



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

Кафедра гидрометрии

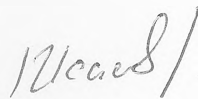
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

На тему **Методика подсчета годового стока на
пойменных створах (на примере рек
бассейнов Волги и Дона)**

Исполнитель Ст.гр. ПГ-М17-1-3
Фатхетдинова Н.Ф.

Руководитель Проф.д.г.н.
Н.Б. Барышников

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой


(подпись)

«05» июня 2019 г.

Санкт-Петербург
2019



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

Кафедра гидрометрии

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(Магистерская диссертация)

На тему **Методика подсчета годового стока на
пойменных створах (на примере рек
бассейнов Волги и Дона)**

Исполнитель Ст.гр. ПГ-М17-1-3
Фатхетдинова Н.Ф.

Руководитель Проф.д.г.н.
Н.Б. Барышников

**«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой**

(подпись)

«_____» _____ 2019 г.

Санкт–Петербург
2019

СОДЕРЖАНИЕ.

	Стр.
Введение.....	3
1. Физико-географические условия рек Атмисс и Хопер.....	4
2. Описание гидрологических постов.....	9
3. Обзор режима рек. Расчет годового стока.....	14
4. Типизация процессов взаимодействия руслового и пойменного потоков.....	36
5. Учет взаимодействия руслового и пойменного потоков в методиках расчета пропускной способности пойменных русел.....	41
6. Анализ исходных данных и оценка полученных результатов.....	66
Заключение.....	77
Список использованных источников.....	78
Приложения.....	79

ВВЕДЕНИЕ.

Возросшее народнохозяйственное использование пойм, особенно для сельского хозяйства, предъявляет повышенные требования к точности расчета их сопротивлений и пропускной способности.

Методы расчета, применяемые в большинстве проектных организаций, основаны на формуле Шези и различных таблицах коэффициентов шероховатости. Как известно, формула Шези применяется для условий равномерного, установившегося движения жидкости и, как правило, расчет по ней дает результаты близкие к натуре для условий меженного русла. В то же время, при расчетах максимальных расходов, особенно на пойменных створах, часто наблюдаются отклонения значительно превышающие допустимые. Это обусловлено влиянием целого ряда факторов, но особенно воздействием эффекта взаимодействия руслового и пойменного потоков. С учетом этого фактора в настоящее время разработано несколько методов, существенно уменьшающих погрешности расчетов. Особенно важной эта проблема стала после прохождения серии катастрофических паводков в странах Западной Европы и на ЕТР, начиная с 1997 года, которые были обусловлены изменением климата.

Исходя из этого, нами на основе анализа современных расчетных методов и данных наблюдений сетевых подразделений Пензенского областного гидрометеоцентра была предпринята попытка проанализировать, и оценить эмпирическую методику расчетов и рекомендовать пути ее совершенствования. В частности, рассмотрены вопросы уточнения величины расчетной шероховатости поймы.

Данная работа, охватывающая относительно небольшой по объему материал наблюдений, является одной из составляющей НИР, выполняемой на кафедре гидрометрии, посвященной исследованию потоков в руслах поймами и методов расчетов пропускной способности пойменных русел.

1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕК АТМИСС И ХОПЕР

Река Атмисс протекает в пределах Пензенской области, относится к бассейну Верхней Волги. Длина реки 114 км, площадь водосбора 2430 км² впадает в реку Мокша.

Река Хопер - левый приток Дона, протяженность в пределах Пензенской области - 185 км, водосборная площадь 16829 км².

Рельеф

Территория бассейна Волги расположена на Русской равнине, в её восточной части - Окско-Донской низменности. Поверхность в общем равнинной территории района представляет собой чередование низменных равнин и возвышенностей с колебанием абсолютных отметок в пределах 100-300 м. На формирование рельефа большое влияние оказало геологическое строение и тектонические особенности Русской платформы. Основная часть территории ещё в мезозое вступила в стадию континентального развития, в период которой сформировались крупные элементы рельефа. В общую схему рельефа, сложившуюся в доледниковое время, большое разнообразие внесли оледенения четвертичного периода, в значительной степени определившие современные формы поверхности. Описываемая территория не менее четырёх раз перекрывалась ледниками. Границы оледенений во многих местах чётко прослеживаются в рельефе. Формы поверхности, возникшие в результате деятельности ледников, в последующее время в разной степени преобразованы воздействием флювиальных и эрозионных .

Основную роль в рельефе района играет Керенско-Чембарская возвышенность. Наибольшие высоты возвышенности находятся у главного водораздела Дона и Волги. В рельефе этого водораздела выступают крупные по размерам холмистые массивы. Их поверхность расчленена долинами рек по радиальному типу. Так в юго-восточной половине возвышенности, у с.

Александровки, где массив с отметкой 282 м абс. выс. служит местом истоков Хопра, Мокши, Атмисса. На северо-запад от холмистых массивов наблюдается общая покатость местности соответственной развитая в том же направлении речная долина Атмисса. Долина реки обширна и несколько асимметрична, правый склон круче левого. Пойма реки широкая и достигает местами несколько километров, часто ограничена уступом первой надпойменной террасы. Русло реки извилистое.

Территория бассейна Дона в пределах Пензенской области расположена на южной половине Приволжской возвышенности и представляет возвышенную, слабонаклоненную на запад равнину с характерным структурно-эрозионным рельефом (рис. 2). Тут же близ водораздела с Волгой находятся наибольшие абсолютные высоты, понижающиеся с севера на юг и с востока на запад. На северо-востоке бассейна Дона высоты составляют в верховьях р. Хопра 282 м, в верховьях р. Сердобы (левый приток Хопра) 263 м.

Формы рельефа. К основным формам рельефа водосборов Донского района относятся речные долины, балки, овраги, оползни и западины. На Приволжской возвышенности в бассейне Дона наиболее развитыми являются долины верхних течений рек Вороны и Хопра. Они хорошо разработаны и имеют ясно выраженное асимметричное строение. Правые их склоны возвышенные, крутые, левые — пологие с серией надпойменных террас. Поймы широкие.

Для Приволжской возвышенности характерна сравнительно редкая, но глубокая расчленённость рельефа долинно-балочной сетью.

В бассейне Дона овраги распространены почти повсеместно. На Приволжской возвышенности имеются разные типы оврагов: донные овраги развивающиеся по дну балок, береговые или склоновые, возникающие на склонах речных долин и балок, и верховые, прорезающие верховья балок и примыкающие к ним плоские ложбины стока.

В зависимости от прорезаемых оврагами пород можно различать овраги,

формирующиеся в скальных и рыхлых породах, с чем связана интенсивность их роста. Наконец, различают молодые, свежие или действующие овраги и старые затухающие, прекратившие свой рост.

Индикаторами гидрогеологических условий местности являются оползни на склонах речных долин, балок и оврагов. Но в бассейне Дона они получили достаточно широкое распространение только на овражных склонах по долинам ряда правых притоков Дона и в Приволжской возвышенности.

Морфологически можно различать: циркообразные оползни, представляющие резко очерченные дугообразной поверхностью выемки на склонах, и оползни с неровной бугристой поверхностью.

Геологическое строение

Территория бассейна Волги в пределах Пензенской области расположена в центральной части кристаллического фундамента Русской платформы.

Отложения нижнего и среднего мела выходят на поверхность обширных пространств юго-востока территории в бассейнах рек Цны, Мокши и Суры.

Карст. Наличие обширных площадей, сложенных карбонатными породами, прикрытыми маломощными водопроницаемыми отложениями, определяет развитие карстовых форм, главным образом в виде воронок, провалов, западин, карстовых озёр и трещин.

Влияние карста на режим стока в основном проявляется в уменьшении поверхностного стока и переводе его в подземный сток. На территории бассейна Волги в пределах Пензенской области карст отсутствует.

Территория бассейна Дона в пределах Пензенской области располагается в юго-восточной части Русской платформы на юго-западной окраине Приволжской возвышенности. Литологически эти отложения представлены песчано-глинистыми породами преимущественно континентального происхождения (отложения древних речных потоков)

Самые молодые отложения четвертичного периода почти сплошь прикрывают более ранние и отличаются большим разнообразием, как в генетическом, так и в литологическом отношении. Из них наибольшее

распространение имеют элювиально-делювиальные отложения, повсеместно развитые на водоразделах и склонах Приволжской возвышенности. Литологически они представлены лёссовидными суглинками и глинами.

Отдельными пятнами на водосборе Хопра встречаются ледниковые отложения, представленные слоем валунных суглинков (морена) мощностью до 2 - 4 м. Сверху обычно они прикрыты безвалунными лёссовидными суглинками.

Карст. Территория бассейна реки Дон, как и бассейна реки Волги в пределах Пензенской области не является карстовой.

Почвы

Для территории бассейна Волги в пределах Пензенской области характерны чернозёмы оподзоленные и выщелоченные, и серые лесные почвы с лёгкосуглинистым механическим составом. Поймы рек области заняты аллювиальными почвами.

Донской район в пределах Пензенской области является районом типичных тучных чернозёмов Окско-Донской низменности и типичных тучных и выщелоченных тучных чернозёмов Приволжской возвышенности.

Растительность

Территория бассейна Волги в пределах Пензенской области относится к лесостепной зоне и является районом смешанного широколистного леса и сосново-широколистного леса. В лесостепной зоне луговая растительность сохранилась преимущественно на склонах долин, балок и лощин.

Донской район Пензенской области относится к лесостепной зоне, растительного покрова лесостепи характерно чередование лесов и луговых (разнотравно-луговых) степей. В размещении лесов и степей в лесостепной зоне обнаруживаются закономерные связи с рельефом и составом грунтов. В лесостепной зоне наиболее характерной лесной формацией являются широколиственные леса.

Общая характеристика гидрографической сети Река Атмисс. Длина - 114 км, площадь водосбора - 2430 км². Количество рек в бассейне длиной

более 10 км - 19. Длина рек бассейна более 10 км - 490 км. Количество рек в бассейне длиной менее 10 км - 168. Длина рек бассейна менее 10 км - 428 км. Общее количество рек в бассейне - 187. Общая длина рек в бассейне - 918 км. Густота речной сети - 0,38 км/км².

Река Хопер. Длина - 979 км, площадь водосбора - 61100 км². Количество рек в бассейне длиной более 10 км - 19. Количество рек в бассейне длиной менее 10 км - 66. Длина рек бассейна менее 10 км - 621 км. Густота речной сети - 0,33 км/км².

2. ОПИСАНИЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОСТОВ

р. Атмисс - с. Атмисс. Пост расположен в восточной части села, в 3.7 км ниже устья р. Вирушка.

Прилегающая местность - слабоволнистая, преимущественно открытая равнина, занятая сельскохозяйственными угодьями.

Долина реки трапецеидальная. Правый склон крутой, высотой 50-60м, рассечен оврагами, местами порос зрелым лиственным лесом, сложен суглинками и известняком; левый - более пологий, высотой 7.0 - 8.0 м, открытый, незаметно сливается с прилегающей местностью, занят сельскохозяйственными угодьями и постройками села. Пойма на участке поста двухсторонняя: левобережная - шириной до 1.0 км, луговая, частично распаханна и занята постройками, правобережная - до 100 м, луговая, в присклоновом участке заболочена, начинает затопляться при уровне воды 550-600 см, при уровне воды 600-630 см начинает действовать протока на пойме правого берега.

Русло на участке поста прямолинейное, выше и ниже - умеренно извилистое, слабдеформирующееся, незначительно зарастающее водной растительностью, в 180 м ниже поста имеется остров, поросший кустарником. Ширина реки в межень 20-35 м. Грунт глинистый, местами илистопесчаный. Берега крутые, высотой 5.0-7.0 м, сложены суглинками, одернованы, поросли кустарником, местами обрывистые, высотой до 16м, подвержены размыву.

В зимний период на участке и выше поста наблюдаются полыньи и промоины, способствующие образованию незначительных зажоров ниже поста.

В 125 м ниже поста имеется мост, который затопляется в период половодья.

Водомерный пост свайный, расположен на левом берегу, оборудован самописцем уровня воды типа ГР-38.

Высоты реперам поста переданы 15.10.1999 года нивелировкой IY кл. УГМС от стенного репера № 1129 Госсети, расположенного в с. Атмиссе, в стене дома Черепейникова А.М. Длина связующего хода 3,2 км, невязка 2 мм.

Отметка нуля поста 136.15 м БС. Гидроствор №3 расположен в створе поста. Нижний уклонный пост находится в 225 м ниже поста, верхним уклонным постом является основной.

р. Хопер-с. Пановка. Пост расположен у села, в 3.0 км выше устья р. Колышлей, в 12 км от ст. Колышлей Приволжской ж.д.

Прилегающая местность - волнистая равнина, слабо рассечена оврагами и балками, преимущественно открытая, с небольшими массивами смешанного леса. Растительность в основном луговая.

Долина реки трапецеидальная, пойменная. Правый склон открытый, высотой 15-20 м, пологий, слабо рассечен оврагами, занят сельскохозяйственными угодьями и постройками села, левый, высотой 5-12 м, очень пологий, местами покрыт небольшими участками смешанного леса. Склоны сложены суглинками. Пойма односторонняя, левобережная, шириной 300 м, пересеченная, луговая, начинает затопляться при уровне воды 360 см.

Русло реки умеренно извилистое, неразветвленное, деформирующееся, зарастает водной растительностью. Берега реки ступенчатые; правый, высотой 2.5-3.5 м, суглинистый, левый, высотой 2.0-3.0 м, ступенчатый, поросший кустарником.

Выше и ниже поста - мелководные перекаты. В период весеннего ледохода выше поста на крутых поворотах реки в отдельные годы наблюдаются полыньи.

Пост свайный, находится на правом берегу.

Отметка нуля поста 152.62 м БС.

Гидророствор №4 расположен в створе поста, оборудован лодочной переправой. В меженный период расходы воды измерялись во временном гидроростворе вброд.

Единичные пробы воды на мутность брались в гидроростворе №4, в 15 м от постоянного начала, интеграционным способом, батометром-бутылкой.

Пробы для определения крупности взвешенных наносов и донных отложений брались в гидроростворе №4 батометром-бутылкой и донным щупом ГР - 69.

Температура воды измерялась в створе поста у правого берега, толщина льда-в створе поста на середине реки.

Рис. 2.1- Схема расположения гидрологического поста ГП-1

Р. Атмис- с. Атмис.

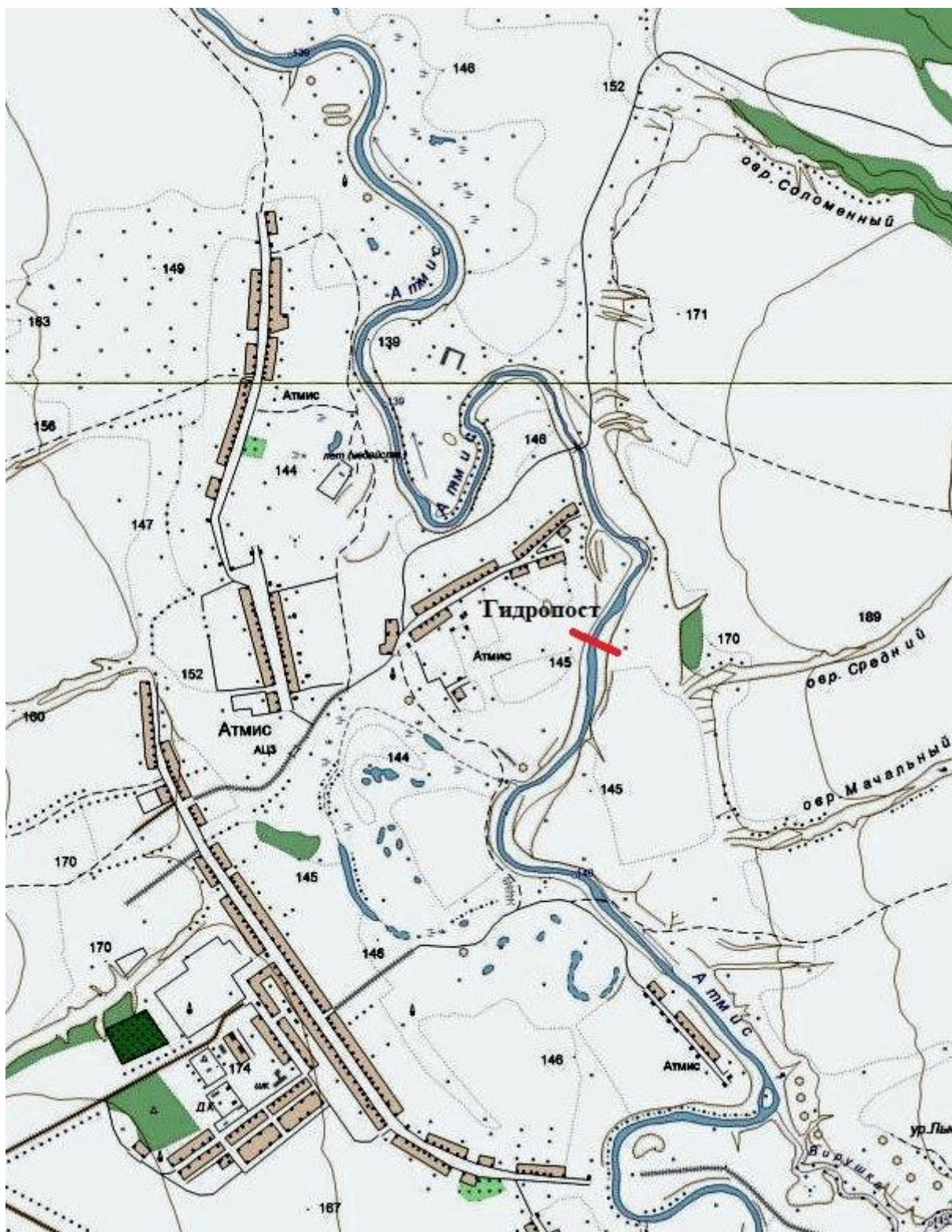
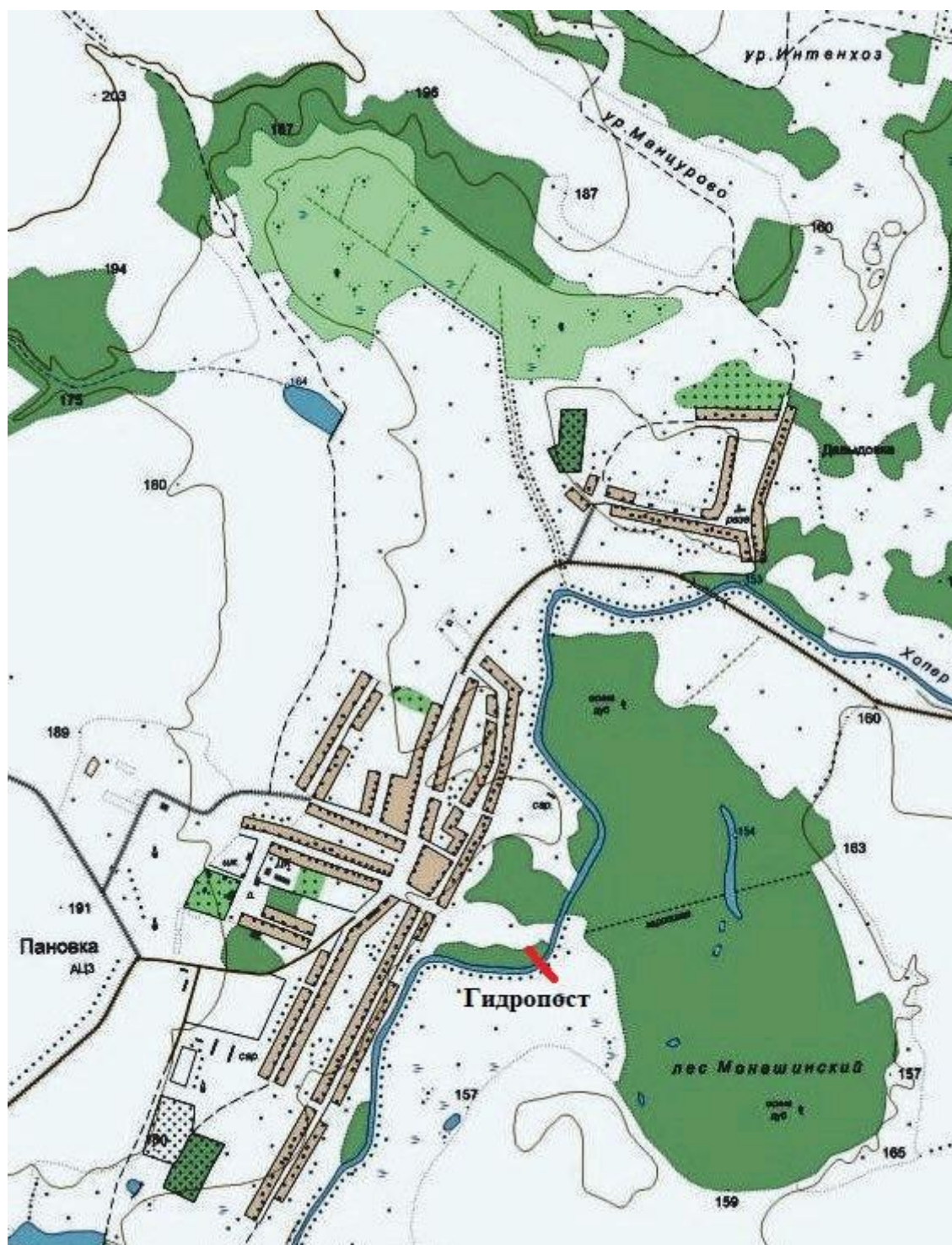


Рис. 2.2- Схема расположения гидрологического поста ГП-1

Р. Хопер- с. Пановка.



