

УДК 556.167

Методика расчета максимального весеннего стока малых рек Среднего Приобья и северного склона Сибирских Увалов

Д.Е. Клименко

Пермский государственный университет

При проектировании переходов через водотоки возникает необходимость расчета максимальных расходов воды и максимальных уровней воды разной обеспеченности. Рассматриваемая территория (Среднее Приобье и северный склон Сибирских Увалов) является районом массовой эксплуатации нефтегазовых месторождений, с чем связано строительство трубопроводов, автодорог, ЛЭП и других линейных объектов. Цель инженерно-гидрологических изысканий в данном случае состоит в обеспечении проектирования своевременной и точной расчетной гидрологической информацией по водотокам (сведениями об экстремальных величинах, каковыми являются расходы и уровни воды весеннего половодья). В пределах рассматриваемой территории большинство водотоков относятся к категории малых (с площадью менее 200 км²) и неизученных, с сильно заболоченными водосборами. Проблемы, возникающие при расчете характеристик максимального стока талых вод, заключаются в следующем:

1. На сегодняшний день не существует единых эффективных методов расчета максимального стока половодий с малых водосборов, в связи с чем возникает необходимость разработки региональных методик.

2. В практике гидрологических расчетов нет единого мнения о величине критической площади водосбора, за пределами которой характеристики стока половодий зональны, что затрудняет использование редуцированной формулы применительно к малым водосборам и делает невозможным картографирование характеристик стока половодий с них.

3. Редкая наблюдательная сеть в северной части Тюменской области в основном охватывает наблюдениями сток с водосборов более 1000 км².

4. Существующие методы расчетов максимального стока половодий, регламентированные СП 33-101-2003 «Определение расчетных гидрологических характеристик» и СНиП 2.01.14-83, опираются на материалы наблюдений 20-40-летней давности, на данные наблюдений на водосборах со значительной площадью и в ряде случаев не позволяют выполнять расчеты стока с водосборов площадью менее 200 км².

5. Не существует единого мнения о степени влияния болот разных типов на величины максимального стока половодий.

Отмеченные проблемы в большинстве случаев приводят к значительным погрешностям гидрологических расчетов по малым водосборам. Требование СП 33-101-2003 «Определение расчетных гидрологических характеристик» об

использовании в расчетах современных материалов наблюдений подчеркивает актуальность разработки региональных методов расчета стока.

Рассматриваемая территория – северный склон Сибирских Увалов и Среднее Приобье – расположена к северу от широтного участка р. Оби (от г. Нижневартовска до г. Ханты-Мансийска) и ограничена с севера 64-й параллелью. По условиям формирования стока это два различных гидрологических района: 1) северный склон Сибирских Увалов; 2) Среднее Приобье.

Под территорией северного склона Сибирских Увалов в настоящей работе принимается район, ограниченный с юга водораздельной линией Сибирских Увалов, с севера – 64-й параллелью, с запада – р. Обь, с востока – водоразделом между реками Таз и Пур. Рассматриваемый район включает в себя верховья бассейнов рек Полуй, Надым, Пур. Территория сильно заболочена и обводнена. Средняя заболоченность составляет 40%, а в бассейнах рек Полуй, Надым, Пур – соответственно 10, 45, 45%. Озерность рассматриваемых речных бассейнов равна соответственно 3, 10, 12%. Озера мелководные и небольшие по площади.

Рассматриваемая территория расположена в зоне многолетней мерзлоты, а потому здесь распространены бугристые болота. Наряду с мерзлыми бугристыми болотами встречаются и талые олиготрофные (сфагновые) болота. На долю бугристых болот в различных частях рассматриваемого района приходится от 40 до 95% общей площади болот. В связи со значительными различиями в водно-тепловом режиме бугристых и олиготрофных сфагновых болот важным моментом при гидрологических расчетах является учет характера влияния бугристых болот на характеристики стока [5].

Среднее Приобье – обширный заболоченный район центральной части Западно-Сибирской равнины. Он включает бассейны рек южного склона Сибирских Увалов и правобережных притоков Оби (левобережные притоки Оби использованы в качестве рек-аналогов). Территория этого района сильно заболочена и обводнена. Средняя заболоченность ее около 50%, отдельных же водосборов – до 70-80%. Озерность водосборов перечисленных рек также велика и достигает 22% [6].

Рассматриваемую территорию следует считать слабо изученной в гидрологическом отношении. Для уточнения характеристик стока половодья использованы материалы наблюдений 64 постов: 19 – Росгидромета, 9 – Зап.-Сиб. экспедиции ГГИ, 36 – Свердловского филиала ОАО «Гипротюменнефтегаз». Посты Росгидромета охватывают наблюдениями водосборы площадью более 800 км². Поэтому наиболее ценными являются материалы наблюдений ведомственной сети, охватывающие самые малые площади водосборов (от 1-5 км²). Наблюдения на постах ведомственной сети в большинстве случаев непродолжительные (1-4 года, охватывают период 1977-1984 гг.), в ряде случаев на этих постах отсутствуют сведения о ледовом режиме, не учитывается сток по пойме, не полностью освещена измерениями амплитуда колебания расходов и т.д. Исключение составляют материалы наблюдений на постах ГГИ продолжительностью 10-12 лет. Материалы

наблюдений на постах Росгидромета, несмотря на большие площади водосборов, значительной продолжительности, а периоды наблюдений включают данные вплоть до 2007 г.

На основании материалов наблюдений по постам Росгидромета выполнено приведение рядов наблюдений по постам Свердловского филиала ОАО «Гипротюменнефтегаз» к многолетнему периоду методами, изложенными в СП-33-101-2003. Сведения о рассчитанных по материалам наблюдений гидрологических характеристиках весеннего половодья представлены в табл. 1.

