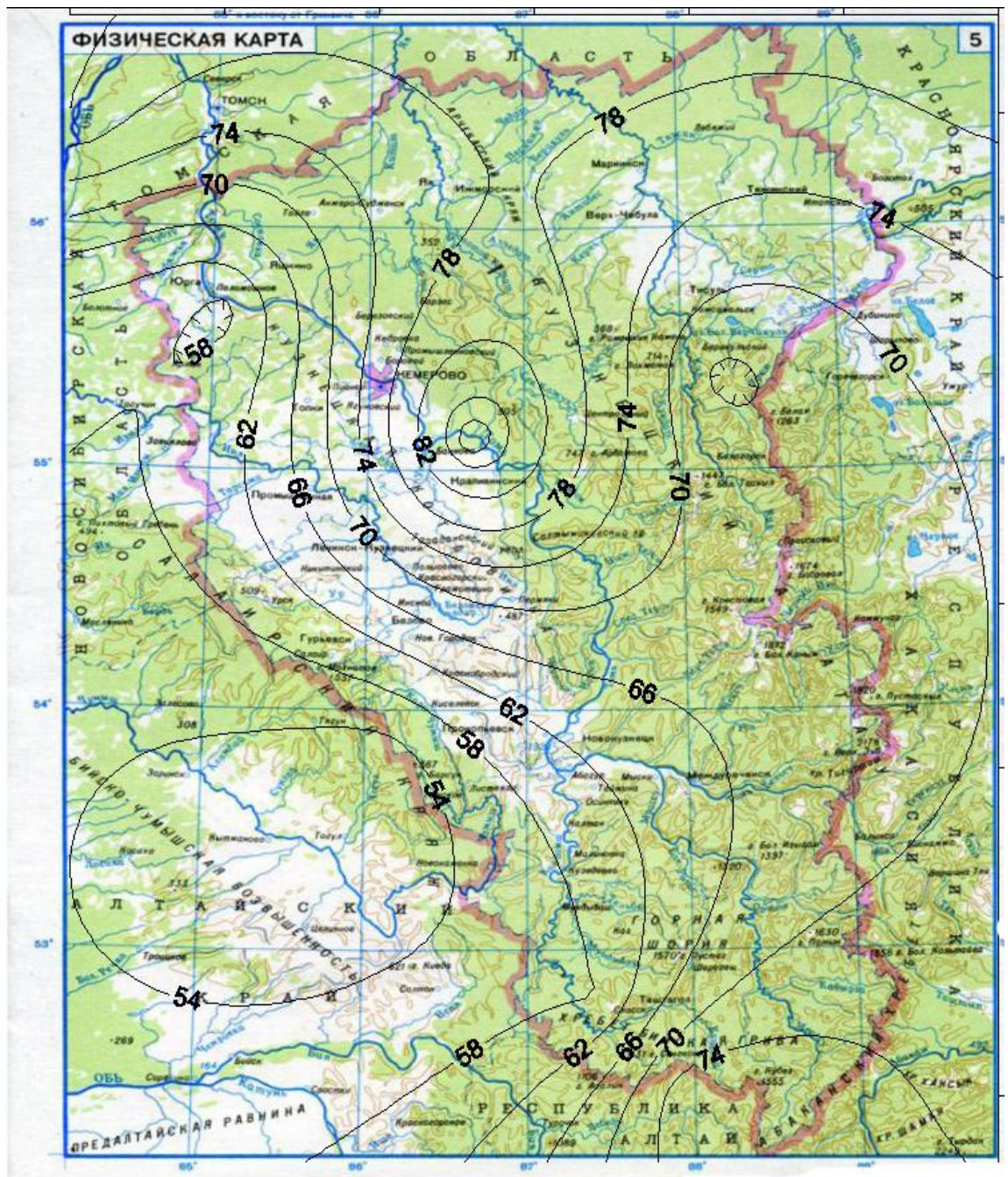


Рисунок 11 - Максимальные суточные осадки летне-осеннего периода 1%-ной обеспеченности для территории Кемеровской области, мм.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При определении максимальных расходов дождевых паводков возникают трудности, связанные с невозможностью применения действующих нормативных документов либо из-за их отсутствия для данного района, либо из-за отсутствия в них рекомендаций для этого района, или из-за приближенной схематизации расчетных параметров, не обеспечивающей необходимую точность конечных результатов.

Эти трудности объясняются большим разнообразием метеорологических, гидрологических и других природных факторов, учет которых может быть произведен наиболее полно только при обработке большого количества материала по соседним водным объектам либо непосредственном полевом обследовании водотоков.

Именно это обстоятельство и нашло свое отражение в работе: в неизученных районах предусматривается применение региональных формул при их надлежащем обосновании материалами стационарных наблюдений.

Проведенные исследования и расчеты имеет задачу создания инструктивного документа по методике обоснования и разработки региональных норм максимального стока, наиболее целесообразной в каждом случае, независимо от степени изученности и местоположения района проектирования.

В результате обработки большого материала по метеорологии и гидрологии территории Новосибирской и Кемеровской областей удалось установить наиболее целесообразные способы расчета дождевого стока, уточнить эмпирические параметры в формулах для расчетов и построить карты модулей стока 1%-ной обеспеченности для рек с водосборами 200км<sup>2</sup>. Указанные материалы могут быть использованы при проектировании гидротехнических сооружений на территории областей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 33–101–2003: Определение основных расчетных гидрологических характеристик: Взамен СНиП 2.01.14 – 83: Введ. в действие 26.12.2003 / Госстрой России. – М.: ЖКХ Госстроя России, 2004 – 73 с.
2. Природа Новосибирской области. – Новосибирск, Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1968 – 211 с.
3. Николаев В. А. Геолого-геоморфологические основы мелиоративного районирования Новосибирской области / В. А. Николаев. – В сб.: Оценка природных ресурсов Новосибирской области. Новосибирск, Наука, СО, 1972. – С. 136 – 142.
4. Мезенцев В. С. Увлажненность Западно-Сибирской равнины / В. С. Мезенцев, И. В. Карнацевич. – Л.: Гидрометеиздат, 1963 – 168 с.
5. Климат Новосибирска / Под ред. Кошинского С. Д., Хайруллина К. Ш., Швер Ц. А. – Л.: Гидрометеиздат, 1979. – 223 с.
6. Режим и расчеты поверхностных вод Новосибирской области / Под ред. Комлева А. М., Шурупы Е. П. – Л.: Гидрометеиздат, 1977 – 220с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики. Т. 15, Алтай и Западная Сибирь, Вып. 2. Средняя Обь. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 328 с.
8. Климат Кемерово / Под ред. Кошинского с.Д., Швер Ц.А. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 166 с.
9. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984 – 448 с.