3. ОБЗОР РЕЖИМА РЕК. РАСЧЕТ ГОДОВОГО СТОКА

Обзор режима рек за 2007-2008 гидрологический год.

Оценка гидрометеорологических условий, характеристика водных объектов и водных ресурсов даны на гидрологический год, началом которого условно считается 1 октября 2007 года, а концом 30 сентября 2008 года

Все характеристики приведены по гидрологическим сезонам, которые приняты: осенний (октябрь, ноябрь), зимний (декабрь - февраль), весенний (март - апрель), летний (май — сентябрь).

Осенний сезон по температуре и осадкам оказался близким к норме.

Средняя температура воздуха была на $0,4 - 0,9^{\circ}$ выше среднемноголетней.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0° в сторону отрицательных величин произошел 4-5 ноября, на 2 - 4 дня раньше нормы.

Устойчивый снежный покров образовался 5-14 ноября, на 7-24 дня раньше среднемноголетних дат.

Переход температуры воды через $0,2^{\circ}$ на большинстве рек произошел в конце первой - начале 2 декады ноября, что на неделю раньше среднемноголетних дат.

Устойчивый ледостав на большинстве рек территории установился в 1 декаде декабря, что близко к норме.

Количество осадков за сезон составило 85 - 106% от нормы.

Средний сток за сезон был выше нормы ($K = 2.75$). Максимальные расходы воды были выше нормы ($K = 1.17$). Минимальный сток был выше нормы ($K = 4.28$).

Зима 2007 - 2008 гг. по температурному режиму оказалась близкой к норме.

Средняя температура воздуха на $1.2 - 1.7^{\circ}$ выше нормы.

Количество осадков за сезон составило 85 -101% от нормы.

Глубина промерзания почвы достигала 58-78 см.

Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в 3 декаде января - 2 декаде февраля и составила 29-58 см.

Толщина льда на реках составила 16 — 50 см.

Максимальный запас воды в снежном покрове составил 105 - 127% от нормы.

Водность рек превышала норму ($K = 3.44$). Максимальные расходы были немного ниже нормы ($K = 0.88$). Минимальный сток был выше нормы ($K = 3.57$).

Весна 2008 г. характеризовалась очень теплой погодой. Средняя температура воздуха за сезон была выше нормы на 5.7 - 6.2°. Осадков выпало 112-169% нормы.

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0° в сторону положительных величин осуществился 23 февраля, в отдельных районах области -14 марта, что на 21 - 40 дней раньше обычных сроков.

Разрушение снежного покрова произошло 20 - 27 марта, на 12-17 дней раньше среднемноголетних дат.

На большинстве рек ледохода не было, лед таял на месте.

Полное очищение рек ото льда произошло преимущественно в конце 1 декады марта, что на 3 недели раньше среднемноголетних дат.

Продолжительность весеннего половодья составила 45 - 60 дней.

Максимальные уровни половодья отмечались 25-28 марта и были на 6 - 191 см ниже нормы.

Водность рек за сезон была ниже нормы ($K = 0.78$). Максимальный сток был ниже нормы ($K = 0.26$). Минимальный сток был выше нормы ($K = 8.42$).

Летний сезон характеризовался умеренно теплой погодой. Средняя температура воздуха за сезон была около нормы. Наиболее теплыми были 15

- 18 июля и 15 - 19 августа, когда среднесуточная температура воздуха составила

24 - 27°, максимум достигал 32 - 35°. Осадков выпало 102 - 120% нормы. Водность рек превышала норму ($K = 2.73$). Максимальные расходы были выше нормы ($K^* = 1.58$). Минимальный сток был выше нормы ($K = 4.50$).

В целом 2007 - 2008 гидрологический год по водности был выше нормы ($K = 1.38$).

Внутригодовое распределение стока было следующим: зимой сток составил 14 - 22% годового, в период половодья 25 - 45%, в летне-осенний период 39-53%.

Обзор режима рек за 2008-2009 гидрологический год.

Оценка гидрометеорологических условий, характеристика водных объектов и водных ресурсов даны на гидрологический год, началом которого условно считается 1 октября 2008 года, а концом 30 сентября 2009 года.

Все характеристики приведены по гидрологическим сезонам, которые приняты, осенний (октябрь, ноябрь), зимний (декабрь - февраль), весенний (март, апрель), летний (май - сентябрь).

Осенний сезон характеризовался повышенным температурным режимом. Средняя температура воздуха была на 3,6 - 4,2° выше среднемноголетней. Количество осадков за сезон составило 79 — 95% от нормы.0

Средний сток за сезон был выше нормы ($K=2,92$). Максимальные расходы воды были выше нормы ($K=1,34$). Минимальный сток был выше нормы ($K=3,42$).

Зима 2008 - 2009 гг. характеризовалась преобладанием повышенного температурного режима.

Средняя температура воздуха была на 2,9 - 3,2° выше нормы. Количество осадков за сезон составило 30 -80% от нормы.

Переход среднесуточной температуры воздуха через 0° в сторону отрицательных величин произошел 12 декабря, на месяц позже обычных сроков.

Устойчивый снежный покров образовался 16-24 декабря, что на 22 - 37 дней позже среднемноголетних дат.

Максимальная высота снежного покрова наблюдалась в первой декаде марта и составила 22 - 35 см.

Максимальный запас воды в снежном покрове составил 60-99% от нормы

Глубина промерзания почвы достигала 64 - 86 см.

Переход температуры воды через $0,2^{\circ}$ на большинстве рек произошел 14 -18 декабря.

Устойчивый ледостав на большинстве рек территории установился в начале третьей декады декабря, что на 20 дней позже нормы, на реке Выша - пос. 10-й Октябрь - в конце второй декады декабря. Толщина льда составляла 18-47 см.

Водность рек была выше нормы ($K=2,77$). Максимальные расходы воды ниже нормы ($K=0,69$). Минимальные расходы воды выше нормы ($K=3,93$).

Весна 2009 г. характеризовалась теплой погодой, по температурному режиму близкой к норме.

Средняя температура воздуха за сезон была на $0,8 - 1,6^{\circ}$ выше нормы. Осадков выпало 62 - 79% от нормы.

Устойчивый переход среднесуточной температуры воздуха через 0° в сторону положительных величин осуществился 26 - 29 марта, что на 2 - 6 дней раньше среднемноголетних сроков.

Разрушение снежного покрова произошло 30 марта - 6 апреля, что на 1 - 7 дней раньше среднемноголетних дат.

На большинстве рек ледохода не было, лед таял на месте.

Полное очищение рек ото льда произошло в конце последней декады марта, что совпадает со среднемноголетними датами.

Продолжительность весеннего половодья составила 17-31 день.

Максимальные уровни половодья отмечались 1 - 3 апреля и были на 7 - 95 см ниже среднемноголетних максимумов.

Водность рек за сезон была ниже нормы ($K=0,52$).

Максимальный сток ниже нормы ($K=0,36$).

Минимальный сток выше нормы ($K=5,54$).

Летний сезон характеризовался теплой погодой. Только август отличался неустойчивостью с преобладанием пониженного температурного режима. Наиболее теплой была вторая декада июля, практически ежедневно максимум температуры воздуха превышал 25° , его абсолютные значения достигали $33 - 36^{\circ}$.

Средняя температура воздуха за сезон была на $0,9 - 1,4^{\circ}$ выше нормы.

Осадков выпало 80 - 110% от нормы.

Водность рек была выше нормы ($K=2,21$). Максимальные расходы воды выше нормы ($K=1,56$). Минимальные расходы воды также выше нормы ($K=3,20$).

В целом 2008 - 2009 гидрологический год по водности был близок к норме ($K=0,99$).

Внутригодовое распределение стока было следующим: зимой сток составил 18 - 22% годового, в период половодья 25 - 40%, в летне-осенний период 15 - 38%.

Анализ исходной информации. Расчет годового стока.

Для выполнения дипломного проекта была использована исходная информация по расходным постам с организацией измерений уклонов воды на реке Атмисс у села Атмисс и реке Хопер у села Пановки Пензенской области за 2008-2009 года.

Сведения о расходах воды приведены в таблице измеренных расходов воды (таблицы А.1, А.2, А.7, А.8).

Для указанных гидрологических постов были построены кривые зависимости $Q=Q(H)$; $P=P(H)$; $U_{ср}=U_{ср}(H)$; комплексные графики.

Все данные об уровнях воды, состоянии водного объекта, значения высшего уровня, низшего уровня периода открытого русла и низшего зимнего периода, а также даты их наступления указаны в таблицах А.3, А.4, А.9, А. 10.

Комплексные графики были построены на основе данных наблюдений, помещенных в книжках КГ-1М(н).

Схема и оценка надежности подсчета стока воды по годам приведены в таблицах 3.1 и 3.2. Данные о вычисленном стоке предоставлены в таблицах А.5, А.6, А.11, А. 12.

Результаты полученных вычислений находятся в основном в пределах требуемой точности, что свидетельствует о том, что методика расчета является достоверной и обеспечивает необходимую точность годового стока.

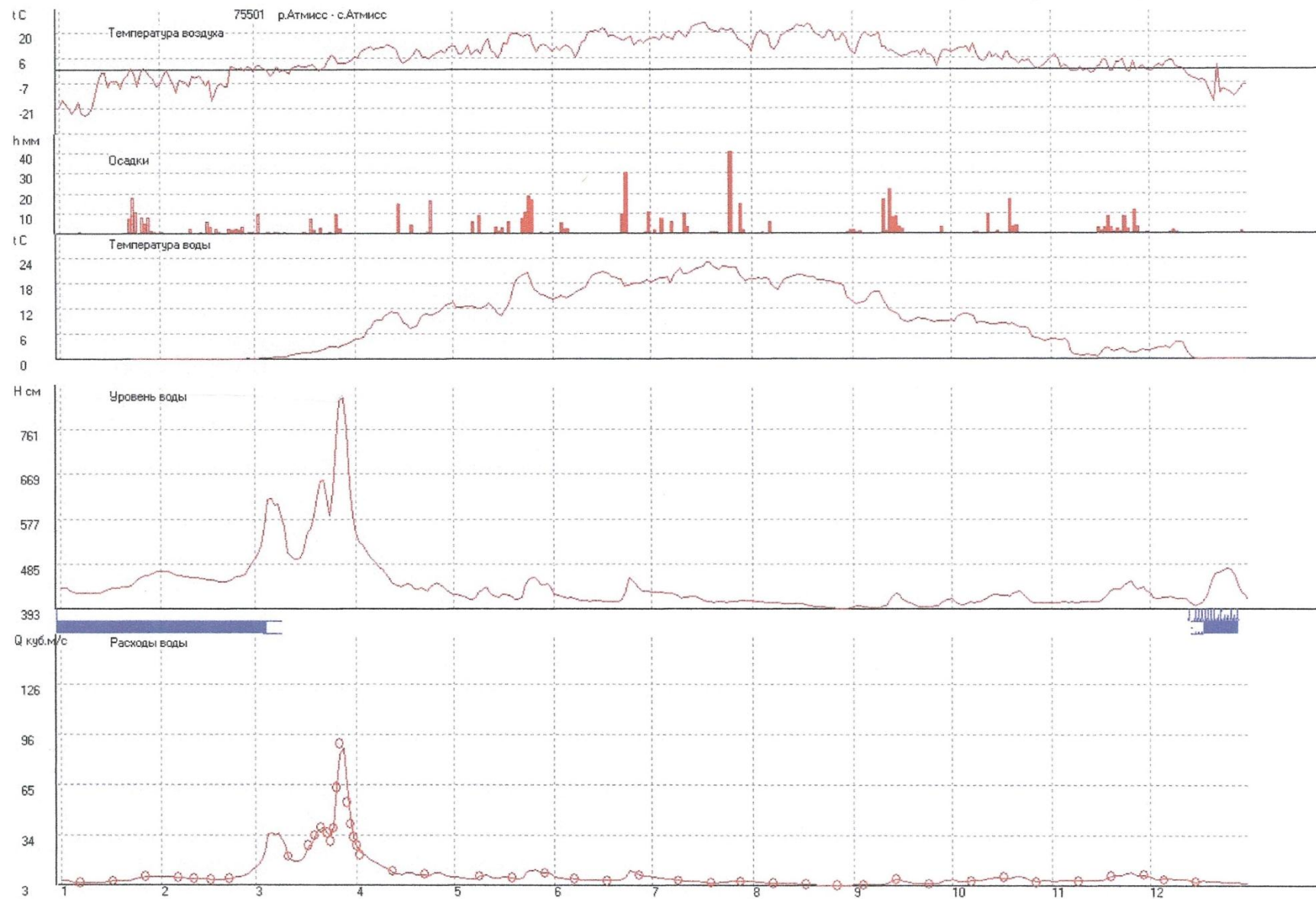
Таблица 3.1 - Схема и оценка надежности подсчета стока воды за 2008 год.

Река-пост	Метод подсчета стока	Период	Колич. ИРВ Данного года	Осве-щен. ампли-туды, %	Характерные расходы воды, куб.м/с				Примечание
					Наибольшие		наименьшие		
					измерен.	Вычисл.	Измерен	Вычисл.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
р.Атмисс - с.Атмисс	Кзим	01.01 -10.03	7						23.02-10.03: 16-31.12 сток приближенный из-за отсутствия ИРВ. 18-31.12 сток подсчитан по срезанным значениям уровня. 01-30.06 растительность влияние на сток не оказывала.
	Q(Н)96,2003	11-19,24, 30.03-30.06; 01.10-16.12	25	100	242	54.8	4.46	5.90	
	Кподп	20-23,25-29.03	8						
	Кзар	01.07-30.09	9						
	Кзим	17-31.12	-						
р. Хопер - с. Панов ка	Кзим	01.01-12.03	11						Q(Н)2003,2001,96 сопряжена ниже Н = 60 см с Q(Н)07,06, продолженной ниже Н=-57 см. 01-29.06; 20.08-14.10 растительность влияния на сток не оказывали.
	Q(Н)03,07,08	13.03-29.06; 20.08-16.12	34	100	62.8	61.3	1.15	1.15	
	Кзар	30.06-19.08	4						
	Кзим	17-31.12	2						

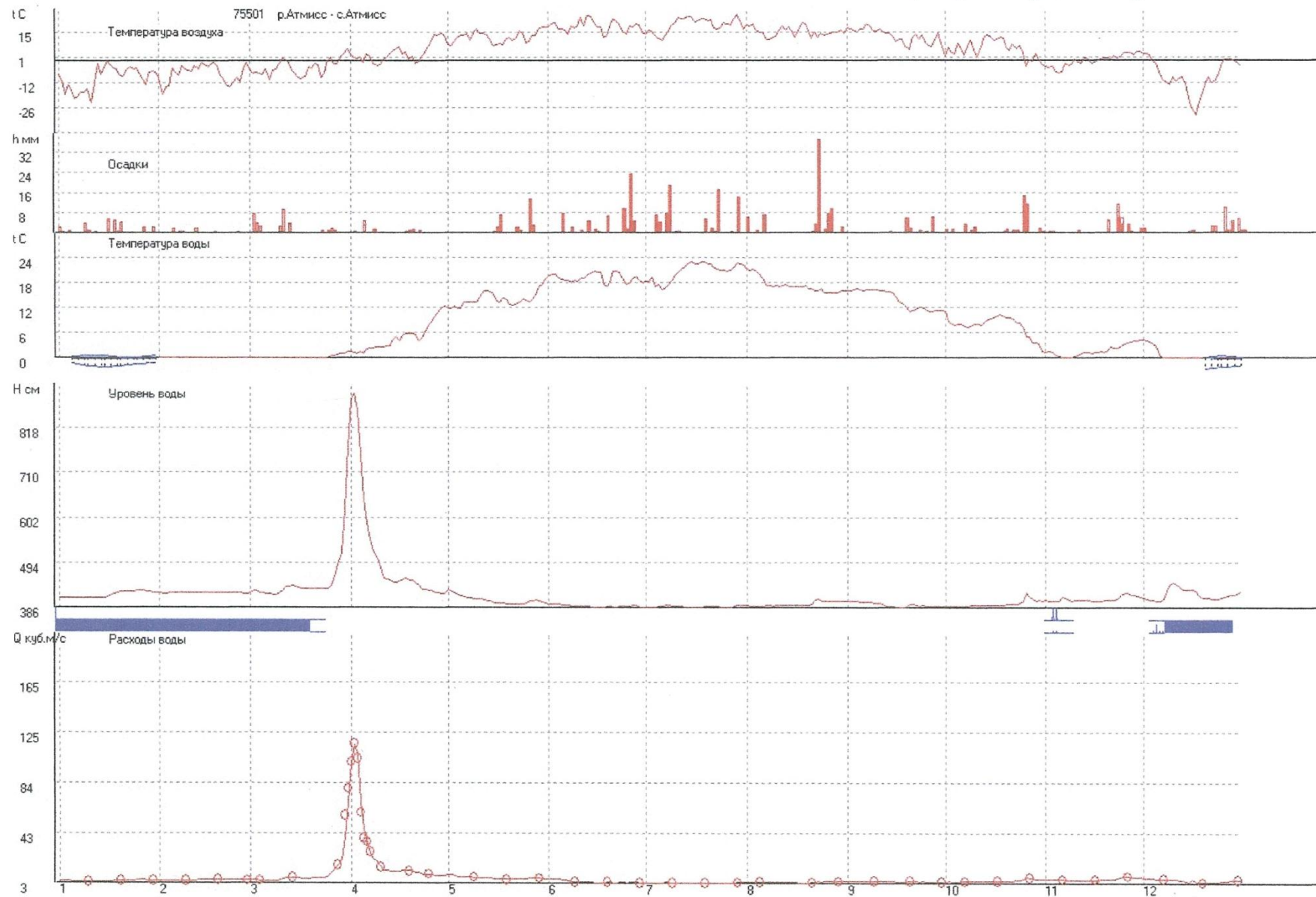
Таблица 3.2 - Схема и оценка надежности подсчета стока воды за 2009 год.