На некорректность использования зависимости $q=f(F)$, где q – модуль стока, л/с·км² или отношение расхода воды Q , м³/с к площади водосбора F , км², повлекшую за собой необоснованное завышение области редукции максимального стока по площади, ограничение в картографировании характеристик стока с площадями водосборов менее критической; на недостаточно хорошую связь модуля стока с картографируемым слоем стока указывал А.М. Комлев [2]. Им впервые были обоснованы прямолинейные и устойчивые связи максимальных расходов воды Q с площадью водосбора F при относительно однородных природных условиях, и совместно с Л.В. Переладовой построены зависимости $Q=f(F)$ для Тюменской области [3]. Признавая эффективность расчетов по подобным зависимостям, следует отметить, что водосборы с площадью менее 200 км², расположенные в пределах выбранной нами территории, в указанных работах не рассмотрены.

Цель настоящей работы – разработка методики расчета максимального стока талых вод для малых рек.

На основании материалов, представленных в табл. 1, установлены зависимости максимальных расходов воды весеннего половодья от площади водосбора $Q_0=f(F)$. Для группы водосборов получены прямолинейные зависимости (рис.1). Как видно, редукция стока по площади наблюдается в области очень малых площадей – порядка 5-10 км². Подобную малую область редукции стока удалось установить только за счет привлечения материалов наблюдений на малых водосборах ведомственной сети ОАО «Гипротюменнефтегаз». Все исследования, выполненные ранее, опирались на материалы наблюдений опорной сети Росгидромета, а потому не охватывали вопросы оценки стока половодий с очень малых площадей водосборов. Обработка материалов наблюдений ведомственной сети позволила впервые установить особенности формирования стока половодий малых рек Среднего Приобья. Построенные зависимости характеризуют болота разных типов, описанных ниже.

Полученные зависимости расход–площадь прямолинейны, характеризуются высокими коэффициентами корреляции (более 0,9), погрешностями расчета менее 5%.

Приблизительно оценка слоя стока за половодье может быть выполнена по зависимостям слой–модуль стока (рис. 2). Использование подобной зависимости позволяет с достаточной точностью определить характеристики дружных весенних половодий. Зависимость характеризуется коэффициентом детерминации 0,71, погрешностями расчета менее 20%.

Для оценки изменчивости стока предлагается использовать зависимости дисперсии максимальных расходов воды от модуля максимального стока весеннего половодья $\sigma=f(q_0)$ (рис. 3). Зависимость характеризуется коэффициентом детерминации 0,87, погрешности расчета составляют 12%. Деление полученной зависимости по районам не производилось. Подобные зависимости так же предложены А.М. Комлевым в отмеченных работах.

Таблица 1

Расчетные характеристики весеннего половодья на постах Омского УГМС, ГГИ и СФ ГТНГ, приведенные к многолетнему периоду

№ п/п	Река-пост	F, км ²	Q ₀ , м ³ /с	C _v	C _s /C _v	σ, л/с·км ²	Число лет	Пункт для приведения к многолетнему периоду	h, мм	C _v	C _s /C _v
1	Аган-Аган	29700	891	0,17	1,0	5,0	28	4,7,16	138	0,24	2,9
2	Аган-Варъеган	14700	588	0,18	0,5	7,4	24	1	135	0,27	1,1
3	Амня-Казым	7100	371	0,25	1,5	12,9	41	Опорный			
4	Еркал-Надей-Пур-Халесовая	6600	395	0,21	2,0	12,5	42	Опорный			
5	Казым-Юильск	7540	409	0,33	0,0	18,1	31	11			
6	Лямин-Горшково	12800	371	0,24	0,0	6,9	38	13	118	0,28	2,2
7	Мал.Юган-Юрты Кинямины	8130	281	0,16	0,0	5,5	37	2	144	0,29	0,4
8	Надым-Надым	48000	4383	0,28	0,0	25,1	45	Опорный			
9	Назым-Кышик	11500	409	0,29	0,0	10,3	36	6			
10	Пим-Пим	11800	305	0,24	0,0	6,1	28	Опорный	104	0,34	2,5
11	Полуй-Полуй	15100	909	0,19	0,0	11,4	53	Опорный			
12	Пур-Уренгой	80400	5301	0,15	0,0	10,2	46	13,14			
13	Пур-Самбург	95100	6337	0,12	0,0	8,3	51	Опорный			
14	Пяку-Пур-Тарко-Сале	31400	1998	0,25	0,0	15,8	51	Опорный			
15	Тром-Юган-Кочевые	5860	366	0,27	1,0	16,6	22	16,17	153	0,31	2,7
16	Тром-Юган-Ермаково	13500	543	0,27	1,0	10,9	31	17	138	0,28	2,8
17	Тром-Юган-Русскинские	8200	352	0,14	1,0	6,2	22	16			
18	Хале-Савой-Халесовая	822	73,9	0,29	1,0	26,3	12	4			
19	Правая Хетга-Пангоды	12000	272	0,30	1,0	6,7	18	Не приводился			
20	Ампута-п.ГГИ	3180	149	0,33	0,5	15,3	9	2,15	145	0,32	2,4
21	Хапхльнутый-п.ГГИ	995	43,8	0,30	0,5	13,3	9	20,15	149	0,29	2,7
22	Нишль-Манай-Майте-п.ГГИ	477	26,1	0,28	0,5	15,3	9	20	150	0,3	2,7
23	Селять-п.ГГИ	314	15,1	0,18	1,0	8,7	9	20	138	0,27	2,9
24	руч.Дальний-п.ГГИ	18,4	2,05	0,17	2,5	18,7	9	21	219	0,35	1,8
25	руч.Песчаный-п.ГГИ	9,9	0,46	0,39	2,5	18,2	9	24	123	0,39	2,2
26	Теятль-Тяха-п.ГГИ	338	14,0	0,23	1,5	9,5	5	Не приводился	119	0,23	3,6
27	Вылат-п.ГГИ	570	33,2	0,27	1,5	15,7	5	Ампута-п.ГГИ			
28	Чень-Тяха-п.ГГИ	113	6,05	0,20	1,0	10,7	5	Теятль-Тяха-п.ГГИ	158	0,24	3,5
29	Пяку-Пур - зим. Покурского	4950	281	0,16	0,0	9,1	2	K _{mod} , ср. для группы	-	-	-