Река-пост	Метод подсчета стока	Период	Колич. ИРВ данного года	Осве-щен. ампли-туды, %	Характерные расходы воды, куб.м/с				Примечание
					наибольшие		наименьшие		
					измерен.	вычисл.	измерен.	вычисл.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
р.Атмисс - с.Атмисс	Кзим	01.01-25.03	8						Q(Н) 96,2003 изменена ниже Н=480 см. 07-18.12 сток подсчитан по срезанным значениям уровня. 04-12.11 ледовые явления учтены графиком Кзар.
	Q(Н)96,03,2009	26-30.03; 05.04-04.06	13	100	242	58.1	6.03	6.33	
	Кподп	31.03-04.04	7						
	К зар	05.06-05.12	18						
	Кзим	06-31.12	3						
р.Хопер - с.Пановка	Кзим	01.01-31.03	12						Q(Н)2003,2007,2008 изменена выше Н = 180 см. 03-10.06; 20-31.10 растительность, 05 -13.11 забереги влияния на сток не оказывали.
	Q(Н)2008,2009	01.04-10.06; 20.10-06.12	22	100	66.0	67.0	1.15	1.75	
	Кзар	11.06-19.10	13						
	Кзим	07-31.12	3						

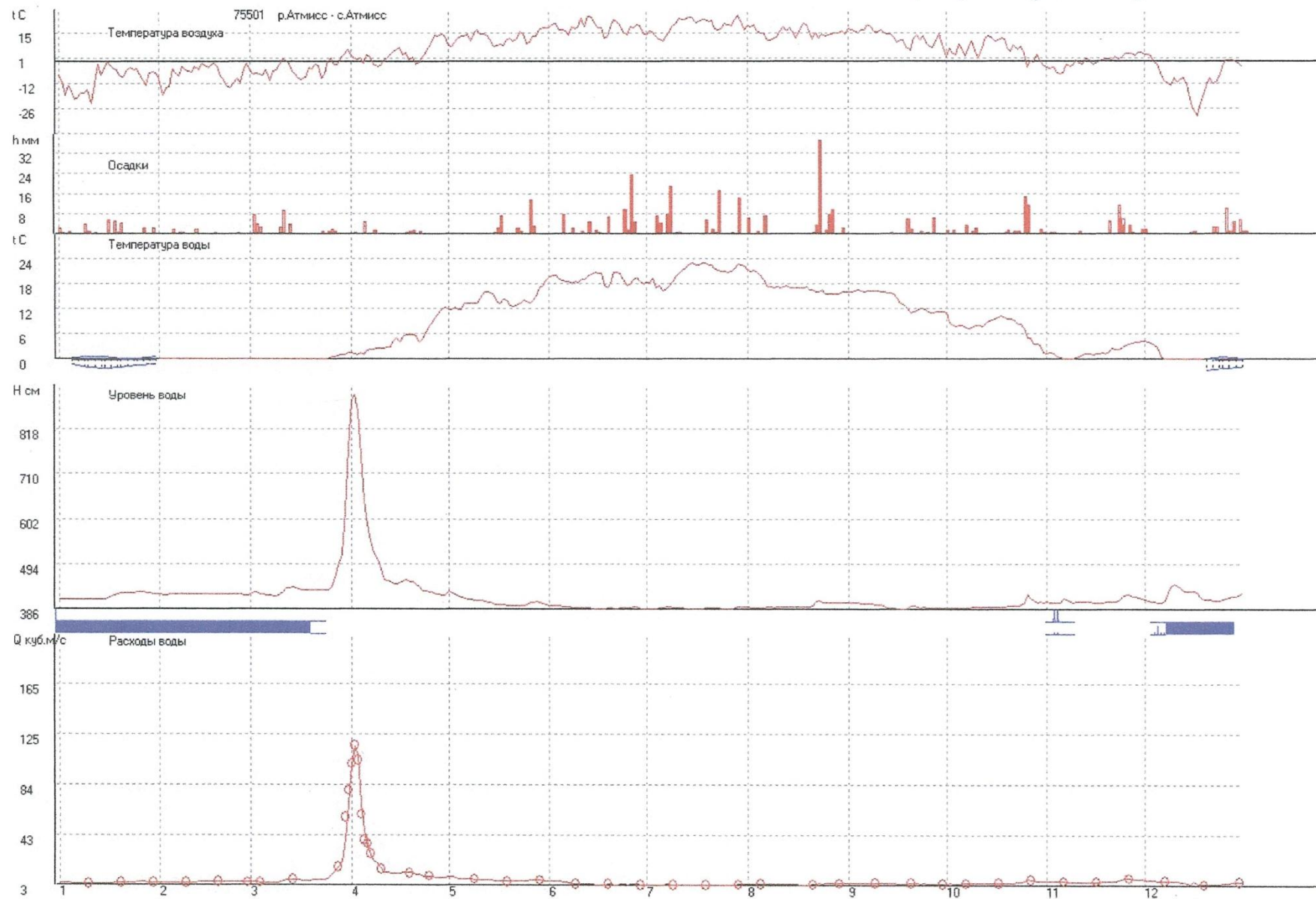
Комплексный График (2008г.)



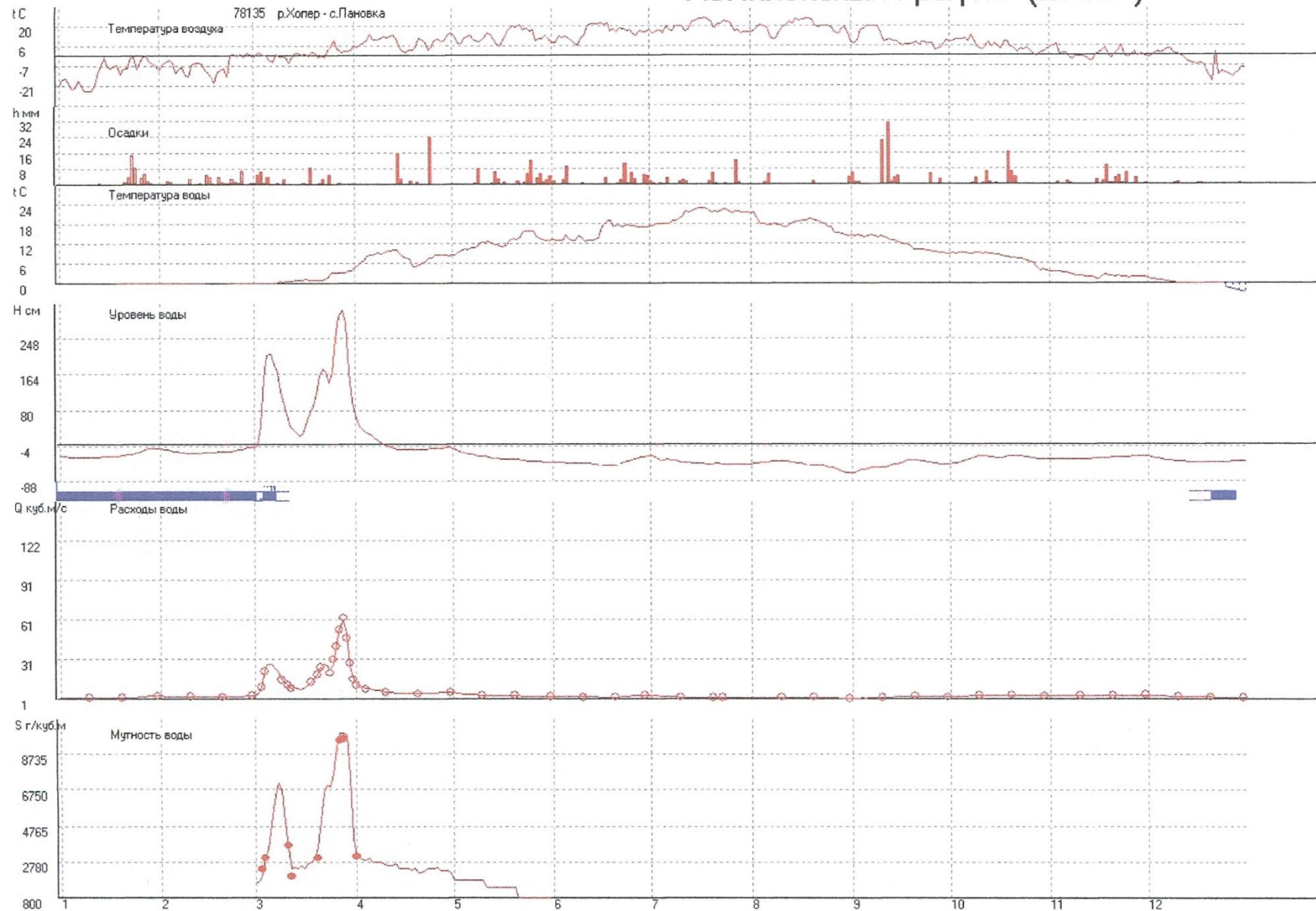
Комплексный График (2009г.)



Комплексный График (2009г.)

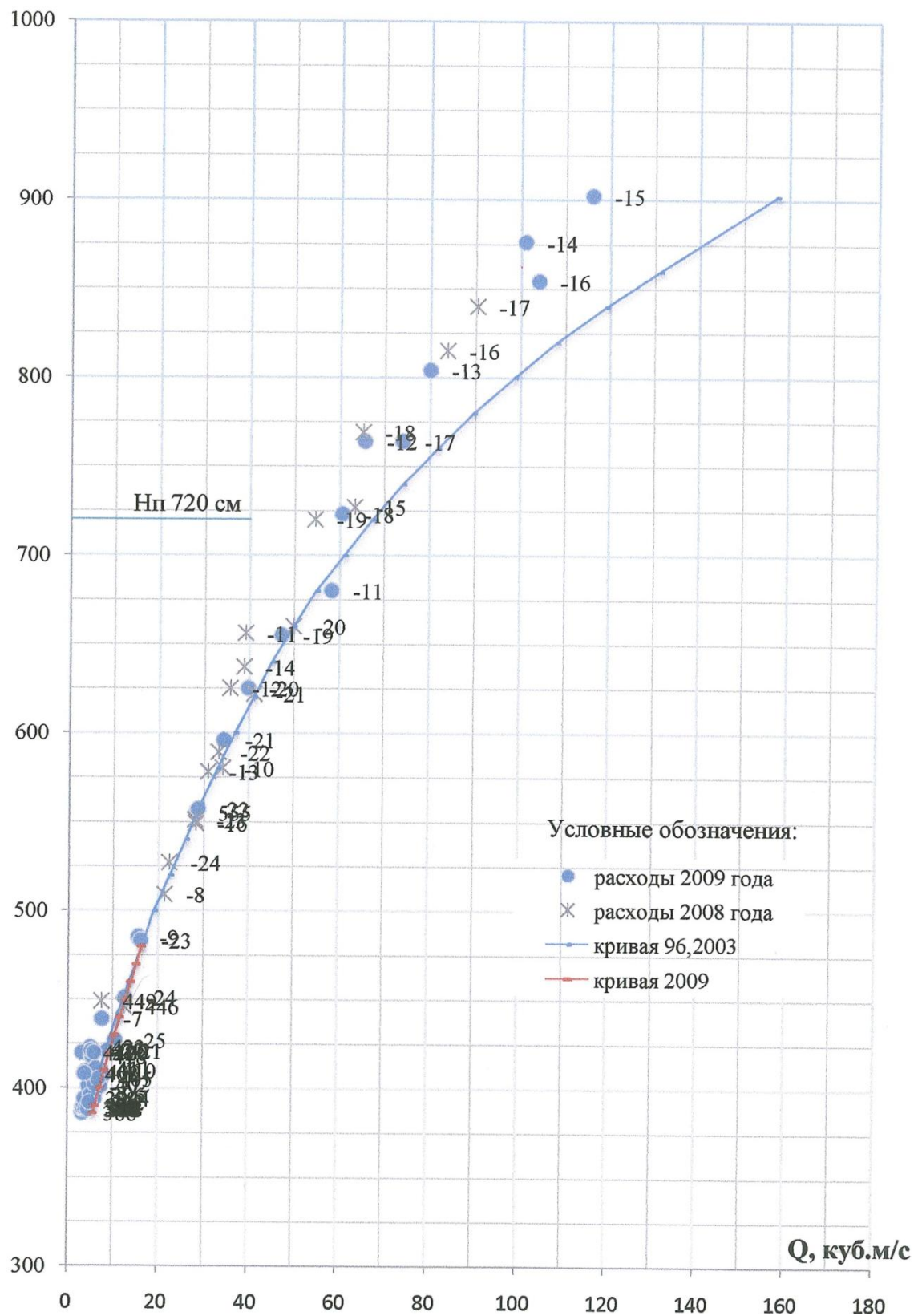


Комплексный График (2008г.)



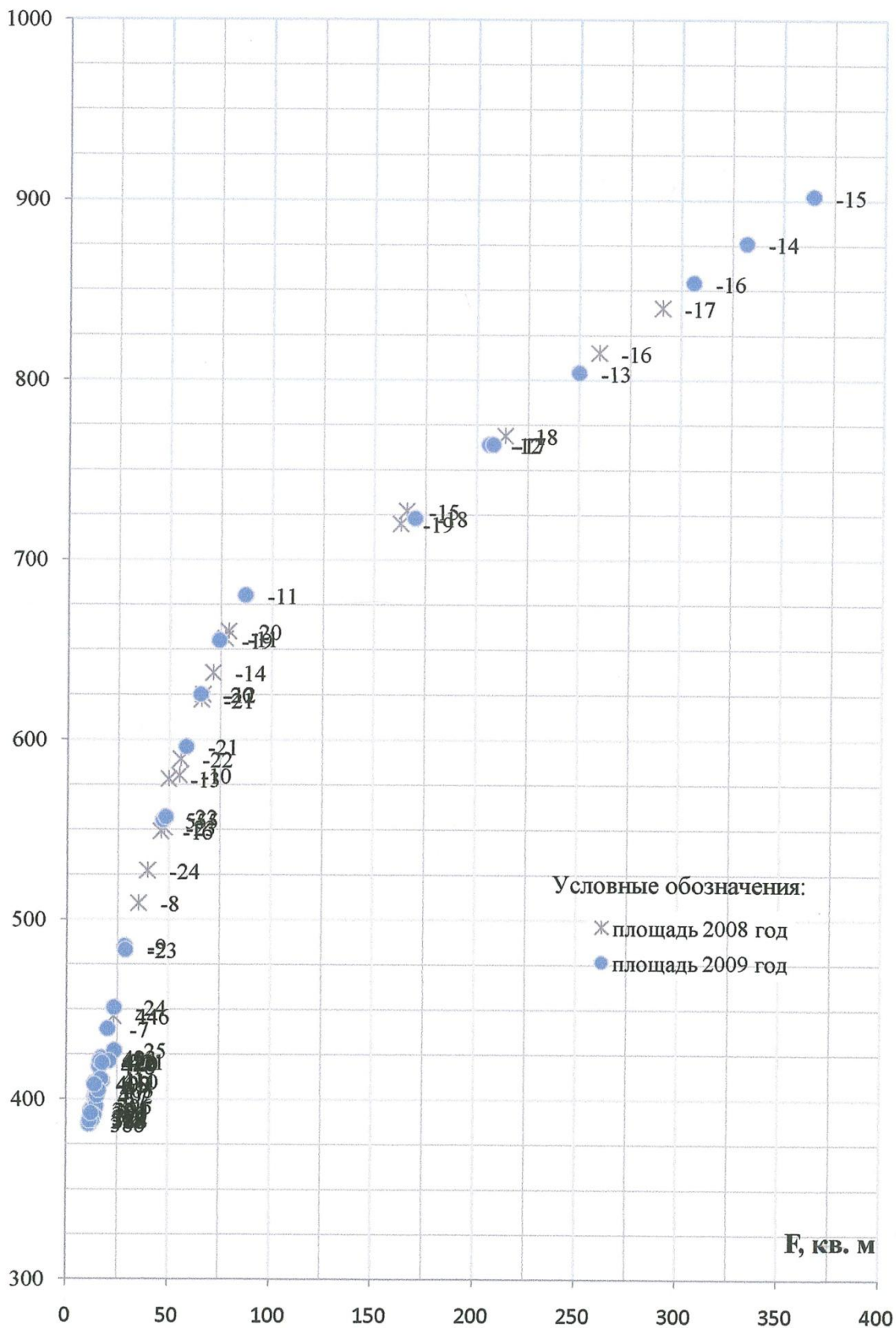
Кривая зависимости $Q=f(H)$

р. Атмисс - с. Атмисс за 2008, 2009 гг.



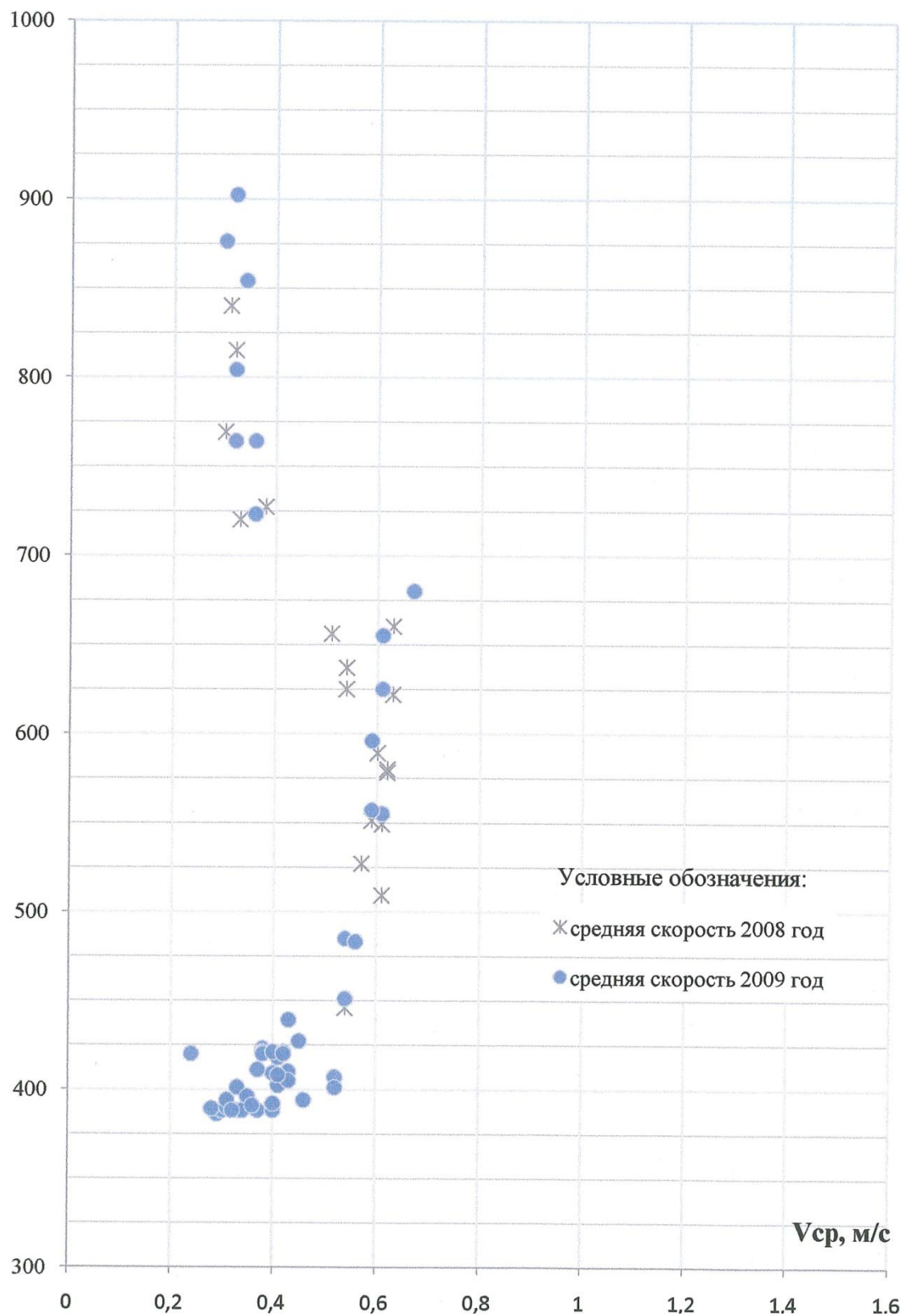
Кривая зависимости $F=f(H)$ р. Атмисс - с. Атмисс за 2008, 2009 гг.

H, см



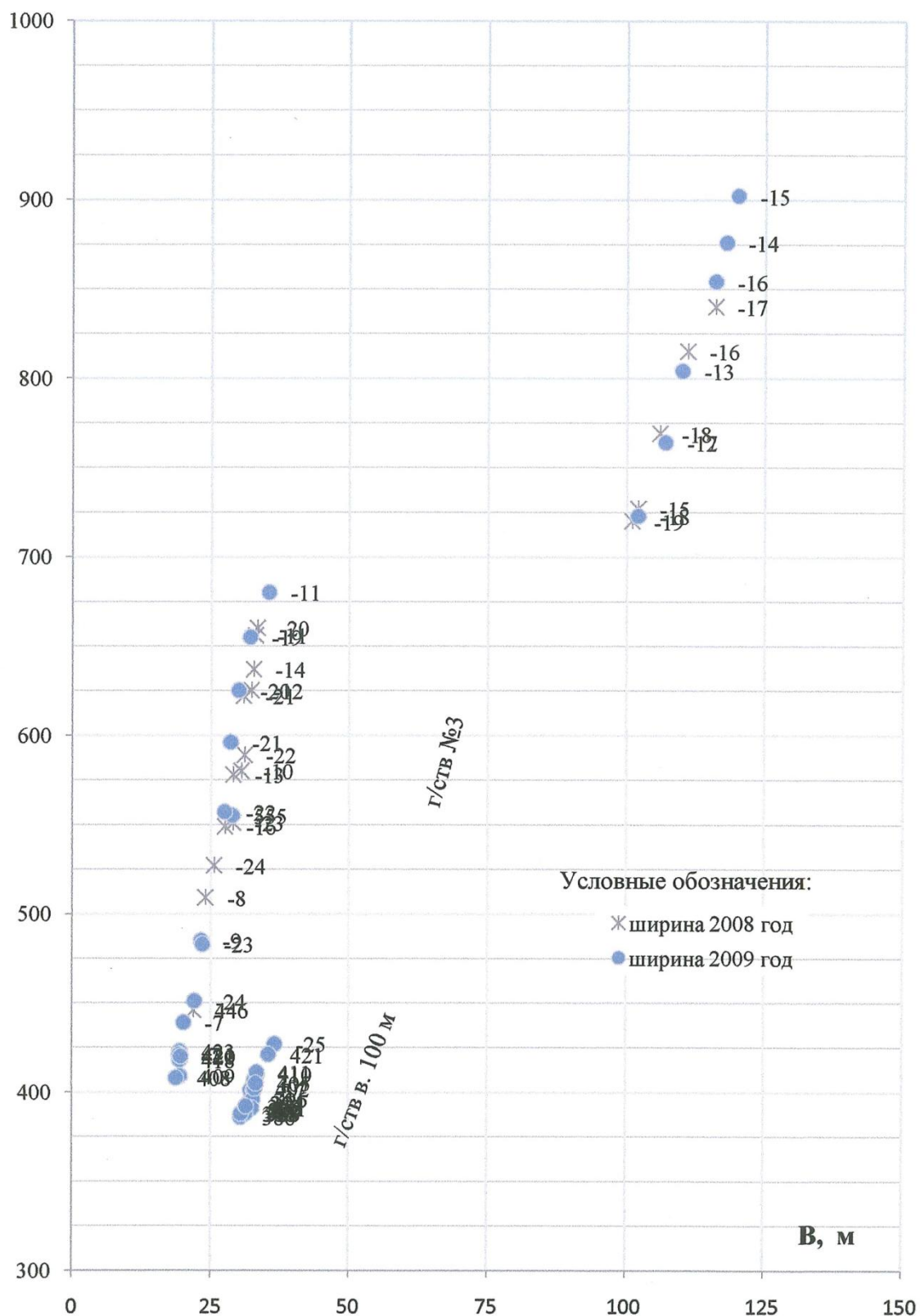
Кривая зависимости $V_{ср}=f(H)$ р. Атмисс - с. Атмисс за 2008, 2009 гг.

H, см



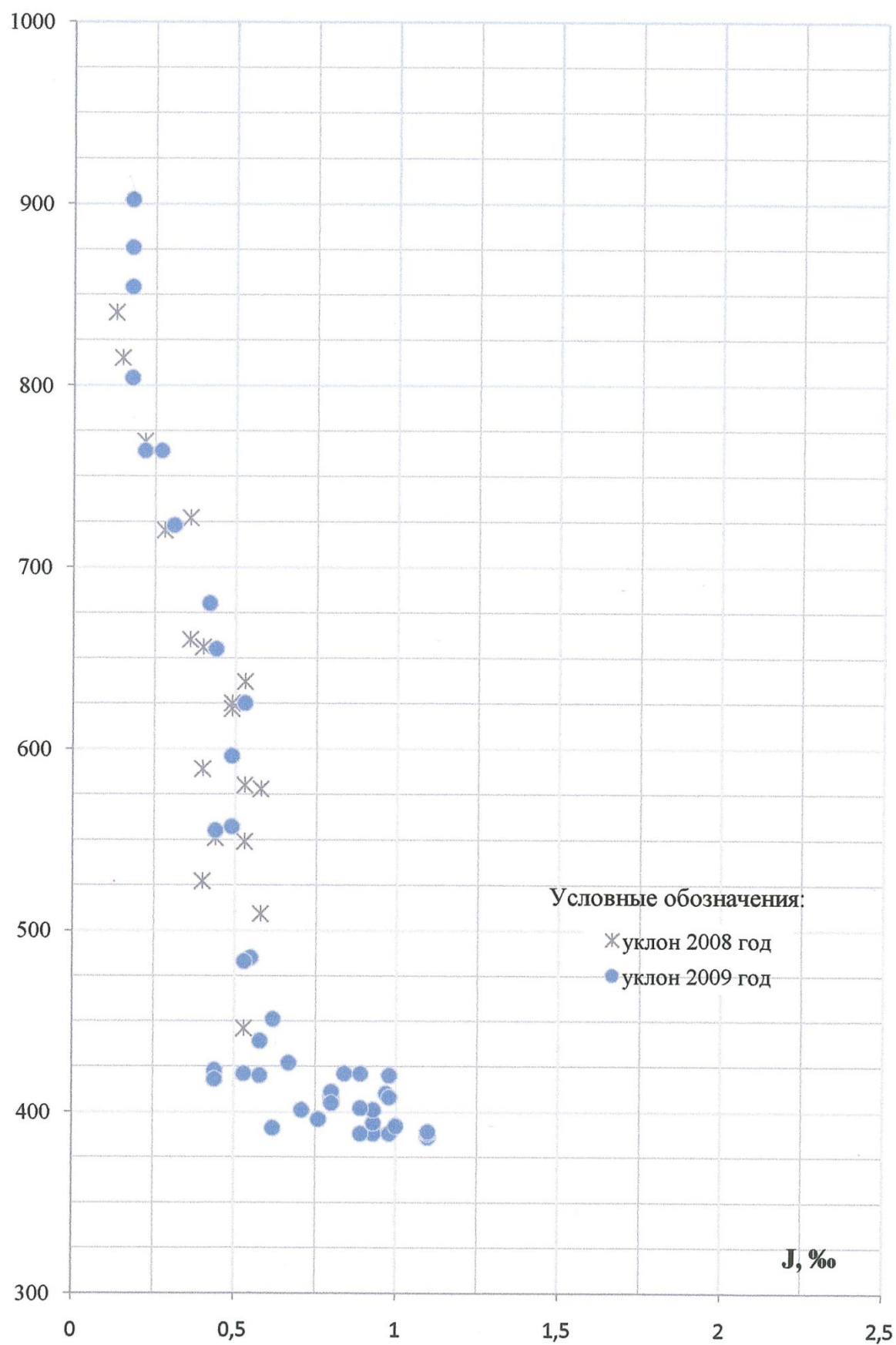
Кривая зависимости $B=f(H)$ **р. Атмисс - с. Атмисс за 2008, 2009 гг.**

H, см

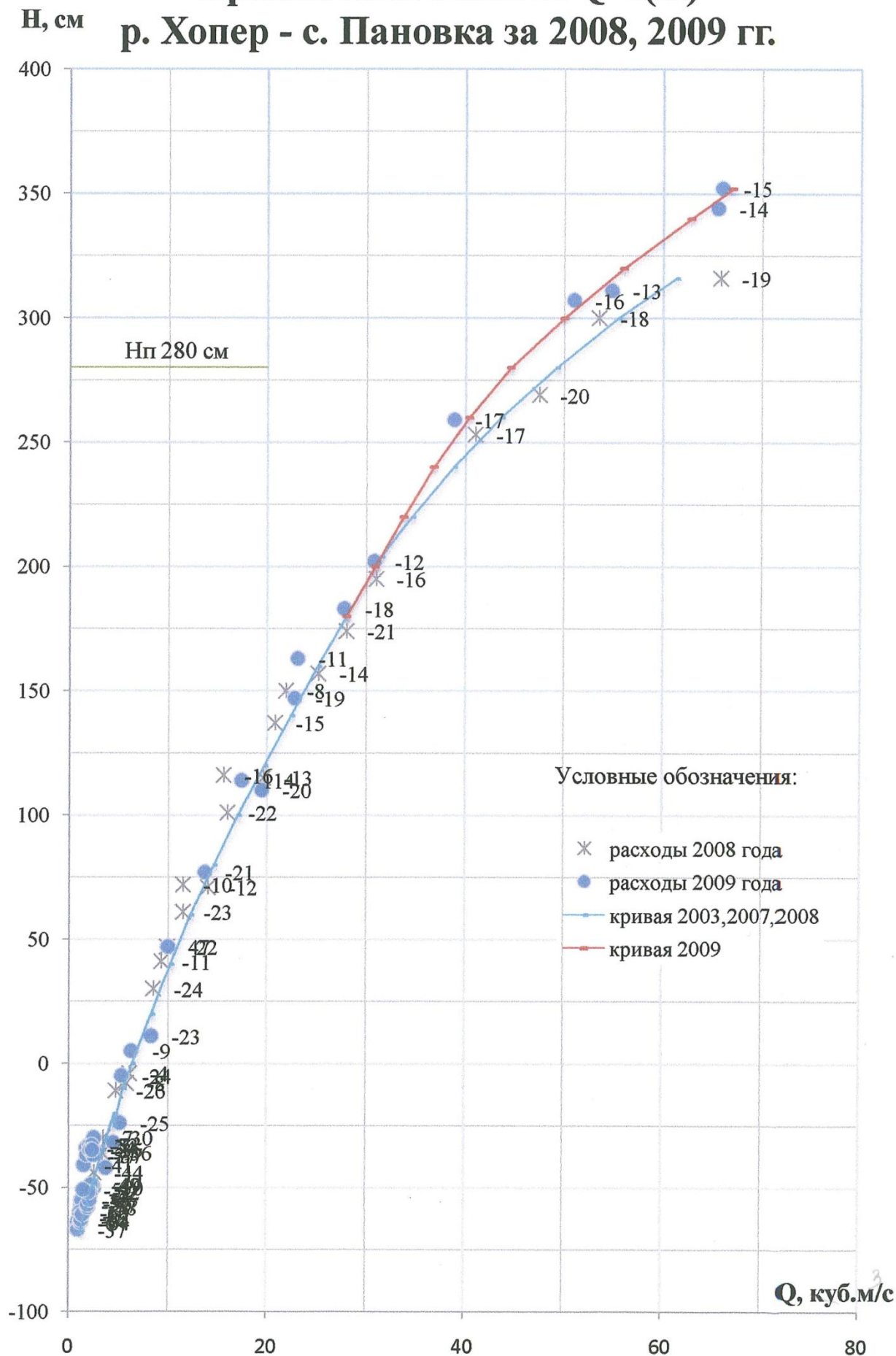


р. Атмисс - с. Атмисс за 2008, 2009 гг.

H, см

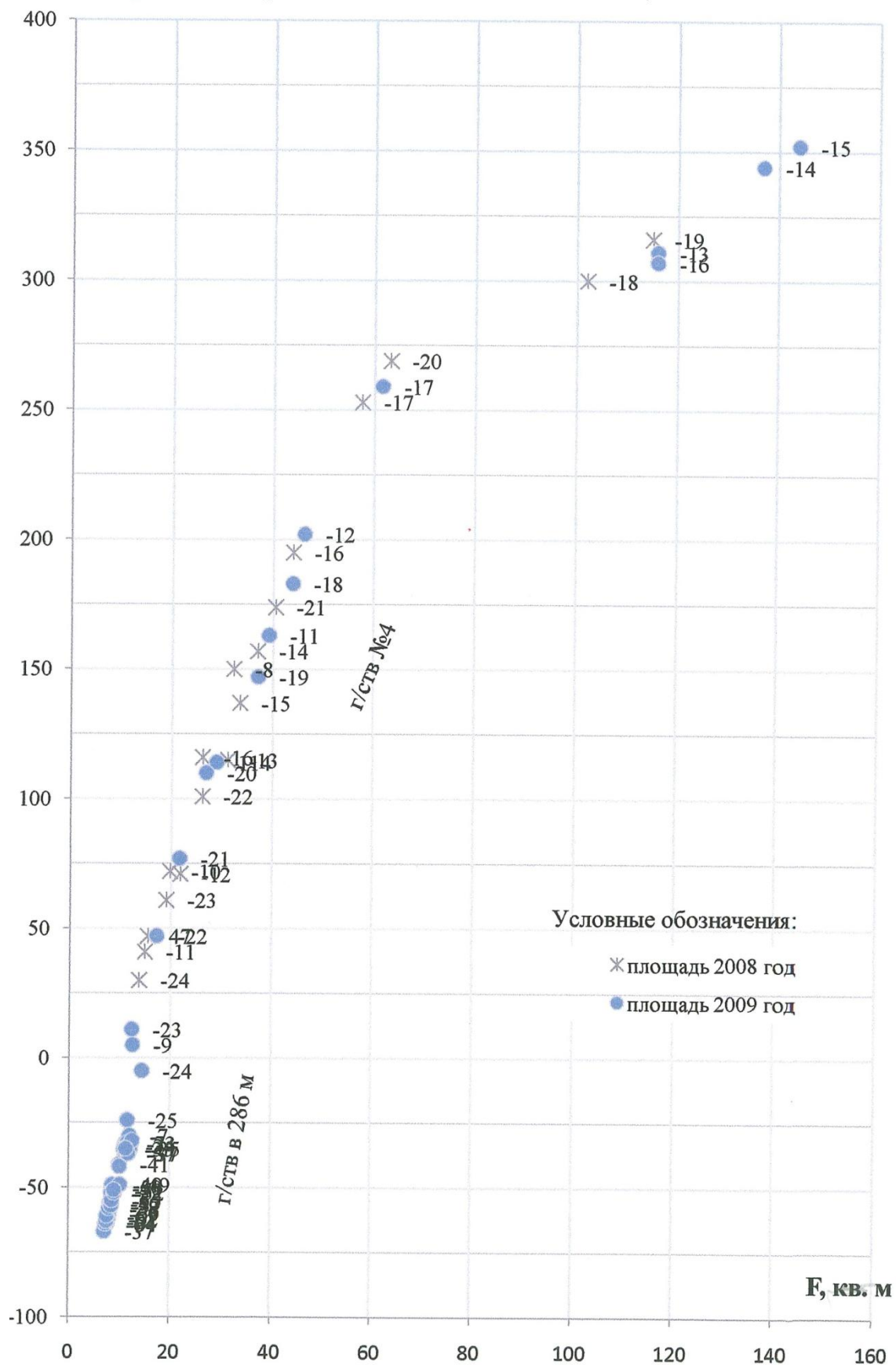


Кривая зависимости $Q=f(H)$ р. Хопер - с. Пановка за 2008, 2009 гг.

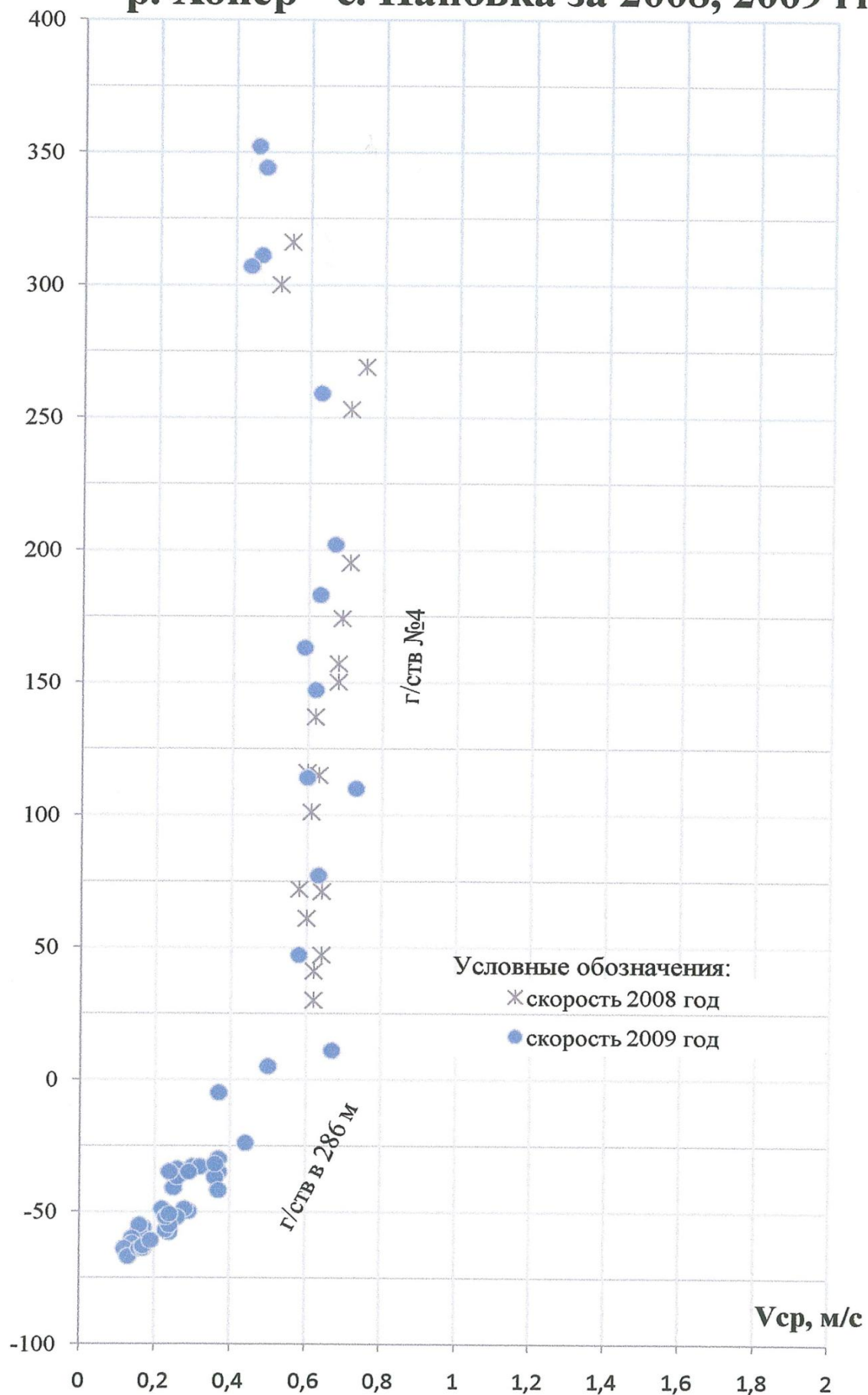


Кривая зависимости $F=f(H)$

р. Хопер - с. Пановка за 2008, 2009 гг.