Окончание табл. 1

№ п/п	Река-пост	F, км ²	Q ₀ , м ³ /с	C _v	C _s /C _v	σ, л/с·км ²	Число лет	Пункт для приведения к многолетнему периоду	h, мм	C _v	C _s /C _v
30	Вэнга-Пур - в/п №3	1740	42,2	-	-	-	1	рек района	82,1	-	-
31	Лыченкичу-Яха-в/п №4	80,0	1,97	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	89,6	-	-
32	Вэнга-Яха-в/п №5	144	15,6	0,52	1,0	56,3	3	рек района	-	-	-
33	Вэнга-Яха-в/п №6	298	26,3	0,46	1,0	40,6	5	K _{мод} , ср. для группы	-	-	-
34	руч.б/н. - в/п №8	22,2	2,27	0,56	1,0	57,3	2	рек района	119	-	-
35	Еты-Пур - в/п №9	4900	113	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	-	-	-
36	Еркал-Надей-Пур - в/п 10	6670	441	-	-	-	1	рек района	101	-	-
37	Колик-Ёган - в/п №20	5110	186	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	-	-	-
38	Колик-Ёган - в/п №21	8410	399	0,32	1,0	15,2	2	рек района	138	-	-
39	Лунг-Ёган - в/п №22	2100	81,8	0,16	1,0	6,2	2	K _{мод} , ср. для группы	94	0,30	2,0
40	Ай-Колик-Ёган - в/п №23	1040	19,4	-	-	-	1	рек района	-	-	-
41	Туль-Еган - в/п №24	70,5	5,41	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	-	-	-
42	Ергонгоягун - в/п №30	130	-	-	-	-	1	рек района	-	-	-
43	Саем-Тах - в/п №38	88,7	6,47	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	135	-	-
44	Саем-Тах - в/п №39	58,1	5,07	-	-	-	1	рек района	141	-	-
45	руч.б/н. - в/п №40	30,6	2,74	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	158	-	-
46	Негус-Яун - в/п №41	1480	67,4	-	-	-	1	рек района	139	-	-
47	Кутып-Яорты - в/п №43	160	6,13	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	94,6	-	-
48	Ай-Яорты - в/п №44	68,0	3,04	-	-	-	1	рек района	112	-	-
49	Ай-Лагрн-Ёган - в/п №45	157	11,2	0,37	0,5	26,5	2	K _{мод} , ср. для группы	-	-	-
50	Ван-Еган - в/п №47	617	39,5	-	-	-	1	рек района	173	-	-
51	Хапхльнутяй - в/п №53	226	13,9	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	136	-	-
52	Хапхльнутяй - в/п №55	369	19,3	-	-	-	1	рек района	129	-	-
53	Хапхльнутяй - в/п №56	995	43,0	-	-	-	3	K _{мод} , ср. для группы	123	0,24	2,0
54	руч. б/н - в/п №61	58,7	4,05	0,48	1,0	33,1	2	рек района	102	0,24	2,0
55	руч. б/н - в/п №62	92,0	10,0	0,61	1,5	66,5	2	K _{мод} , ср. для группы	76,5	0,70	2,0
56	руч. б/н - в/п №63	24,9	3,38	0,64	1,5	86,7	2	рек района	136	0,88	2,0
57	Ватъеган - в/п №67	1440	73,7	0,27	1,0	13,8	2	K _{мод} , ср. для группы	101	0,52	2,0
58	Айка-Ёган - в/п №73	1360	64,2	0,40	1,0	18,9	2	рек района	-	-	-
59	Айка-Ёган - в/п №74	2470	121	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	142	-	-
60	Тлоктлымеган - в/п №75	15,6	0,49	-	-	-	1	рек района	117	-	-
61	Тлоктлымеган - в/п №77	52,8	2,19	-	-	-	1	K _{мод} , ср. для группы	120	-	-
62	руч. б/н - в/п №78	6,96	0,26	-	-	-	2	рек района	-	-	-