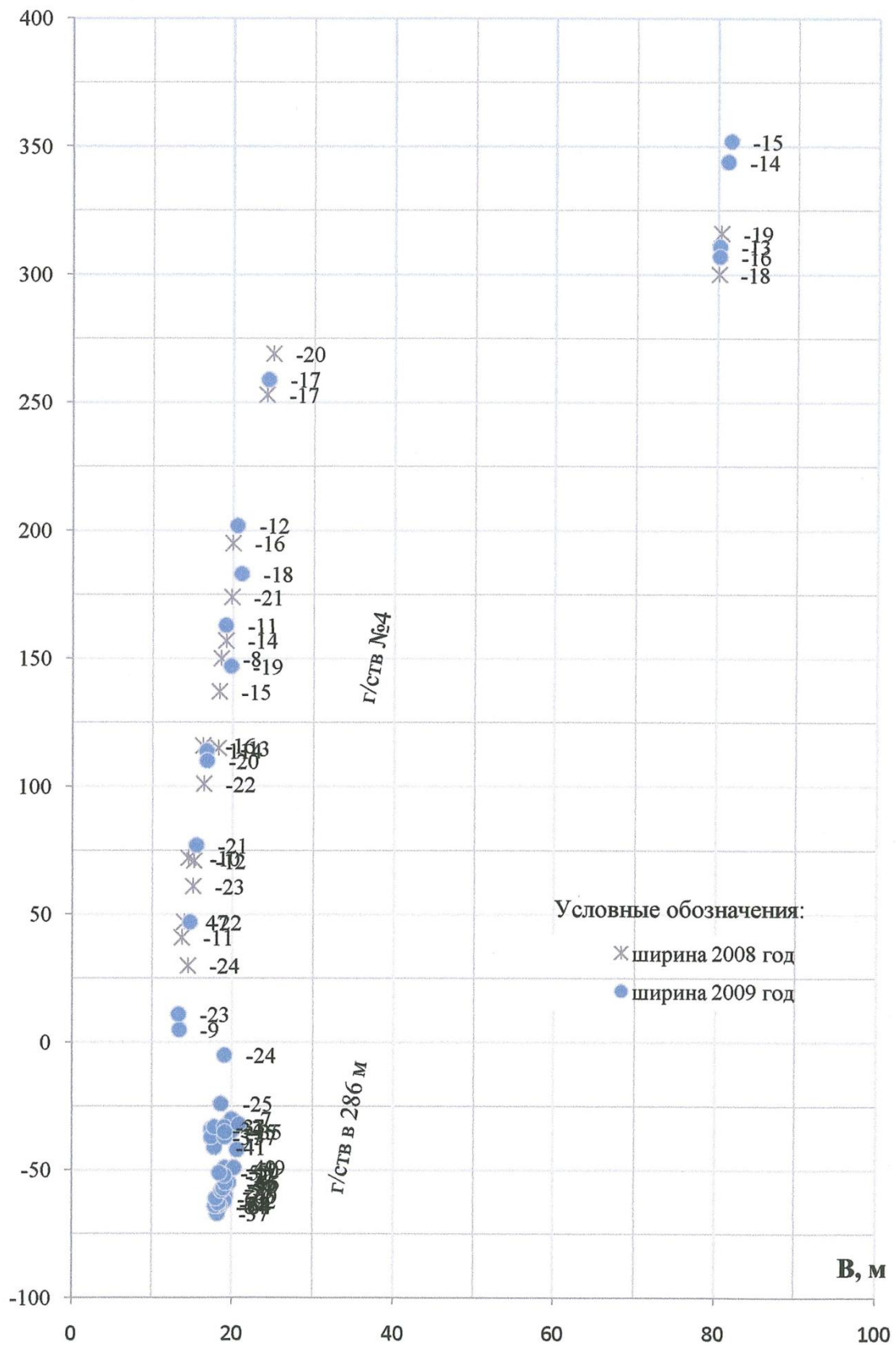


**Кривая зависимости $V_{ср}=f(H)$
р. Хопер - с. Пановка за 2008, 2009 гг.**

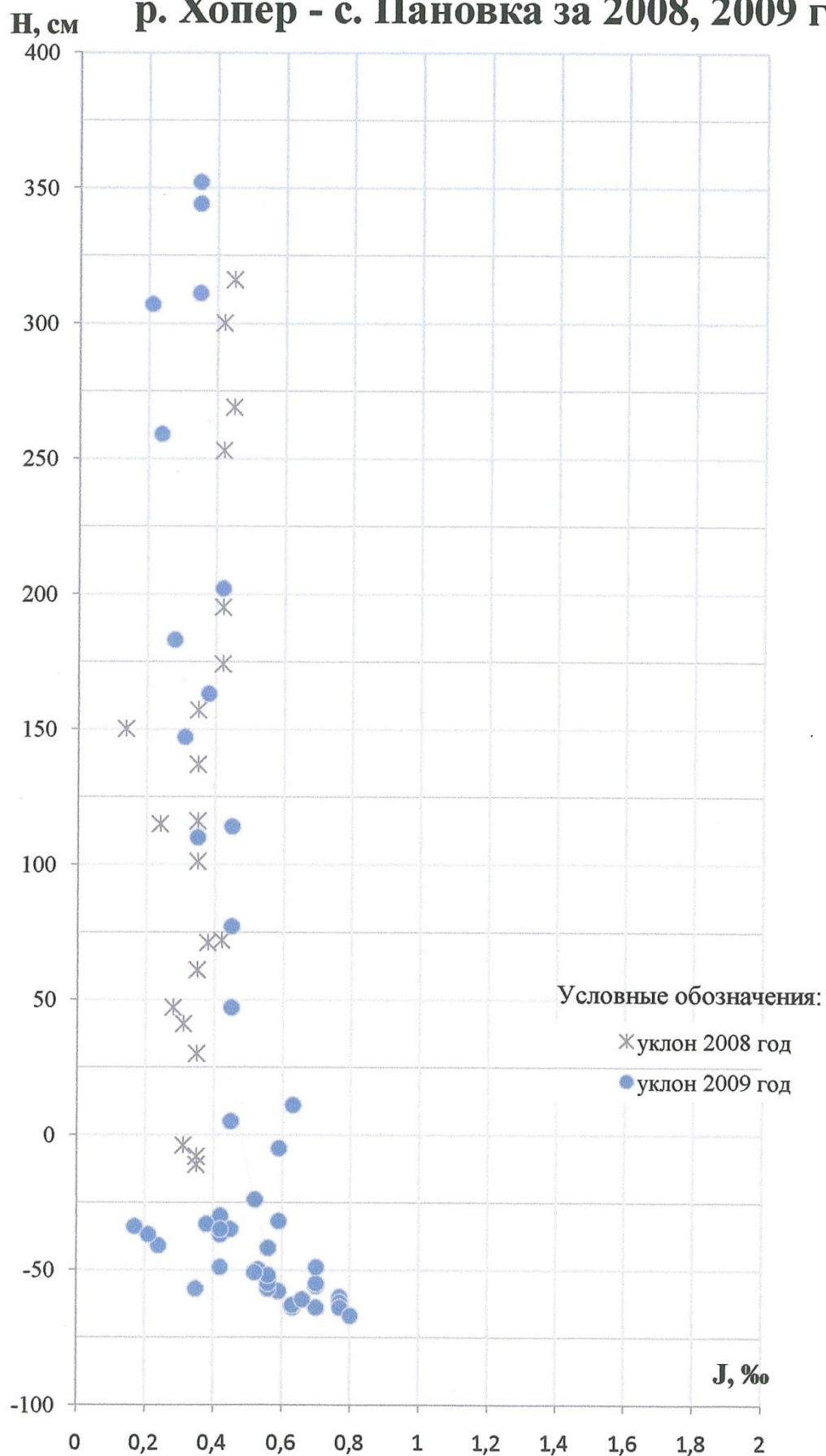


Кривая зависимости $B=f(H)$

р. Хопер - с. Пановка за 2008, 2009 гг.



Кривая зависимости $J=f(H)$
р. Хопер - с. Пановка за 2008, 2009 гг



4. ТИПИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РУСЛОВОГО И ПОЙМЕННОГО ПОТОКОВ

Типизация процессов взаимодействия руслового и пойменного потоков, как и всякая типизация, является попыткой систематизации сложного и многообразного явления, ряд особенностей которого недостаточно изучен. В частности, в большинстве работ исследовался вопрос взаимодействия руслового и пойменного потоков на идеализированных моделях русла с односторонней поймой, а потоки в руслах с двусторонними, тем более разновысотными поймами, изучены недостаточно. Слабо изучен вопрос о влиянии изменения морфометрических характеристик поймы и русла как по высоте, так и по длине участка, на характер взаимодействия потоков в них.

Первые проработки по типизации, в основу которых положено взаимное расположение динамических осей руслового и пойменного потоков, были выполнены Н.Б.Барышниковым и В.Г. Саликовым. По данным лабораторных исследований, было выделено четыре типа взаимодействия руслового и пойменного потоков.

Первый тип характеризуется параллельностью динамических осей руслового и пойменного потоков, а следовательно, и параллельностью геометрических осей русла и поймы (см. рисунок 4.1). Дополнительные сопротивления при этом типе взаимодействия потоков создаются за счет возникновения вихрей с вертикальной осью вращения и их перемещения в сторону руслового потока. На образование таких вихрей, захватывающих массы пойменного потока, их перемещение, обтекание массами руслового потока и сообщение им добавочной энергии для увеличения продольных скоростей до значений соответствующих скоростей в русле, а также на компенсационные течения затрачивается существенное количество энергии руслового потока. Это приводит к снижению его пропускной способности в пределе, достигающем 15%. В ряде работ появились указания о

значительном (20% и более) уменьшении пропускной способности руслового отсека потока под влиянием пойменного при параллельности их динамических осей. Эти данные маловероятны и, по-видимому, получены на моделях, где не исключен процесс перетекания масс жидкости из поймы в русло.

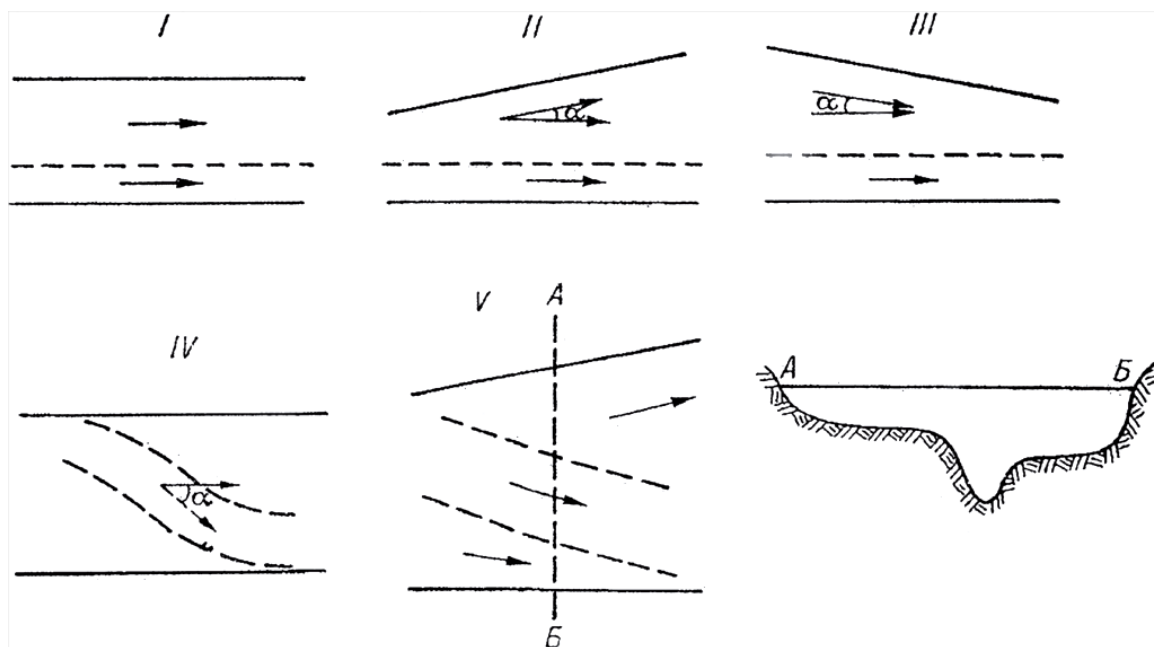


Рисунок 4.1 - Схема типизации взаимодействия руслового и пойменного потоков. I-V - типы взаимодействия.

Такой идеализированный тип взаимодействия потоков в природных условиях встречается исключительно редко, ибо для естественных водотоков характерны изменения их морфометрических характеристик, как по длине водотока, так и с увеличением отметок уровней. Однако, поскольку большинство гидростворов в системе Росгидромета расположено на относительно прямолинейных участках, в натуре возможны, хотя и являются редкими, процессы взаимодействия руслового и пойменного потоков, более или менее близки к описанной выше схеме.

Второй тип взаимодействия руслового и пойменного потоков характеризуется расхождением их динамических осей (см. рисунок 4.1). Это может наблюдаться как при не параллельности геометрических осей

русла и поймы, так и при их параллельности, когда подача воды на пойму меньше, а в русло больше их пропускной способности. При этом типе взаимодействия может наблюдаться как увеличение, так и небольшое уменьшение расходов воды в русловой части потока и некоторое увеличение в пойменной, по сравнению с расходами в аналогичных отсеках потока, изолированных продольной стеклянной тонкостенной перегородкой. Это увеличение пропускной способности, по-видимому, обусловлено уменьшением потерь энергии на трение об указанную перегородку, некоторым увеличением площади сечения потока в целом за счет изъятия этой разделительной перегородки, и особенно за счет увеличения уклонов водной поверхности.

Данный тип взаимодействия потоков довольно часто встречается в природных условиях. Однако основной причиной поступления масс руслового потока на пойму является расширение долины вниз по течению реки. Как видно из таблицы 4.1, из 100 исследованных рек 31 относится к данному типу взаимодействия потоков.

Третий тип взаимодействия характеризуется схождением динамических осей руслового и пойменного потоков (см. рисунок 4.1). Как и у второго типа, геометрические оси русла и поймы могут быть параллельными или непараллельными. При этом типе взаимодействия массы пойменного потока поступают в русловую под различными углами, вызывая торможение последнего и уменьшая тем самым его скорости и расходы воды. Это уменьшение находится в прямой зависимости от разности скоростей и угла схождения динамических осей взаимодействующих потоков. Затраты энергии руслового потока на процесс массообмена, перемешивание его масс с поступившими массами пойменного потока и на повышение их скоростей весьма значительны и могут приводить (по данным экспериментов) к уменьшению пропускной способности руслового отсека потока на 50% и более. При этом скорости пойменного потока возрастают незначительно, что приводит к

существенному уменьшению пропускной способности сечения в целом.

Анализ обширных натурных материалов, подтвердив полученные выше выводы, показал, что основной причиной данного типа взаимодействия потоков является сужение долины, а следовательно, и поймы, вниз по течению реки. Данный тип взаимодействия потоков также широко распространен в натурных условиях (см. таблицу 4.1).

Таблица 4.1 - Частота различных типов взаимодействия руслового и пойменного потоков на исследованных реках бывшего СССР.

Тип	I	II	III	IV	V	Всего
Число Случаев	1	32	24	21	23	100
% случаев	1	32	24	21	23	100

Четвертый тип взаимодействия, характеризующийся пересечением динамических осей руслового и пойменного потоков, является одним из наиболее распространенных (см. рисунок 4.1). В натурных условиях он наблюдается при меандрирующих типах руслового процесса, на долю которых, по данным И.В.Попова, приходится преобладающее количество участков, обследованных им равнинных рек. Этот тип взаимодействия потоков как бы обобщает три предшествующих. Действительно, при углах пересечения динамических осей потоков (α), близких к нулю, переходим к первому типу. При углах $0^\circ < \alpha < 50^\circ$, в зависимости от характера изменения ширины долины и поймы, отмечается, аналогичный второму (расширение поймы) или третьему (сужение поймы), тип взаимодействия руслового и пойменного потоков. В то же время при больших углах пересечения динамических осей потоков ($\alpha > 90^\circ$), а в природных условиях даже при углах меньших 90° , отмечается принципиально новый характер взаимодействия руслового и пойменного потоков, когда затраты энергии русловым потоком настолько велики, что течение в нем прекращается

либо даже наблюдается обратное. При этом при углах α , равных и больших 90° , верхняя (по отношению к пойменному потоку) бровка коренного русла выполняет роль гребня водослива, а в русле образуется безрасходная водоворотная зона, размеры которой определяются соотношением величин скоростей и глубин пойменного и руслового потоков.

Следует отметить, что таблица 4.1 составлена на основе данных постов Росгидромета, расположенных, как известно, не на типичных с точки зрения руслового процесса участках, а именно в местах резкого сужения долины, а следовательно, и поймы. Поэтому, несмотря на то что в данном случае четвертый тип составляет только 21%, в природных условиях он является наиболее распространенным.

Таким образом, выделенные по данным экспериментальных работ на схематизированных моделях четыре типа взаимодействия руслового и пойменного потоков в основном подтверждаются натурными данными. При этом первые три типа, как правило, соответствуют потокам в руслах с односторонними поймами, а четвертый - в руслах с двусторонними поймами.

Поэтому для ориентировочных расчетов предложено определять осредненное значение угла α по формуле

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum \Delta\left(\frac{h_p}{h_{p.6}}\right)_i \alpha_i}{\left(\frac{h_p}{h_{p.6}}\right) - 1} \quad (4.1)$$

-
Где $\Delta\left(\frac{h_p}{h_{p.6}}\right)_i$ - приращение глубин при постоянном значении угла α , принимаемом с отрицательным знаком при расширении поймы и положительным - при ее сужении ниже расчетного створа.

5. УЧЕТ ЭФФЕКТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РУСЛОВОГО И ПОЙМЕННОГО ПОТОКОВ В МЕТОДИКАХ РАСЧЕТА ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЙМЕННЫХ РУСЕЛ И МЕТОДИКЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАСХОДОВ ВОДЫ

Общие положения

Русла с поймами - частный случай сложносоставных русел, отличительной особенностью которых является наличие в них двух и более потоков, с разными глубинами, движущихся с различными скоростями, параллельно или под различными углами друг к другу. При взаимодействии таких потоков возникают дополнительные сопротивления, существенно изменяющие пропускную способность таких русел. Аналогичные явления могут возникнуть и при движении потока только по пойме, глубина и шероховатость которой обычно резко изменяются по ширине. Возможны случаи резкого изменения шероховатости русла и поймы без заметного изменения глубин. Последние случаи также подлежат рассмотрению, ибо различие скоростей потоков, являющееся основной причиной эффекта их взаимодействия, изменения сопротивлений и пропускной способности, может быть весьма значительным.

Прежде чем перейти к рассмотрению вопросов гидрологии и гидравлики потоков в руслах с поймами, определим, что же понимается под термином пойма. Пойма - это часть русла, периодически затапливаемая паводочными водами и служащая для пропуска и регулирования паводочных вод. Подчеркнем, что именно регулирование стока - одна из важнейших задач пойм.

Первые сведения об особенностях движения потоков в руслах с поймами приводятся Ф. Форхгеймером, который указывает, что расчетное значение расхода воды, определенное по выражению

$$Q = Q_p + Q_n = F_p C_p \sqrt{h_p I_p} + F_n C_n \sqrt{h_n I_n} \quad (5.1)$$

будет больше фактического. Уменьшение пропускной способности русла с поймой он объясняет образованием вихрей с вертикальной осью вращения, возникающих на границе раздела руслового и пойменного потоков.

Методы расчета, основанные на экспериментальных данных

Различные ведомственные Инструкции и Наставления рекомендуют расчет максимальных расходов воды выполнять по уравнению (5.1). При этом при определении пойменной составляющей потока довольно часто пойму приходится разделять на отдельные отсеки с однородной шероховатостью и глубиной. Тогда уравнение (5.1) может быть представлено в виде

$$Q = Q_p + \sum Q_{ni} \quad (5.2)$$

Однако это уравнение применимо только для условий равномерного движения потока или близкого к нему, а потоки в руслах с поймами характеризуются резко выраженной неравномерностью движения и интенсивным массообменом между ними, на что затрачивается значительное количество энергии.

Поэтому, по данным экспериментов по изучению взаимодействия руслового и пойменного потоков, рядом авторов для расчета пропускной способности русел с поймами были предложены формулы вида

$$Q = k_p Q_p + k_n Q_n \quad (5.3)$$

Коэффициенты k_p и k_n учитывают взаимное влияние руслового и пойменного потоков. Так как эти формулы разрабатывались на основе данных экспериментов при первом типе взаимодействия потоков, то значения коэффициентов $k_p < 1$, а $k_n > 1$. В качестве примера можно привести формулу И.Ф.Карасева, полученную на основе натурных данных:

$$k_p = \left(\frac{gB_p}{gB_p + 2\varphi C_p^2 k_v h_{p6}} \right)^{0,5} \quad k_n = \left(\frac{gB_p}{gB_n + 2\varphi \alpha_v C_n^2 k_v h_{p6}} \right)^{0,5} \quad (5.4)$$

где φ - коэффициент, учитывающий эффект взаимодействия потоков;

$k_v = \frac{V_p - V_n}{V_n}$; $\alpha_v = V_p / V_n$ и Г.В.Железнякова, полученную на основе лабораторных данных:

$$Q = \left(1 - \frac{\beta_* C_{*p}}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{I}{Fr_p}} + k_{к.э.р.} \right) Q_{p.ф.} + \left(1 - \frac{\beta_{*n} C_{*n}}{\sqrt{g}} \sqrt{\frac{I}{Fr_n}} + k_{к.э.н.} \right) Q_{n.ф.} \quad (5.5)$$

Где β_* - параметр, характеризующий неравномерность распределения глубин;

$k_{к.э.} \approx 0,04 - 0,08$ - коэффициент, учитывающий выравнивание эпюры скоростей по глубине потока;

все параметры правой части уравнения отнесены автором к поверхностным скоростям.

Можно привести предложения еще ряда отечественных и зарубежных исследователей. Однако они, отличаясь по форме записи значений k_p и k_n по существу, близки между собой и не учитывают типа взаимодействия потоков.

В РГГМУ на основе натурной информации Росгидромета была разработана эмпирическая методика, основанная на графической зависимости

$\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f\left(\frac{h_p}{h_{p.б.}}, \alpha\right)$ приведенной на рисунке 5.1. Суть методики

заключается в том, что по данным о метках высоких вод определяется максимальный уровень воды. По результатам планово-высотной съемки определяется тип взаимодействия потоков и угол α . На основе профиля поперечного сечения рассчитываются основные характеристики русла (h, F, β) как при расчетном уровне, так и при уровне затопления бровок прирусловых валов ($H_{p.б.}$). Затем по формуле Шези-Маннинга определяется средняя скорость $U_{p.б.}$.

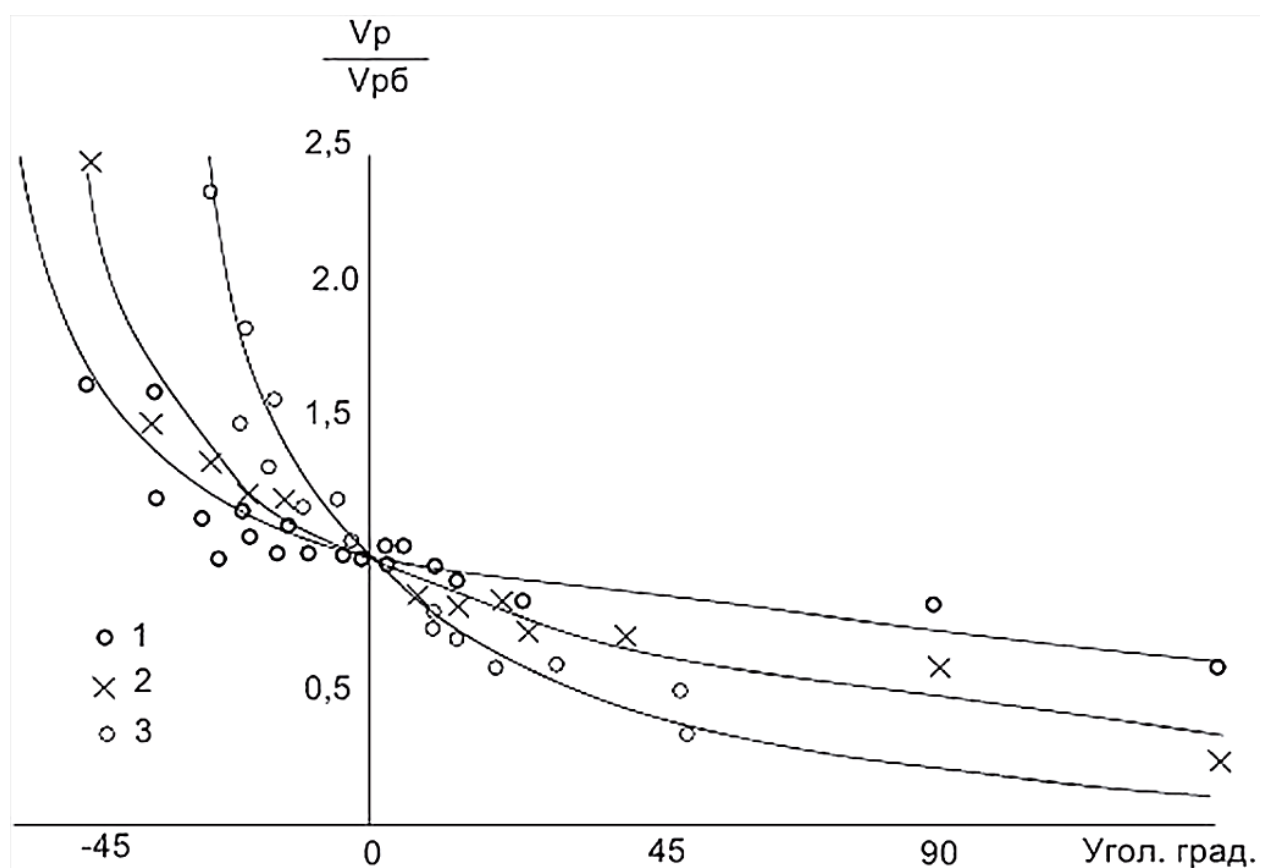


Рисунок 5.1- Кривые $\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f\left(\frac{h_p}{h_{p.б.}}, \alpha\right)$. 1 - $\frac{h_p}{h_{p.б.}} = 1,10$; 2 - $\frac{h_p}{h_{p.б.}} = 1,25$;

$$3 - \frac{h_p}{h_{p.б.}} = 1,5;$$

На основании значений угла α и относительной глубины $\frac{h_p}{h_{p.б.}}$ по графику, приведенному на рисунке 5.1, определяется величина

относительной скорости $\frac{V_p}{V_{p.б.}}$. Если величина $\frac{h_p}{h_{p.б.}}$ отличается от соответствующих значений относительных глубин для расчетных кривых, то применяется метод интерполяции. Значение расчетной скорости руслового потока определяется по формуле $V_p = V_{p.б.} \left(\frac{V_p}{V_{p.б.}} \right)$. Уместно отметить, что пересечение всех кривых $\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f(\alpha)$ при расчетных глубинах в одной точке с координатами $[1;0]$ противоречит формуле Шези. Действительно при параллельности взаимодействующих потоков ($\alpha = 0$) сначала наблюдается резкое уменьшение скорости руслового потока, а затем ее увеличение. Из формулы Шези-Маннинга получим, что $V \approx kh^{2/3}$ т.е. скорость пропорциональна глубине в степени $2/3$. Поэтому при увеличении глубин скорости руслового потока должны увеличиваться. Следовательно, кривые $\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f(\alpha)$ должны пересекать ось ординат при различных значениях относительных скоростей. Исследования в этом направлении были проведены в РГГМУ на основе дополнительной натурной информации. В результате была получена уточненная графическая зависимость $\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f\left(\frac{h_p}{h_{p.б.}}, \alpha\right)$, приведенная на рисунке 5.2.

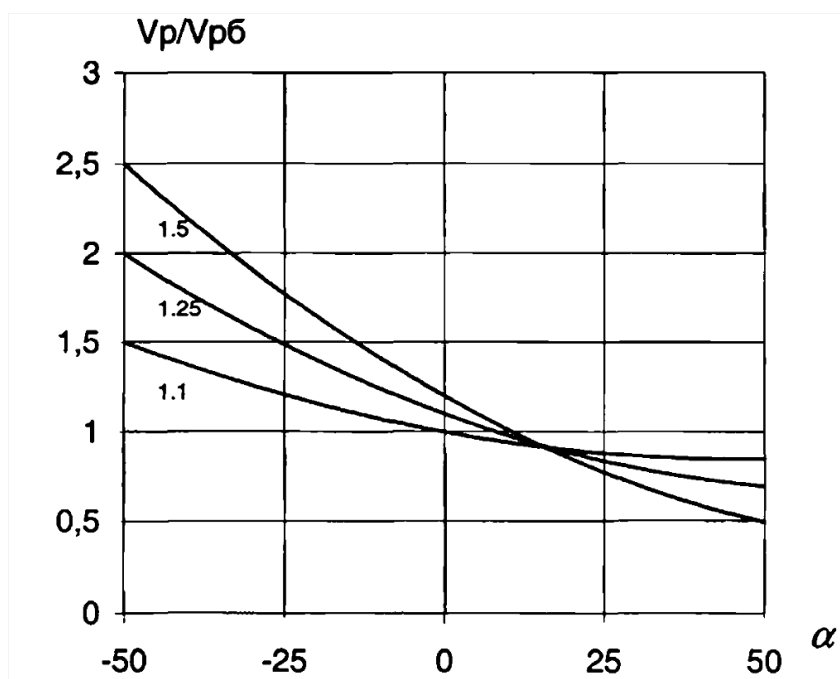


Рисунок 5.2 - Зависимости $\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f\left(\frac{h_p}{h_{p.б.}}, \alpha\right)$ для соотношения $\frac{h_p}{h_{p.б.}} = 1,1; 1,25; 1,5$.

Как видно на этом рисунке, кривые $\frac{V_p}{V_{p.б.}} = f(\alpha)$ при разных значениях относительных глубин закономерно пересекают ось ординат, при больших значениях относительных глубин несколько выше, чем при меньших.

Методы расчета, основанные на решении системы уравнений неразрывности и движения потоков с переменной массой.

Задача движения потоков в руслах с поймами трехмерная, и наиболее перспективным путем ее решения является применение системы уравнений неразрывности и движения потока с переменной массой. Первую попытку ее применения для расчета скоростей и других характеристик потоков в руслах с поймами сделал Д.Е.Скородумов, ограничившись одномерной идеализацией. Уравнение движения в конечных разностях представлено им в виде

$$I = \frac{V^2}{C^2 h} + \frac{\alpha_{KH} V_H^2 - \alpha_{KB} V_B^2}{2gL} + \frac{V - V_g}{gF} \frac{Q_H - Q_B}{L} + \frac{\alpha_B}{g} \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (5.6)$$

Где: a_B и a_K - соответственно коэффициенты Буссинеска и Кориолиса;

V_g - проекция скоростей притекающих или оттекающих вод на направление движения руслового потока;

н» и «в» - обозначают, что параметры соответственно относятся к нижнему или верхнему створам;

L - расстояние между этими створами.

Скородумовым и Барышниковым выполнена оценка членов уравнения

(5.6). С этой целью обозначим члены его правой части через

$$\varepsilon_1 = \frac{\alpha_{KH} V_H^2 - \alpha_{KB} V_B^2}{2gL}; \quad \varepsilon_2 = \frac{V - V_g}{gF} \frac{Q_H - Q_B}{L}; \quad \varepsilon_3 = \frac{\alpha_B}{g} \frac{\Delta V}{\Delta t};$$

ε_1 - характеризует затраты энергии потока за счет неравномерности режима его движения. Введя допущения о постоянстве расхода и равенстве коэффициента Кориолиса на верхнем и нижнем створах, получим приближенное выражение для расчета $\varepsilon_1 \approx \frac{\overline{\alpha_K Q}}{2gL} \left(\frac{1}{F_H^2} - \frac{1}{F_B^2} \right)$.

Практически величина того члена уравнения определяется характером изменения площадей сечения по длине реки. По данным расчетов на примере рек Луги и Пьяны, значения ε_1/I могут достигать 50%. Величина ε_2/I характеризующая затраты энергии на массообмен между русловыми и пойменными потоками, на этих же реках достигает 20%. Однако анализ данных специальных исследований показывает, что при больших углах пересечения динамических осей потоков в русле возникает водоворотная область, размеры которой определяются мощностью пересекающихся потоков. Она может занимать все русло и течение в нем останавливается или даже изменяется на обратное. Следовательно, значение ε_2/I может достигать 100%.

Несколько сложнее оценка значения ε_3/I характеризующего нестационарность режима. По данным Барышникова, его величина мала и на равнинных реках не превышает 5%. Однако, как показывают исследования последних лет, влияние нестационарности процесса значительно больше. Действительно, при затоплении поймы свободного меандрирования наблюдается неоднократная смена направлений течений на ней. Таким образом, нестационарность процесса косвенно учитывается и другими членами уравнения. Решая уравнение (6.16) относительно V , получим

$$V = C \sqrt{hI \left(1 - \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{I}\right)} \quad (5.7)$$

Эту формулу можно применять для расчетов скоростей течения руслового или пойменного потоков при их взаимодействии.

Данная методика является перспективной, но в ней имеются существенные недостатки. Основным из них является замена сложного пространственного потока одномерным с целью применения уравнения одномерной идеализации к решению поставленной задачи.

В.Г.Саликов, основываясь на работах В.М.Маккавеева и Г.А.Петрова, предложат для расчетов параметров руслового потока применять уравнение движения жидкости с переменным расходом в следующем виде:

$$I = \frac{\alpha_K}{g} \frac{dV^2}{dx} + \lambda \frac{V^2}{2gh} + \frac{\alpha' V(V - U_1)}{gQ} \frac{dQ_1}{dx} - \frac{\alpha' V(V - U_2)}{gQ} \frac{dQ_2}{dx} \quad (5.8)$$

Где Q_1 и Q_2 - присоединяющийся и отделяющийся элементарные расходы воды;

U_1 и U_2 - проекции средних скоростей, присоединяющихся и отделяющихся масс жидкости на направление движения потока в основном русле.

Уравнение (5.8) по своей структуре близко к уравнению (5.6). Однако, член уравнения, характеризующий массообмен между русловым и пойменными потоками, поддерживались постоянными и не менялись при изменении уровней воды.

Анализ данных натурных наблюдений показывает, что характер изменения уклонов обозначенный Скородумовым ε_2 , подразделен на два, один из которых учитывает отток жидкости из русла на пойму, другой, наоборот, приток в русло.

Таким образом, приходится констатировать, что методика

аналитического расчета параметров потока составного сечения разработана недостаточно, а эмпирические, приближенные методы, как правило, основаны на лабораторных данных и расчеты по ним дают результаты, существенно отличные от натурных. Это отличие обусловлено двумя основными причинами.

Первая - резкое различие морфологии русел и пойм как в поперечном сечении, так и, особенно, по длине естественных водотоков от моделей. Практически во всех экспериментальных работах исследовались потоки на моделях с постоянными по ширине и длине характеристиками русла и поймы, причем суммарная ширина русла и поймы, как правило, была неизменной по длине. Уклоны водной поверхности поддерживались одинаковыми как в русле, так и на пойме и неизменными по длине и практически не менялись при изменении уровней.

Вторая - в сложности процесса изменения уклонов водной поверхности по ширине и длине потоков в руслах с поймами и при увеличении уровней воды. Изменение уклонов, в свою очередь, определяет характер изменения коэффициентов шероховатости. В то же время на моделях, как правило, исследовались потоки с постоянной шероховатостью по длине и ширине русла и поймы. Уклоны водной поверхности на таких установках обычно водной поверхности при уровнях, превышающих отметки бровок прирусловых валов, как правило, определяется характером изменения ширины поймы по длине реки.

Рассмотрим возможные пути решения проблемы расчета пропускной способности русел с поймами с учетом эффекта взаимодействия потоков в них. Учитывая, что уравнения (5.6 и 5.7) применялись для расчетов только к русловой части потока, а уравнение неразрывности не использовалось, целесообразно разработать аналогичные (5.6) уравнения для пойменных составляющих потока. Такая система уравнений для потоков в руслах с двусторонними поймами имеет вид:

$$I_p = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_p + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_p + \left(\frac{q_* V'}{g F'} \right)_p + \left(\frac{\alpha_B \partial V}{g \partial t} \right)_p \quad (5.9)$$

$$I_{nl} = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_{nl} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_{nl} + \left(\frac{(q + q_1) V'}{g F'} \right)_{nl} + \left(\frac{\alpha_B \partial V}{g \partial t} \right)_{nl} \quad (5.10)$$

$$I_{nn} = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_{nn} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_{nn} + \left(\frac{(q + q_2) V'}{g F'} \right)_{nn} + \left(\frac{\alpha_B \partial V}{g \partial t} \right)_{nn} \quad (5.11)$$

$$\frac{\partial (Q_p + Q_{nl} + Q_{nn})}{\partial x} + \frac{\partial (F_p + F_{nl} + F_{nn})}{\partial t} = q_1 + q_2 \quad (5.12)$$

Где $q_* = q_{nl} + q_{nn}$ - расход воды на единицу длины потока за счет массообмена между русловой и левой (nl) и правой (nn) пойменными составляющими потока;

q_1 и q_2 - соответственно расходы воды на единицу длины потока, учитывающие приток воды со склонов на левую и правую поймы, а также потери на испарение и фильтрацию;

V' и F' - соответственно средняя скорость массообмена между русловым и пойменными потоками V' и площадь продольного сечения, на который происходит этот массообмен F' .

В дальнейшем, с целью упрощения задачи ограничимся односторонней поймой. Система уравнений (5.9) - (5.12) будет при этом иметь вид:

$$I_p = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_p + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_p + \left(\frac{q V'}{g F'} \right)_p + \left(\frac{\alpha_B \partial V}{g \partial t} \right)_p \quad (5.13)$$

$$I_n = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_n + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_n + \left(\frac{q V'}{g F'} \right)_n + \left(\frac{\alpha_B \partial V}{g \partial t} \right)_n \quad (5.14)$$

$$\frac{\partial(Q_p + Q_n)}{\partial x} + \frac{\partial(F_p + F_n)}{\partial t} = q_1 + q_2 \quad (5.15)$$

где все обозначения общепринятые, а члены уравнений $\frac{q_p V'_p}{g F'_p}$ и $\frac{q_n V'_n}{g F'_n}$ учитывают влияние как боковой приточности, так и массообмена между русловыми и пойменными потоками. Поэтому

$$q_p = q + q_1; \quad q_n = q + q_2 \quad (5.16)$$

где q, q_1, q_2 - расходы воды на единицу длины потока, соответственно учитывающие массообмен между потоками в русле и пойме (q) и боковой приток со склонов долины в русло (q_1) и на пойму (q_2).