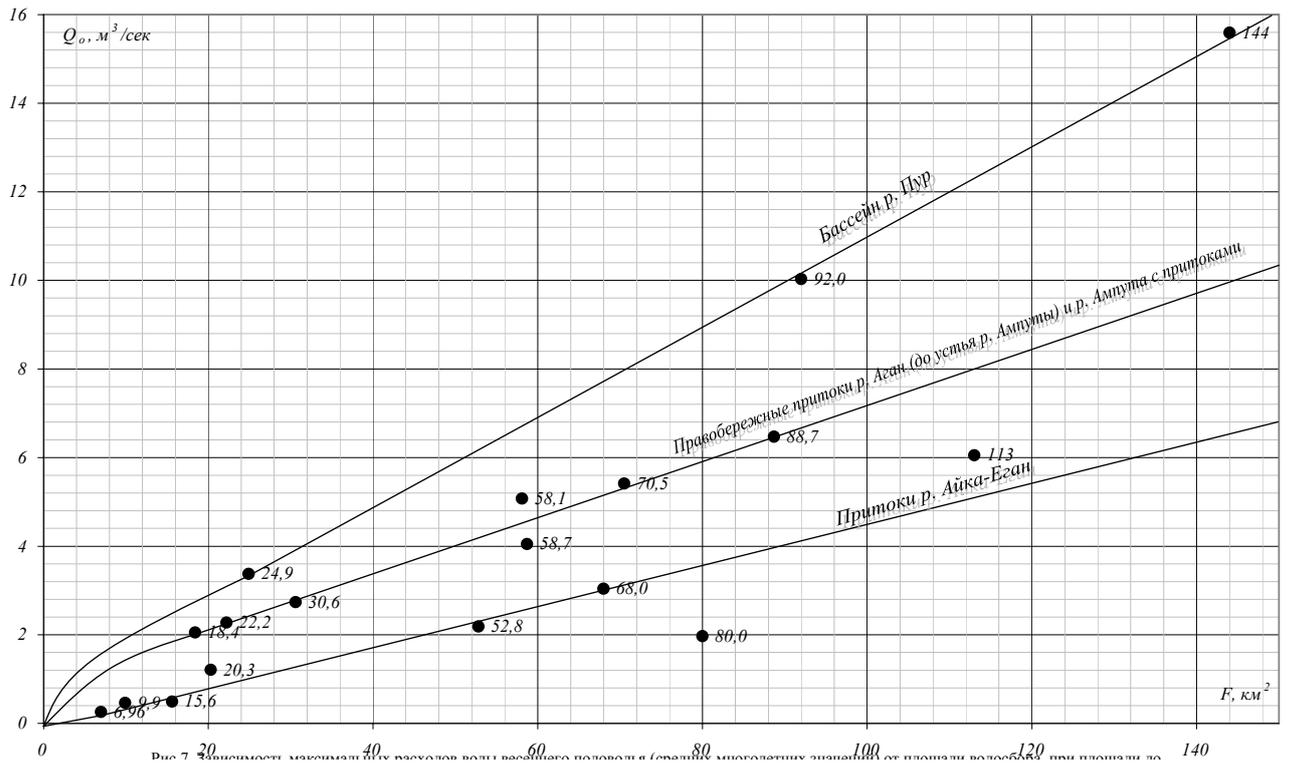


Рис.1. Зависимость максимальных расходов воды весеннего половодья (средних многолетних значений) от площади водосбора, при площади до 150 км² (надписи у точек – значения площадей водосборов)

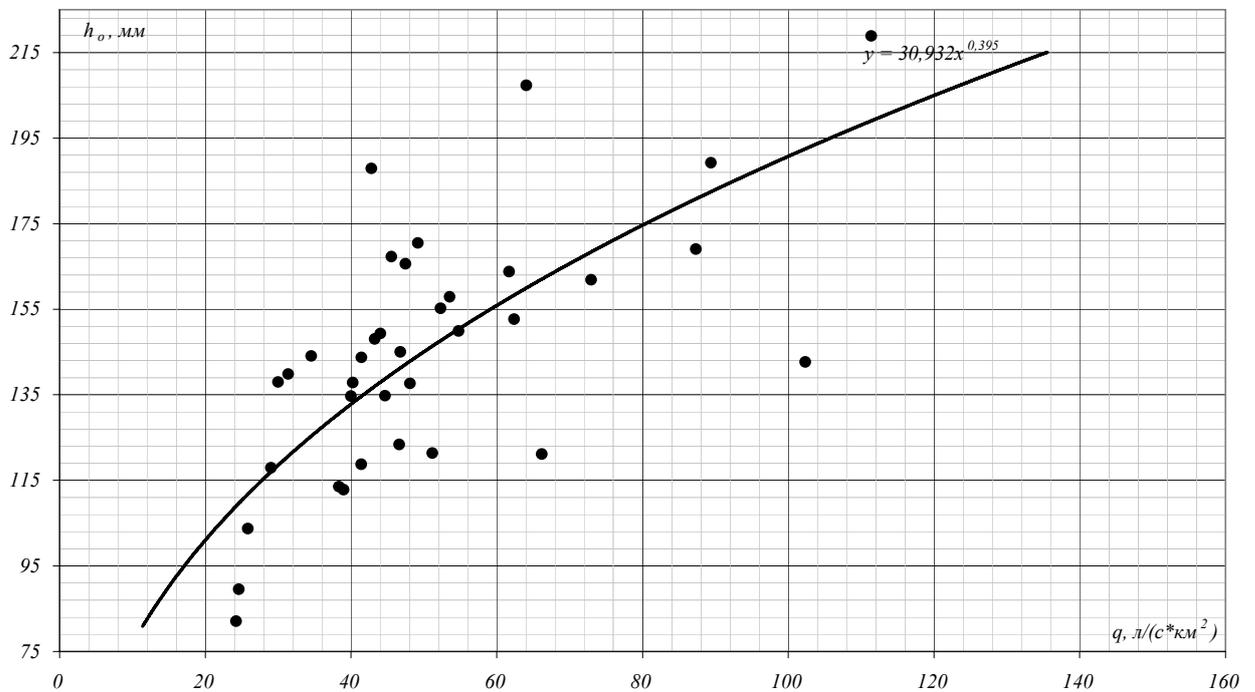


Рис. 2. Зависимость величин среднего многолетнего слоя стока за половодье от средних максимальных модулей стока половодья рек Среднего Приобья