При отсутствии сосредоточенного притока, значения q_1 и q_2 как правило, малы по сравнению с q , величина которого хотя и изучена недостаточно, но анализ лабораторных и натурных данных показал, что ее значение соизмеримо с расходами воды в русле и на пойме (на единицу ширины потока).

Несколько сложнее обстоит дело с оценкой членов уравнения (5.16). Это в основном обусловлено отсутствием методики измерений уклонов водной поверхности и значительно более низкой точностью измерений составляющих пойменного потока по сравнению с русловым. Особую сложность представляет расчет величин $\frac{q_p V'_p}{g F'_p}$ и $\frac{q_n V'_n}{g F'_n}$, учитывающих как массообмен между потоками в русле и пойме, так и боковую приточность. С учетом (5.16) запишем:

$$\frac{q_p V'_p}{g F'_p} = \frac{q V'_p}{g F'_p} + \frac{q_1 V'_p}{g F'_p}; \quad \frac{q_n V'_n}{g F'_n} = \frac{q V'_n}{g F'_n} + \frac{q_2 V'_n}{g F'_n} \quad (5.17)$$

Выразим q по формуле водослива

$$q = m \sqrt{2g|\Delta H|} h_n \text{sign}(H_p - H_n) \quad (5.18)$$

$m=m(a)$ - где коэффициент водослива, зависящий от угла a ,

ΔH - перепад уровней на границе руслового и пойменного потоков.

$$\text{sign}(H_p - H_n) \begin{cases} +1 & H_p > H_n - \text{второй} \\ 0 & H_p = H_n \\ -1 & H_p < H_n - \text{третий} \end{cases} \text{ типы взаимодействия потоков.}$$

С учетом (5.18) и пренебрегая $\varepsilon_3 = \frac{\alpha_E}{g} \frac{\partial V}{\partial t}$; (для руслового и пойменного потоков), а также $\frac{\partial(F_p+F_n)}{\partial t}$ переходим к неравномерному, квазиустановившемуся движению. Поэтому систему уравнений (5.13) - (5.15) можно записать

$$I_p = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_p + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_p + \left(\frac{qV'}{gF'} \right)_p + \left(\frac{V_p m \sqrt{2g|\Delta H|} h_n \text{sign}(H_p - H_n)}{gF_p} \right)_p \quad (5.19)$$

$$I_n = \left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)_n + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)_n + \left(\frac{qV'}{gF'} \right)_n + \left(\frac{V_n m \sqrt{2g|\Delta H|} h_n \text{sign}(H_p - H_n)}{gF_n} \right)_n \quad (5.20)$$

$$(F_p + F_n) \frac{\partial(V_p + V_n)}{\partial x} + (V_p + V_n) \frac{\partial(F_p + F_n)}{\partial x} = q_1 + q_2 \quad (5.21)$$

Рассмотрим, каким образом осуществляется учет кинематического эффекта взаимодействия руслового и пойменного потоков в системе уравнений (5.19) - (5.21). Из их анализа вытекает, что уравнением (5.18), выражающим закон сохранения массы, этот эффект не учитывается. Указанный эффект может быть учтен только в трех членах правой части уравнений (5.19) - (5.20).

1. $\left(\frac{V^2}{C^2 h} \right)$ – основной член уравнения, параметром которого, учитывающим дополнительные сопротивления за счет кинематического эффекта, является коэффициент Шези.
2. $\left(\frac{\alpha_K V^2}{2g} \right)$ – конвективный член уравнения, учитывающий неравномерность движения потока.

Исследованиями установлено, что значения коэффициентов a_k и a_B не могут быть приняты постоянными величинами, ибо они резко изменяются при слиянии отсеков потока при увеличении уровней воды и для поймы могут достигать 4.0-5.0. Таким образом, кинематический эффект в данном члене уравнения может быть учтен через значения коэффициентов a_k и a_B .

3. $\frac{vm\sqrt{2g|\Delta H|h_n\text{sign}(H_p-H_n)}}{gF}$ — данный член уравнения учитывает массообмен между русловым и пойменным потоками. Влияние кинематического эффекта определяется коэффициентом m , зависящим от угла пересечения динамических осей руслового и пойменного потоков.

Методика расчетов средних на вертикалях скоростей русловых составляющих потоков, находящихся под воздействием потоков поймы.

Методика расчетов средних на вертикалях скоростей русловых составляющих потоков, находящихся под воздействием потоков поймы. Она основана на методике А.В. Караушева, разработанной для потоков в руслах простых форм сечения, и учете эффекта взаимодействия русловых и пойменных потоков. Выполнена оценка зоны воздействия руслового потока на пойменные. Установлено, что ширина этой зоны находится в зависимости от шероховатости поверхности поймы.

В то же время, как показали исследования РГГМУ, расчеты этих величин по стандартной методике приводит к большим погрешностям. В качестве примера можно привести р. Конда–д. Чантырья, р. Ветлуга–д. Быстри.

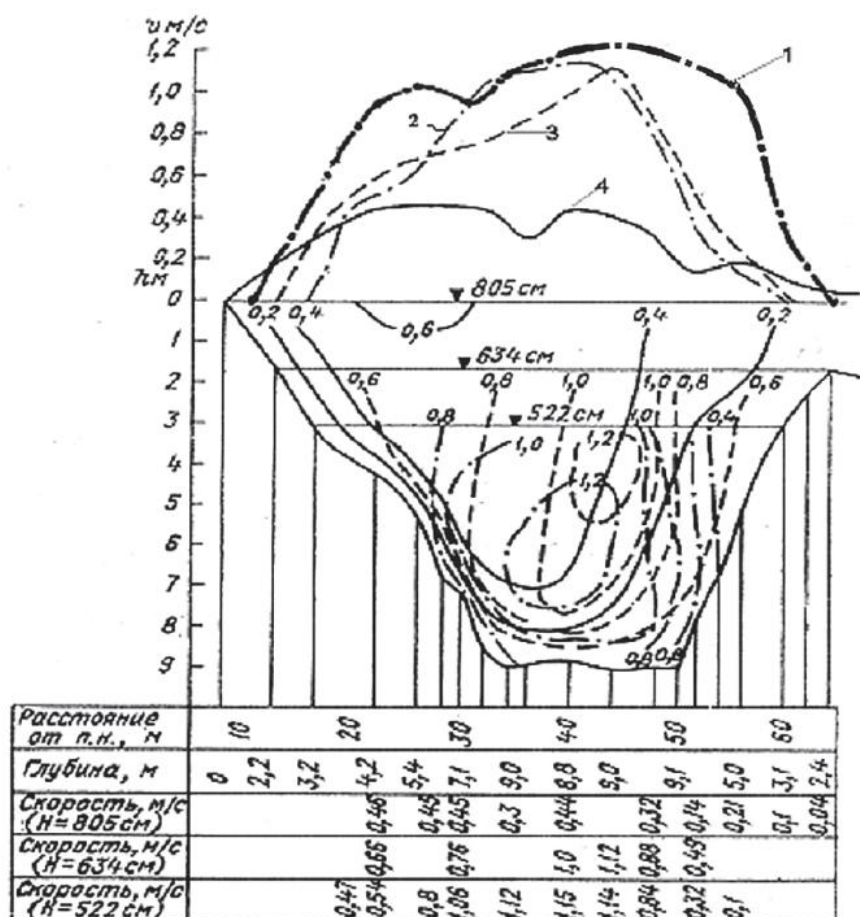


Рис. 5.3. Профиль поперечного сечения с изотаксами и кривыми распределения средних на вертикалях скоростей по ширине гидроствора р. Ветлуги–д. Быстри: 1 — расчетная кривая по формуле Шези при уровне 805 см; данные натурных измерений 1968 г. при уровнях: 2 — 522 см, 3 — 634 см, 4 — 805 см

Как видно на рис. 5.3, при II типе взаимодействия потоков расчет значений (3) несколько ниже измеренных (1). Погрешность расчета достигает 40% (табл.6.2).

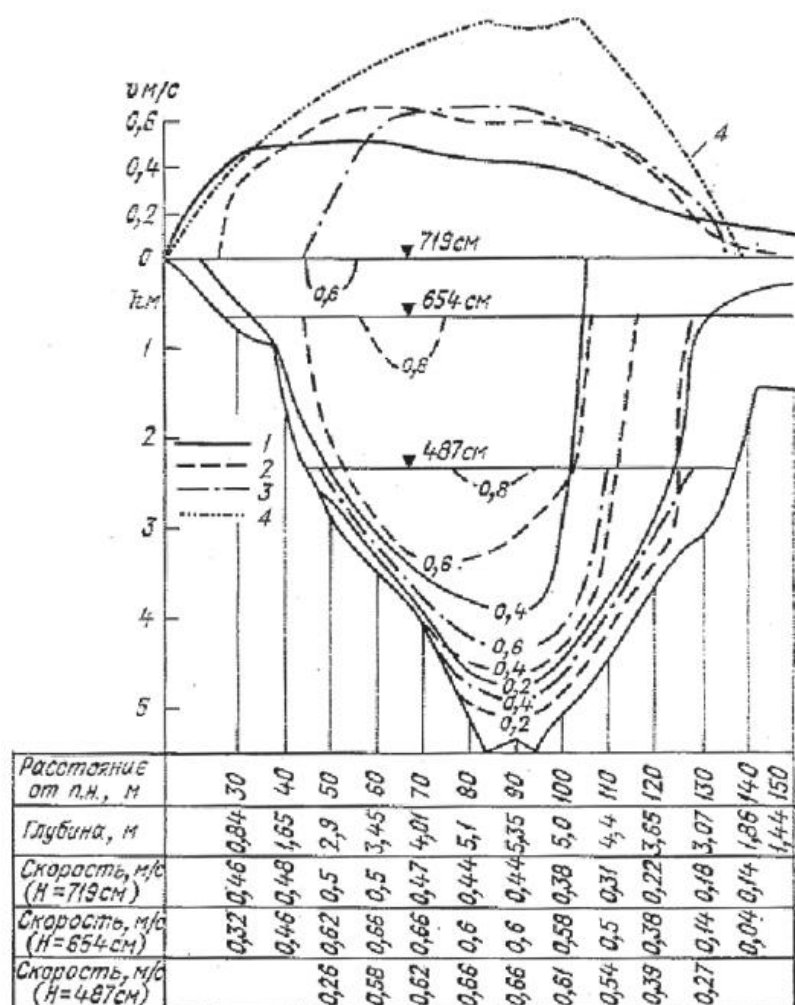


Рис. 5.4. Профиль поперечного сечения с изотопами и кривыми распределения средних на вертикалях скоростей по ширине гидроствора р. Конда-д. Чантырья. Данные измерений 1966 г. при уровнях: 1 — 719 см, 2 — 654 см, 3 — 487 см, 4 — расчетная эпюра при уровне воды 718 см

В то же время, как видно на рис. 5.4, расчет значение скоростей (4) в разы превышает измеренные скорости.

№ п/п	Река, пост	Тип взаимодействия	Угол α , °	Погрешности расчетов, %	
				$(\Delta v/v_{изм})_{ср}$	$(\Delta v/v_{изм})_{макс}$
1	р. Ветлуга – д. Быстри	III	50	215	373
2	р. Ветлуга – д. Дубники	III	3	23,1	81,5
3	р. Конда – д. Чантырья	III	30	130	183
4	р. Амур – д. Кумара	III	4	9,5	23
5	р. Крыловка – д. Крыловка	V	9	84	109
6	р. Нестеровка – рзд. Таловый	V	22	145	311
7	р. Пьяна – д. Камкино	II(IV)	–45	30,2	35,3

Табл.5.1 .Сведения о величинах средних и максимальных погрешностей расчетов средних на вертикалях скоростей русловых потоков при их взаимодействии с потоками поймы при третьем–пятом их типах, на основе методики Шези–Маннинга

Как видно в таблице 6.1 наибольшее отклонение 373%, на основе этого анализа была разработана методика определения поправок к расчетным значениям скоростей определенных по стандартной методике.

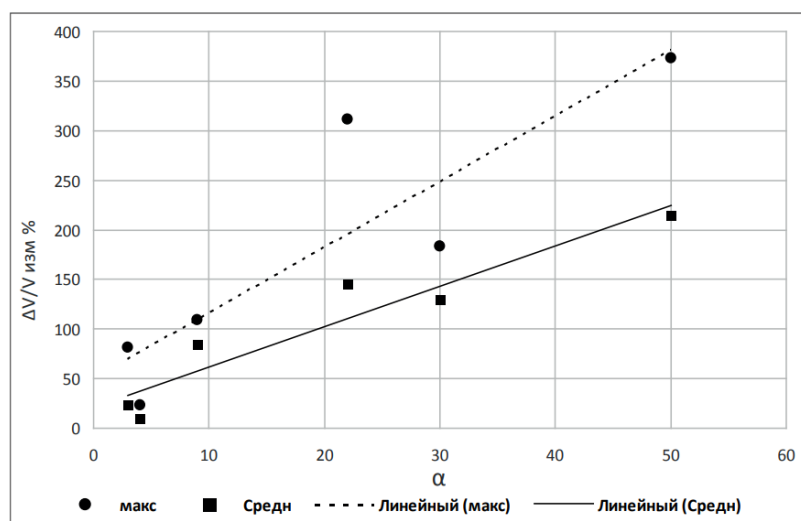


Рис. 5.5. Зависимости средних и максимальных погрешностей расчетов средних на вертикалях скоростей русловой составляющей потока от углов α (III и V типы взаимодействия потоков)

Как видно на рис.6 зависимость $\frac{\Delta V}{V_{изм}} = f(\alpha)$ для средних и максимальных значений скоростей близки к линейным.

Проведенный анализ и расчет свидетельствует о целесообразности учета взаимодействия потоков через угол α . Эти поправки значительно уменьшают погрешность расчета. Можно рекомендовать эту методику для расчета средних на вертикалях скоростей.

Методы расчетов пропускной способности пойм

Еще более острой является проблема расчета пропускной способности пойм. Действительно, по данным ряда авторов, поймы могут пропускать до 80-90% паводочного стока, а при пропуске максимальных расходов очень редкой обеспеченности (1%, 0.33% и 0.1%) по поймам свободного и незавершенного меандрирования даже все 100 %, выполняя при этом функцию его регулирования. Поэтому вопросы расчетов пропускной способности пойм являются одними из наиболее сложных в научном плане и крайне важными для практики. Рассмотрим, каково же их состояние в настоящее время и каковы наиболее перспективные пути их решения.

Как указывалось, стандартная методика основана на формуле Шези и таблицах для определения коэффициентов шероховатости. Как показали контрольные расчеты, погрешности при определении пропускной способности пойм, на основе коэффициентов шероховатости, полученных по таблицам Срибного, Чоу, Бредли и Карасева в 1.5-2.0 раза превышают аналогичные для русел простых форм сечения и значительно превышают допустимые погрешности расчетов. При использовании же методики, основанной на уравнении (5.3) для определения коэффициентов k , разработаны рекомендации, полученные только в результате лабораторных экспериментов на установках, где оси руслового и пойменного потоков были параллельны или в расчетные формулы включаются исходные параметры, получение которых связано с

большими трудностями. Такое положение привело к необходимости поиска принципиально новых путей расчетов коэффициентов шероховатости и пропускной способности пойм.

Прежде чем перейти к изложению результатов анализа методик расчета пропускной способности пойм, необходимо отметить, что исключительно сложное морфологическое строение последних в значительной мере определяет процесс их затопления. Как указывалось, при очень высоких уровнях, близких к уровням 1%-ной обеспеченности, на пойменном массиве образуется пойменный поток, в местах пересечения которого с русловым потоком под углами $\alpha > 90^\circ$, в основном русле образуется водоворотная зона и течение в нем либо полностью прекращается, либо даже изменяется на обратное. Как показали исследования З.М. Великановой и Н.А. Ярных на р. Оби у г. Барнаула, этот процесс в зоне пересечения потоков сопровождается заполнением русла донными наносами и при продолжительных паводках или половодьях выносом последних на нижерасположенный пойменный массив.

Все это осложняет выполнение анализа с целью вскрытия закономерностей и получения расчетных зависимостей. Более того, из-за неоднородности строения пойм, изменения характера растительности по их ширине и длине наблюдается значительное изменение и коэффициентов их шероховатости. Однако недостаточная детализация описательных характеристик поверхности пойм, необходимых для определения их сопротивлений, и трудности с получением дополнительной информации о них обычно приводят к необходимости использования значений коэффициентов шероховатости для поймы в целом без деления ее на отсеки. При наличии же достаточного объема информации рекомендуется определять его средневзвешенное значение $n_{II} = \sum n_{Ii} \frac{b_i}{B_{II}}$, где n_{Ii} - коэффициенты шероховатости отсеков поймы, шириной b_i .

Все это значительно затрудняет выбор реперных уровней и

соответствующих им параметров пойменных потоков и пойм, аналогичных значениям $H_{p.б.}$, $h_{p.б.}$, $V_{p.б.}$, $I_{p.б.}$, для русловых потоков и $n_{p.б.}$, для их русел. Это, в свою очередь, не дает возможности представить все характеристики в относительных величинах, что резко осложняет анализ и выявление закономерностей. Поэтому в последние годы были предприняты попытки разработки принципиально новых путей решения задачи расчета пропускной способности пойм, основанные как на использовании их различных морфометрических характеристик, так и на новых методах определения коэффициентов их шероховатости.