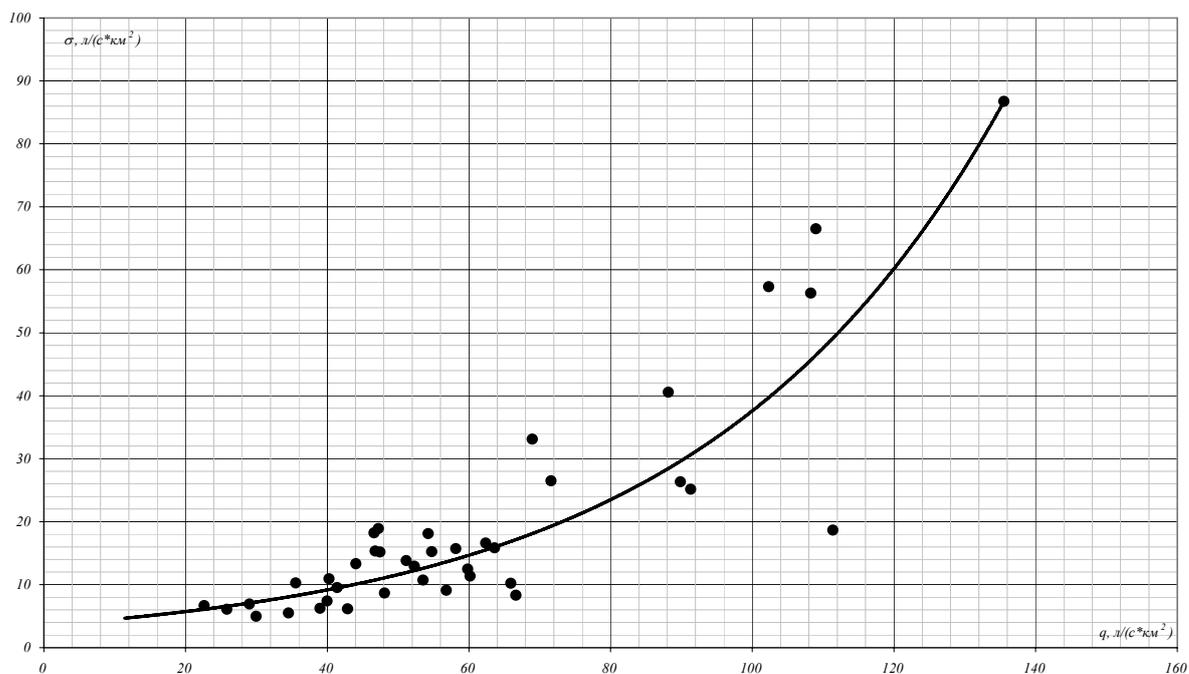


Рис. 3. Зависимость величин среднего многолетнего значения дисперсии максимальных модулей стока за половодье от средних максимальных модулей стока половодья рек Среднего Приобья

Прямолинейность зависимостей $Q=f(F)$, по существу, позволяет выполнять картографирование характеристик стока для $F > 10 \text{ км}^2$, что существенно расширяет объем привлекаемой к анализу информации.

Вторым методом расчета стока половодий являются карты распределения его характеристик. Построение карт производилось с учетом физико-географических условий территории по материалам наблюдательной гидрологической сети Росгидромета и ОАО «Гипротюменнефтегаз» в программе *MapInfo 7.0*. Предварительно были созданы следующие слои электронной карты:

- гидрография;
- населенные пункты;
- гидрологические посты;
- центры водосборов;
- границы водосборов;
- границы участков болот разных типов.

В качестве топографической основы использована карта Тюменской области М 1:100 000 и типологическая карта болот [1]. После наведения границ водосборов и обозначения их центров была создана атрибутивная база данных электронной карты, в которую были включены следующие сведения по постам:

- площадь водосбора;
- средний многолетний максимальный модуль стока весеннего половодья;
- средний многолетний слой стока за половодье;

- коэффициенты вариации максимальных расходов воды за половодье;
- названия постов;
- характеристики лесистости, озерности, заболоченности.

Таким образом, в атрибутивную базу данных были включены все основные расчетные гидрологические характеристики половодий по постам.

Далее с использованием программных средств *MapInfo 7.0* были построены изолинии расчетных характеристик, получены карты.

Отметим неравномерность исследования рассматриваемой территории пунктами наблюдений. Так, если водосборы правобережных притоков р. Аган освещены наблюдениями достаточно полно, то плотность сети других районов совершенно недостаточна. Именно поэтому наведение изолиний осуществлялось с обязательной привязкой к физико-географическим условиям местности. Основное внимание уделялось анализу особенностей рельефа, распределения болот и озер на водосборах.

Преимущества применения ГИС над стандартными методами картографирования заключаются в следующем:

1. При пересчете гидрологических характеристик (в случае наличия ошибок в расчетах или в связи с удлинением периодов наблюдений) отпадает необходимость повторного картографирования характеристик – для этого достаточно внести изменения в атрибутивную базу данных карты.

2. Совместный анализ карт распределения коэффициента вариации C_v и среднего многолетнего модуля максимального стока половодий q_0 (при незначительном изменении отношения C_v/C_s по территории) позволяет автоматически переходить к картам распределения модуля стока $q_{P\%}$ любой обеспеченности. Механизм пересчета в данном случае следующий. Для каждой точки поля распределения C_v рассчитывается значение ординаты трехпараметрического γ -распределения $K_{P\%}$, строится поле распределения ординат. Перемножение полей $K_{P\%}$ и q_0 дает в результате новую карту распределения $q_{P\%}$ в виде изолиний.

Ниже приведем краткую характеристику полученных карт расчетных гидрологических характеристик.

Карта-схема распределения среднего слоя стока за половодье (h_o) представлена на рис.4. При общей тенденции увеличения h_o к северу, хорошо прослеживается область пониженных значений h_o в междуречье Вэнга-Яха, Етыпур, Ампута. Подобное понижение h_o можно объяснить значительной заболоченностью водосборов при относительно небольшом количестве внутриболотных озер, соединенных протоками (подобной картины в других районах Северных Увалов не наблюдается). Увеличение h_o на склонах Аганского Увала связано с преобладанием холмистого рельефа, возрастанием уклонов водосборов, значительной залесенностью водосборов при отсутствии болот и озер.

Кроме того, изолиния 100 мм проведена таким образом, чтобы обогнуть Сургутскую низину с пониженным стоком половодья и отсутствием наблюдений с востока.

Распределение среднего модуля максимального стока половодья изображена на рис.5. Ход изолиний q_0 в общих чертах повторяет ход изолиний h_0 . При общей тенденции увеличения модуля стока к северу, наибольшие его значения наблюдаются в истоках р. Ампута.

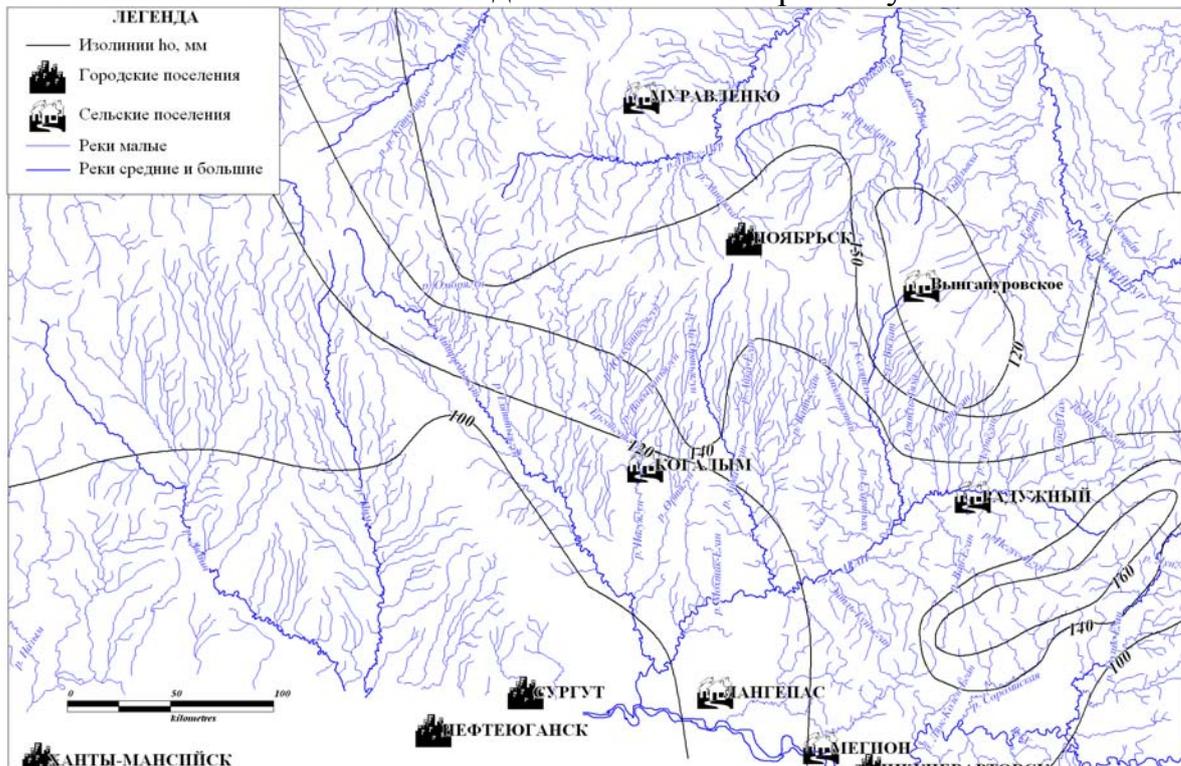


Рис. 4. Схема распределения среднего слоя стока за половодье (h_0 , мм) на территории Среднего Приобья

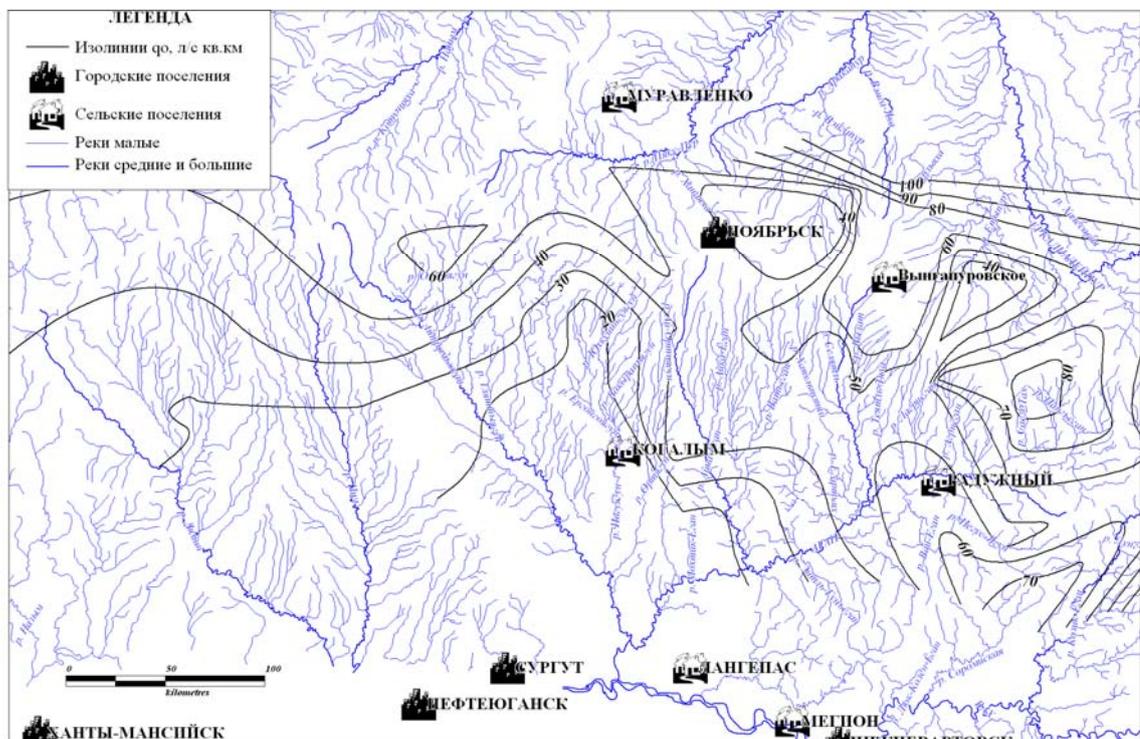


Рис. 5. Схема распределения среднего многолетнего максимального срочного модуля стока за половодье q , л/с·км² на территории Среднего Приобья

Карта-схема распределения C_v по территории представлена на рис. 6. При относительно небольших изменениях коэффициента по территории (от 0,20 до 0,35) общая тенденция состоит в его увеличении к центру бассейна р. Ампута. Подобные вариации изменчивости стока также связаны с увеличением в данном направлении доли лесных болот, которые оказывают меньшее регулирующее влияние на сток.

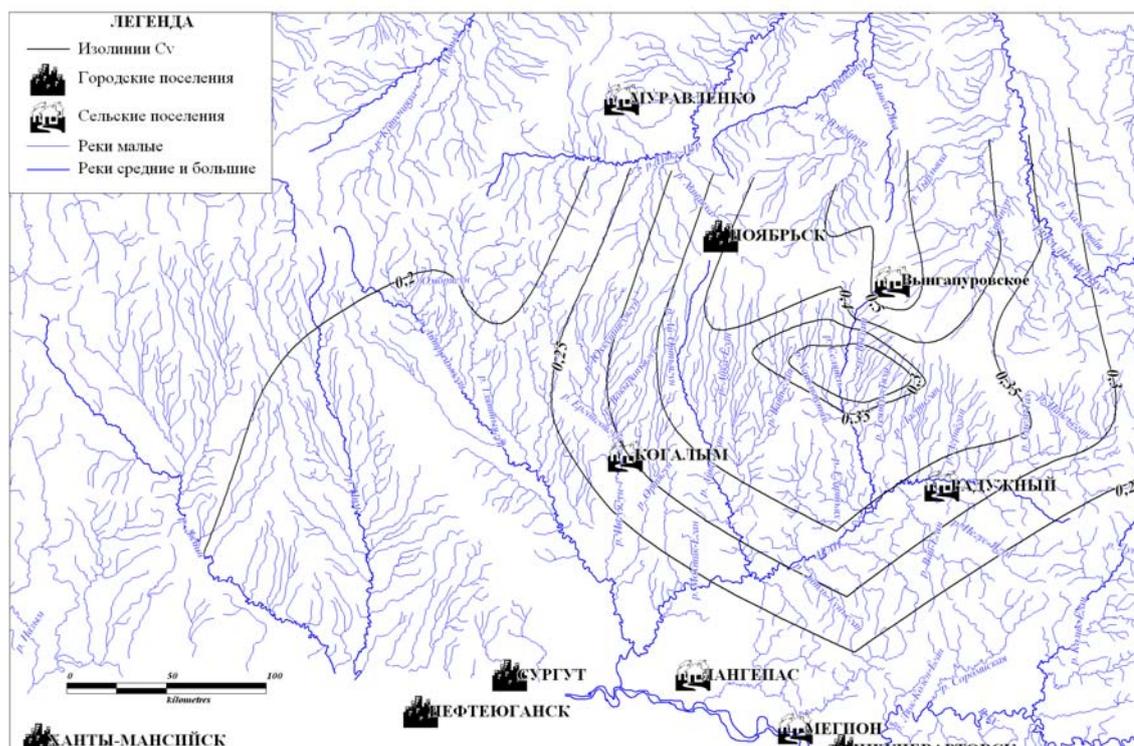


Рис. 6. Схема распределения C_v по территории Среднего Приобья

В целом распределение двух основных характеристик – слоя стока и модуля максимального стока за половодье – достаточно логично объясняется физико-географическими особенностями рассматриваемой территории. Так, полюсы уменьшения рассматриваемых характеристик к северу от Сибирских Увалов (в бассейнах рек Етыпура и Пякупура) связаны со сменой преобладающего типа болотных массивов – в бассейнах этих рек доминируют крупнобугристые олиго-мезотрофные или олиго-эвтрофные мочажинные или озерково-мочажинные болота. Бугры – кустарничниково-мохово-лишайниковые, мочажины – осоково-гипновые и осоково-пушицевые). При этом для северного склона Сибирских Увалов (по крайней мере для бассейнов рек Вынгапура и Апакапура, расположенных между двумя названными выше водосборами) характерны плоскобугристые мочажинные или мочажинно-озерковые болота. Для южного склона Сибирских Увалов характерны болотно-озерковые комплексы (сфагново-кустарничниковые и кустарничниково-лишайниковые, редко облесенные сосной и кедром). Характерные микроландшафты – грядово-мочажинные и грядово-мочажинно-озерковые, лесные и мохово-лесные.

На основании анализа типологической карты болот и карт распределения характеристик весеннего половодья можно выдвинуть предположение о том, что в общем случае крупнобугристые болота оказывают наибольшее регулирующее влияние на сток, перехватывая часть слоя стока, в связи с чем при одинаковой площади расходы с них ниже расходов с плоскобугристых болот. В то же время выпуклые олиготрофные болота южного склона Сибирских Увалов приводят к ускоренному (по сравнению с северным склоном) сбросу талых вод в русловую сеть. Но в данном случае велико регулирующее влияние озерных комплексов. Если исходить из данного предположения, то полученные карты распределения расчетных характеристик логичны.

Сравнение точности расчета стока половодий малых рек по двум полученным методикам, по методике СП-33-101-2003 с фактическими данными представлено в табл. 2.

Таблица 2

Фактические и расчетные значения максимального стока половодий рек Среднего Приобья. Сравнение расчетных методов

Река - пост	F, км ²	Фактические значения, рассчитанные по [9]			По зависимостям		По картам изолиний (рис.5, 6)			
		Q ₀ , м ³ /с	C _v	C _q /C _v	Q ₀ =f(F), м ³ /с	C _v по σ=f(q ₀)	Q ₀ , м ³ /с	C _v	Q ₀ , м ³ /с	h ₀ , мм
Ручей б.н. - в.п.№63	24,9	3,38	0,64	1,5	3,38 0	0,66 -2	2,74 21	0,50 25		129
Ручей б.н. - в.п.№61	58,7	4,05	0,48	1,0	4,60 -13	0,26 59	6,46 -46	0,50 -4		129
Тлоктлымеган - в.п.№77	52,8	2,19			2,35 -7	0,23	2,22 -1	0,34	2,69 -20	125
Чень-Тяха - в.п.ГГИ	113	6,05	0,20	1,0	5,20 15	0,23 -16	5,99 1	0,25 -22	8,82 -37	132
Вэнга-Яха - в.п.№6	298	26,3	0,46	1,0	23,50 11	0,33 34	29,8 -12	0,50 -8		138
Ван-Ёган - в.п.№47	617	39,5			40,5 -3	0,25	40,1 -2	0,25		
Хапхльнутай - в.п.№53	226	13,9			14,0 -1	0,25	12,4 11	0,37		
Вылат - в.п.ГГИ	477	33,8	0,27	1,5	33,2 2	0,27 1	31,0 9	0,30 -11	39,2 -15	130
Тягль-Тяха - в.п.ГГИ	338	14	0,23	1,5	14,6 -4	0,23 1	17,3 -21	0,25 -8	22,7 -48	133
Ай-Лагрн-Ёган - в.п.№45	157	11,2	0,37	0,5	11,2 0	0,27 32	11,0 2	0,35 6	12,7 -12	138
руч.Дальний - в.п.ГГИ	18,4	2,05	0,17	2,5	2,05 0	0,45 -90	0,92 76	0,35 -69	0,73 95	128
Саем-Тах - в.п.№39	58,1	5,07			4,55 11	0,32	4,65 9	0,34		
Трок-Тлым-Еган - в.п.№75	15,6	0,49			0,60 -20	0,24	0,70 -36	0,24	0,73 -40	128

Ручей б.н. - в.п.№78	6,96	0,26			0,26	0,23	0,32	0,25	0,39	126
					0		-21		-40	
Ср. квадр. отклон. от факт., %					3	11	6	7	16	

Как видно, средние погрешности расчета Q_0 по формулам СНиП составляют 16% при наибольших – 95% по сравнению с фактическими значениями; по районным зависимостям – 3% при наибольших – 28%; по построенным картам изолиний – 6% при наибольших – 76%. Таким образом, использование районных зависимостей $Q=f(F)$ позволяет снизить среднюю ошибку расчета среднего многолетнего максимального расхода половодий в 5 раз и наибольшую ошибку – в 3 раза по сравнению с ошибками, возникающими при использовании формул СНиП.

На основании исследования сделаны следующие выводы:

1. Полученные региональные зависимости $Q=f(F)$, $\sigma=f(q_0)$ позволяют с достаточной точностью определять гидрологические характеристики половодий рек рассматриваемого района, а потому могут быть рекомендованы как основной метод расчета стока малых рек.

2. Крупнобугристые болота оказывают наибольшее регулирующее влияние на сток по сравнению с плоскобугристыми и лесными болотами.

3. Использование ГИС-технологий позволяет дифференцированно учитывать влияние болот разных типов на характеристики максимального стока половодий, автоматизировать гидрологические расчеты.

4. Редукция модулей максимального весеннего стока по площади наблюдается в области очень малых площадей – порядка 5-10 км², что удалось установить за счет привлечения к анализу материалов наблюдений ведомственной сети на постах ОАО «Гипротюменнефтегаз». Малая область редукции позволяет картографировать характеристики стока с площадями более 10 км².

Библиографический список

1. *Болота* Западной Сибири, их строение и гидрологический режим (под ред. К.Е. Иванова, С.М. Новикова). Л: Гидрометеоздат, 1976. 448 с.

2. *Комлев А.М.* К расчету максимального стока талых вод (на примере рек Тюменской области) / А.М. Комлев // География и природные ресурсы. 2002. №3. С. 125-127.

3. *Комлев А.М.* Методика расчета максимального весеннего стока рек Тюменской области / А.М. Комлев, Л.В. Переладова // Там же. 2001. №4. С.117-122.

4. *Материалы* режимных гидрологических наблюдений по водомерным постам, организованным Свердловским филиалом института «Гипротюменнефтегаз» за период 1970-1984 гг. Свердловск, 1987. Вып.1. 568 с.

5. *Отчет* по научно-исследовательской работе (дог. №11/6). Методическое письмо по расчету гидрометеорологических характеристик

заболоченных территорий северного склона Сибирских Увалов. Л., 1990. 148 с.

6. *Отчет* по научно-исследовательской работе (дог. №11/1). Методическое письмо по расчетам гидрометеорологических характеристик заболоченных территорий Среднего Приобья. Л., 1984. 188 с.

7. *Пособие* по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоздат, 1986. 448 с.

8. *Ресурсы* поверхностных вод СССР. Т.15. Алтай и Западная Сибирь. Вып.2. Средняя Обь. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 408 с.

9. *Ресурсы* поверхностных вод СССР. Т.15. Алтай и Западная Сибирь. Вып.3. Нижний Иртыш и Нижняя Обь. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 424 с.