Кратко рассмотрим эти методики. В РГГМУ, на основе анализа исходной информации примерно по 50 постам системы Росгидромета, были получены графические зависимости $\frac{Q_{\Pi}}{(Q_{\Pi} + Q_p)} = f\left(\frac{B_{\Pi}}{B_p}, \frac{h_p}{h_{p.б.}}, \frac{n_{\Pi}}{n_p}\right)$

Однако контрольные расчеты, выполненные на независимой информации, показали их невысокую эффективность. Поэтому эти зависимости были усовершенствованы и рекомендованы для расчетов в следующем виде:

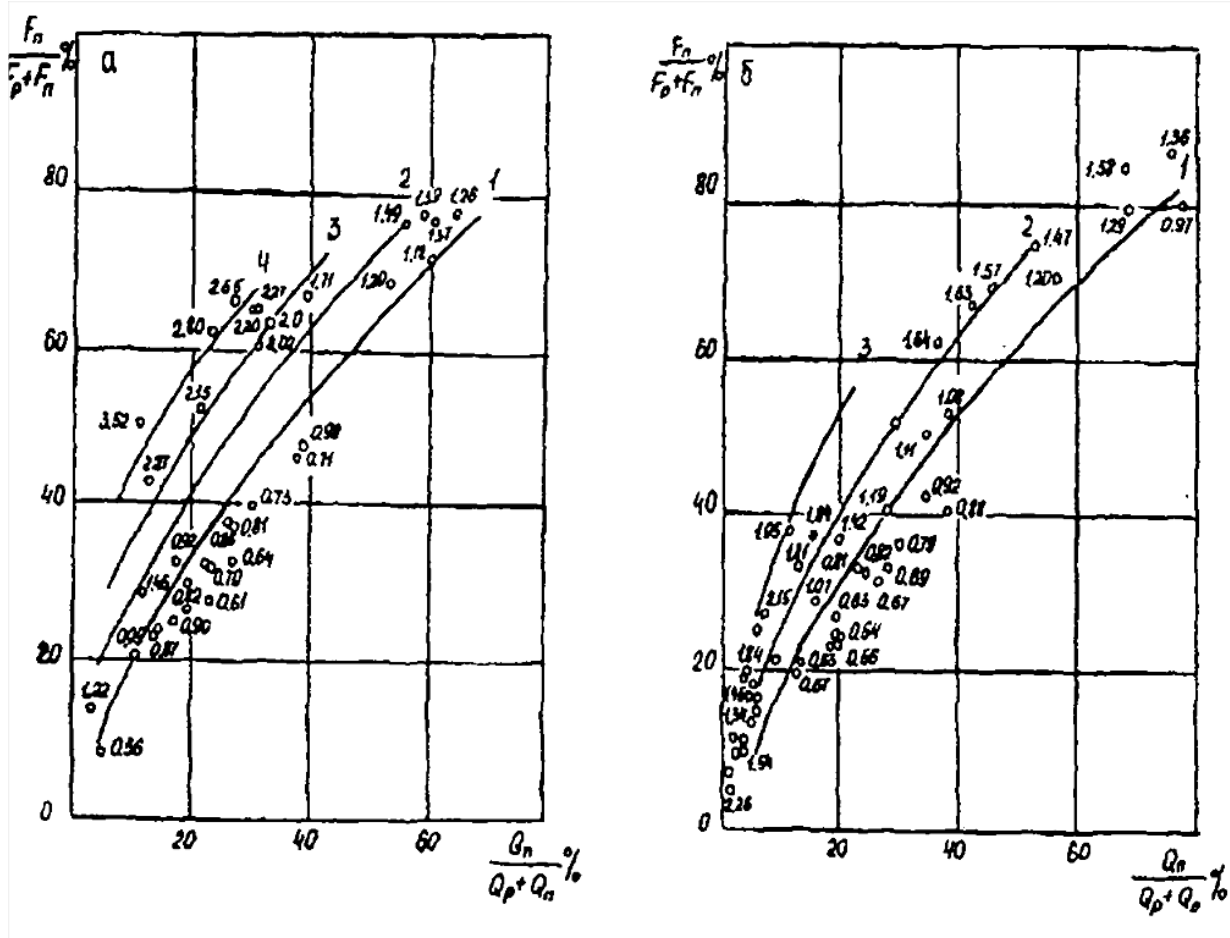
$$\frac{Q_{\Pi}}{(Q_{\Pi} + Q_p)} = f\left(\frac{F_{\Pi}}{F_{\Pi} + F_p}, \frac{n_{\Pi}}{n_p}\right) \quad (5.22)$$

Как видно на рисунке 5.3, зависимости четко выражены. Контрольные расчеты, проведенные на независимой информации, доказали их эффективность при средней погрешности расчетов, несколько большей 20%.

Другое направление, в частности, развивается Ю.Н.Соколовым, предложившим рассчитывать коэффициенты шероховатости пойм как функцию двух составляющих, учитывающих неравномерность их рельефа σ_p характер, густоту и высоту растительности $\sigma_{зар.}$. т.е. $n_n = f(\sigma_p, \sigma_{зар.})$

Значение σ_p рекомендуется определять с помощью сетки, накладываемой на пойменный массив. В ее узлах снимаются отметки его поверхности,

Эта методика является перспективной, но требует существенной доработки. В частности, в ней не учтено влияние руслового потока на пойменный, что приводит к значительным погрешностям определения n_n . Далее, методики определения σ_p и σ_{zap} несовершенны. Например, при относительно ровной поверхности пойменного массива и наличия на нем отдельного большого возвышения будет получено такое же значение σ_p , как и при многочисленных, но небольших неровностях рельефа, хотя сопротивление движению пойменных потоков в этих случаях будет существенно отличаться. Также несовершенна методика определения σ_{zap} .



60

Около точек значения $\frac{n_{II}}{n_p}$; $1 - \frac{n_{II}}{n_p} = 1,0$; $2 - \frac{n_{II}}{n_p} = 1,5$; $3 - \frac{n_{II}}{n_p} = 2,0$; $4 - \frac{n_{II}}{n_p} = 2,5$.

В РГГМУ была предпринята попытка совершенствования стандартной методики расчетов, основанной на формуле Шези. С этой целью была использована информация по 75 пойменным гидростворам. По описательной характеристике пойм и соответствующим таблицам для определения коэффициентов шероховатости М.Ф. Срибного, В.Т Чоу, Дж.Бредли и И.Ф. Карасева были определены табличные значения n_{nt} . По данным **измерений** и формулам Шези-Павловского или Шези-Маннинга также были определены соответствующие расчетные значения коэффициентов шероховатости пойм n_{np} а затем и разности их величин, т.е. $\Delta n_n = n_{np} - n_{nt}$.

Для учета влияния эффекта взаимодействия были построены графические зависимости $\Delta n_n = f(\alpha, \frac{\beta_n}{\beta_p})$. В качестве примера на рисунке 5.4 приведена такая зависимость для максимальных уровней воды и поправок к коэффициенту шероховатости, определенному по таблице Срибного.

Как видно на рисунке 5.5, эта зависимость достаточно четко выражена. Однако разброс исходной информации в поле координат $[\Delta n_n, \alpha]$ велик. Поэтому для ее уточнения были определены отклонения $\Delta(\Delta n_n)$ поправок к коэффициентам шероховатости от графических зависимостей $\Delta n_n = f(\alpha)$ при постоянных значениях $\frac{\beta_n}{\beta_p}$ и получены графики связи $\Delta(\Delta n_n) = f(\frac{\beta_n}{\beta_p})$ (см. рисунок 5.6). Эти графики действительно отражают влияние руслового потока на пойменный, которое убывает по мере увеличения ширины поймы. К тому же они подтверждают выводы, полученные рядом авторов на основе данных лабораторных экспериментов. Однако зависимости $\Delta(\Delta n_n) = f(\frac{\beta_n}{\beta_p})$ недостаточно тесные, поэтому рекомендовать их в качестве расчетных не представляется возможным из-за недостаточной надежности.

По-видимому, это в значительной степени объясняется низкой точностью исходной информации, погрешностями рабочей гипотезы и определения значений коэффициентов шероховатости по таблицам, в частности Срибного, а также расчетов на основе формул Шези-Павловского или Шези-Маннинга. К тому же при применяемой методике погрешности расчетов суммируются.

Таким образом, методы расчетов коэффициентов шероховатости и Пропускной способности пойм в настоящее время нельзя признать совершенными. Они требуют существенной доработки на основе надежной исходной информации, системного подхода и с учетом того фактора, что сопротивления в том числе пойм являются связующим и определяющим звеном в саморегулирующейся системе бассейн - речной поток - русло.

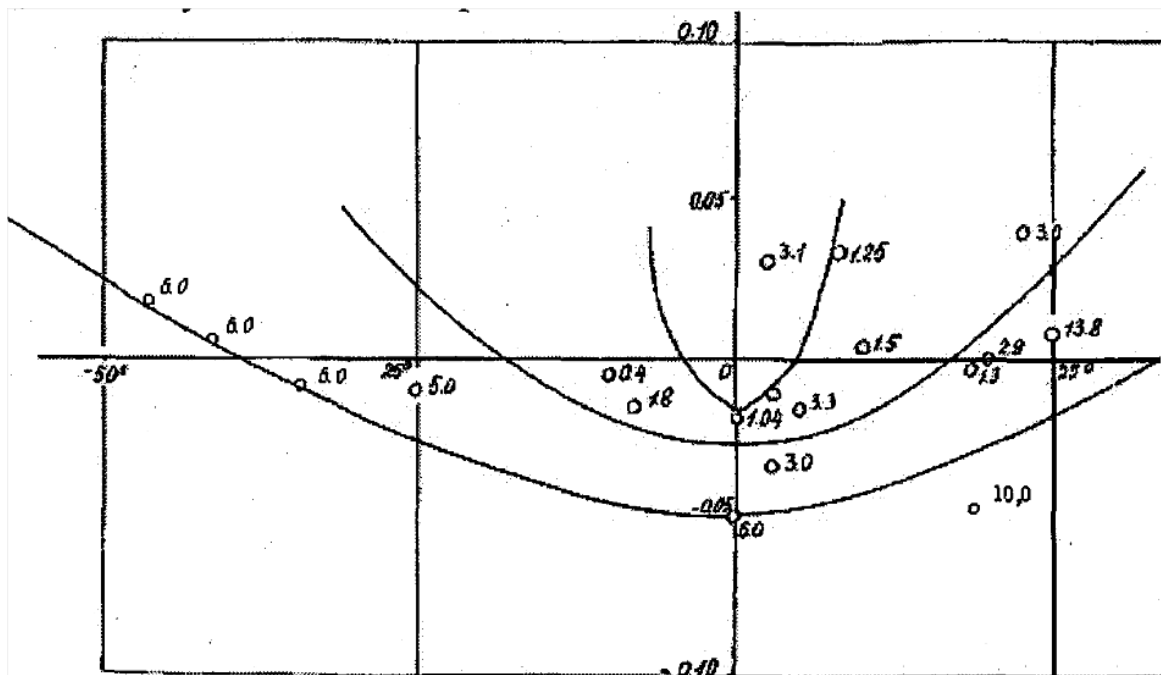


Рисунок 5.4-Кривые $\Delta n_n = f(\alpha, \frac{B_n}{B_p})$ (по М.Ф. Срибному). Около кривых и точек значения $\frac{B_n}{B_p}$.

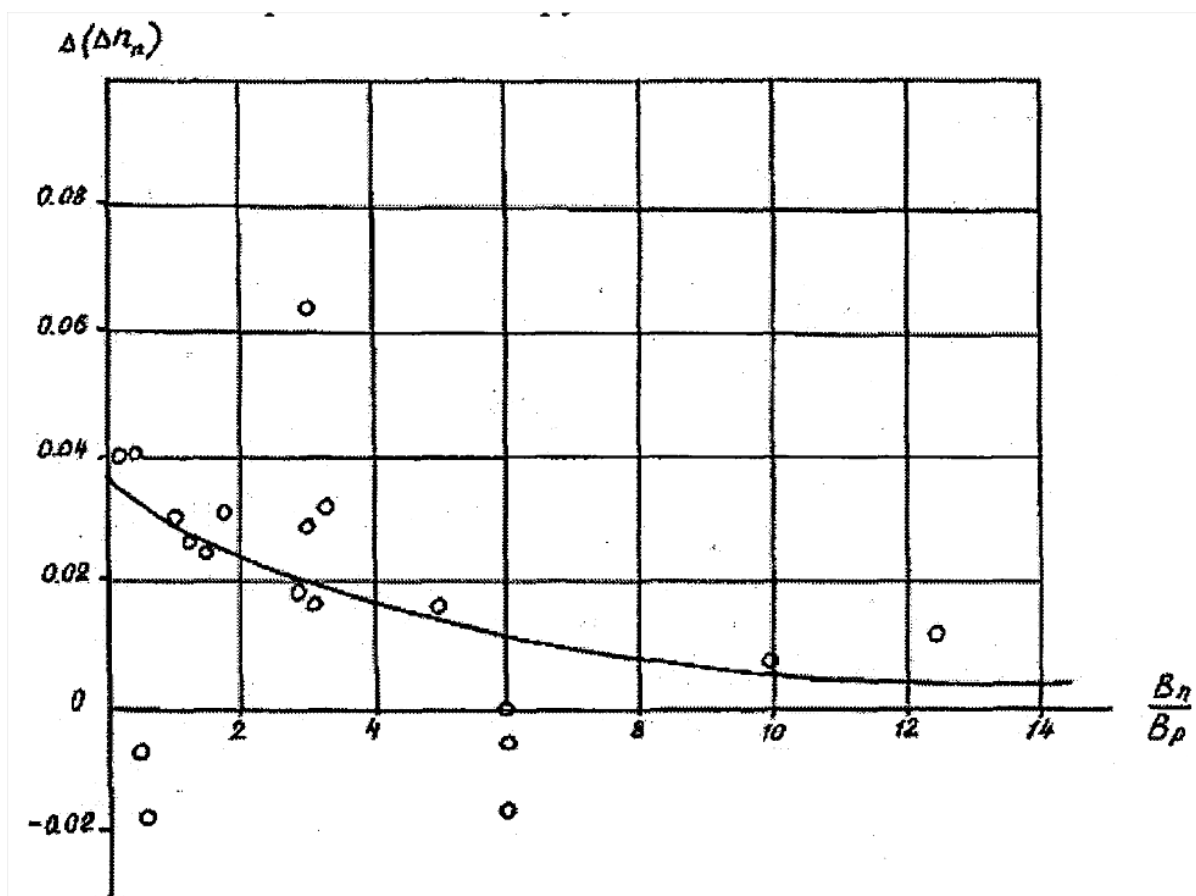


Рисунок 5.5-Кривые $\Delta(\Delta n_n) = f(\frac{B_n}{B_p})$ (по М.Ф. Срибному).

В последние годы в РГГМУ был выполнен анализ натуральных данных о коэффициентах шероховатости пойм. В результате было установлено, что характер зависимости $\frac{n_n}{n_{p.б.}} = f(\Delta H)$ где ΔH - превышение уровня над бровкой прируслового вала) соответствует второму типу аналогичной зависимости для основного русла, т.е. наблюдается их уменьшение по мере увеличения уровня (см. рисунок 5.6). Как видно на этом рисунке, плавный ход зависимости на ряде рек нарушается и коэффициенты шероховатости при этом существенно увеличиваются, что обусловлено присоединением дополнительных отсеков пойменного потока.

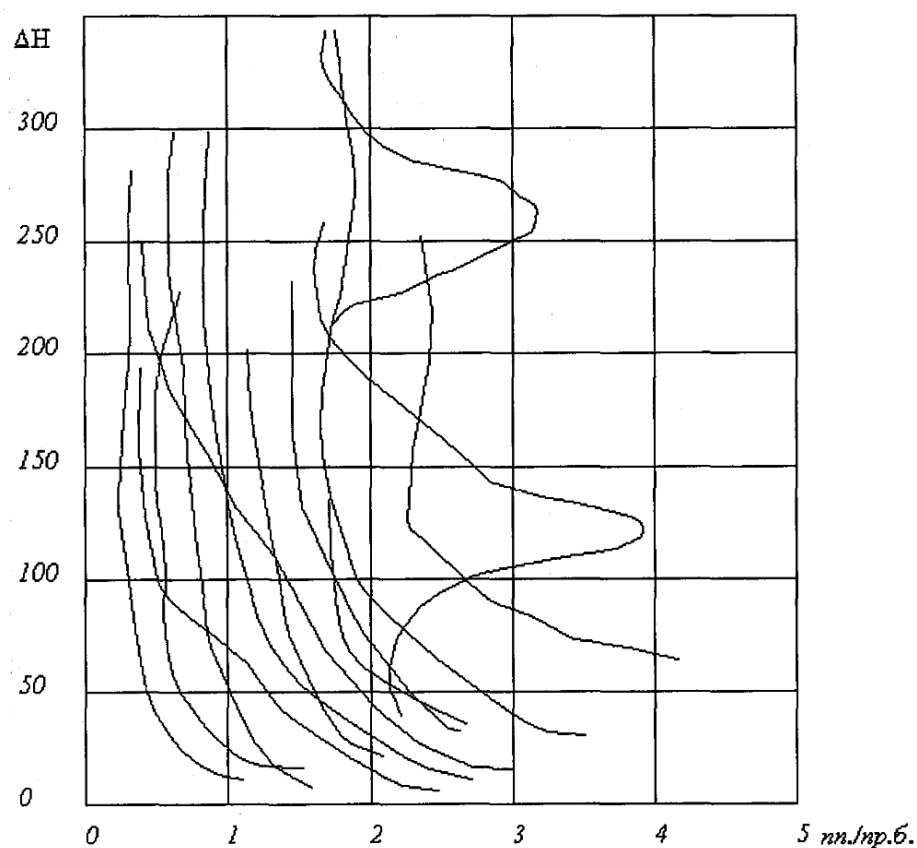


Рисунок 5.6- Кривые зависимости $\frac{n_n}{n_{p.б.}} = f(\Delta H)$

Более того, установлено, что практически на всех исследованных реках, а их было более 50, при превышении уровня $\Delta H \geq 0,6 - 1$ м наблюдается стабилизация этих кривых, т.е. значения коэффициентов шероховатости при дальнейшем увеличении уровней не изменяются, а остаются постоянными. Этот факт имеет большое практическое значение, так как позволяет

составлять таблицы для определения коэффициентов шероховатости непосредственно для определения гидравлических характеристик, особенно максимальных расходов при уровнях редкой обеспеченности (1%, 0.33 % и др.).

В то же время в РГГМУ была предпринята попытка применить для расчетов гидравлических сопротивлений и пропускной способности пойм методику, разработанную для решения плановой задачи. С этой целью была использована система уравнений движения и неразрывности, предложенная Н.Р. Грачевым в виде

$$\begin{aligned}\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x q_x}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right) + gh \frac{\partial(h+z)}{\partial x} + \lambda \frac{q_x |q|}{2h^2} &= 0 \\ \frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{q_x q_y}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q_y q_y}{h} \right) + gh \frac{\partial(h+z)}{\partial y} + \lambda \frac{q_y |q|}{2h^2} &= 0 \\ \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} &= 0\end{aligned}\tag{5.23}$$

Где q_x и q_y - проекция удельных расходов воды на оси координат;

z - отметка дна;

λ - коэффициент гидравлического трения.

На основе этой системы уравнений была разработана математическая модель потока в русле с поймой, позволяющая рассчитывать его основные гидравлические характеристики (скорости, гидравлические сопротивления и др.) Для контрольных расчетов был выбран участок русла р.Тетерев у с. Михалевичи с двухсторонней поймой сложного рельефа, отличающейся разнообразием морфологических форм. Параметризация модели осуществлена подбором коэффициентов шероховатости посредством сравнения измеренных на пойме скоростей течения с аналогичными, определенными по модели.

В результате расчетов были получены поля отметок свободной поверхности воды на пойме и средних скоростей течения. Анализ результатов расчетов позволил детализировать скоростное поле пойменного

потока, выявить зоны взаимодействия потоков, движущихся с различными скоростями, оценить влияние рельефа поймы, характера, вида и распределения растительности на ней на пропуск поймой высоких вод.

Таким образом, разработанная математическая модель руслопойменного потока позволяет решать ряд важных для практики задач:

- рассчитывать пропускную способность пойм;
- учитывать воздействие рельефа и растительности на поймах на гидравлические сопротивления;
- выполнять расчеты процессов затопления и разгрузки пойм и пойменных массивов;
- рассчитывать гидравлические характеристики потоков не только при плавно изменяющемся их движении, но и для отрывных течений.

В то же время данная методика не лишена недостатков, к основным из них следует отнести следующие:

- процессы попуска высоких вод в руслах,
- детальный учет рельефа поймы и русла и распределения Растительности по территории поймы приводит к чрезмерной перегрузке расчетных модулей и, как следствие, к неоправданно трудоемким расчетам и к снижению их точности. То же относится и к расчетам, параметров на Значительных по протяженности участках;

- параметризация данной модели осуществляется по натурным данным, т.е. на основе плановых характеристик. Однако это требует специальных исследований, методика которых иногда даже не разработана (например, методика измерений уклонов водной поверхности пойменных потоков).

В целом опыт применения данной методики показал ее эффективность при расчетах полей скоростей течений и отметок свободной поверхности руслопойменных потоков и необходимость устранения указанных недостатков.

6. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ОЦЕНКА ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.

В дипломном проекте использованы материалы по пойменным створам на реке Атмисс у села Атмисс и реке Хопер у села Пановки. При выборе объектов отдавалось предпочтение тем, по которым имелись данные об измеренных уклонах и расходах воды при затопленных поймах.

Материалы были проанализированы и обработаны. Для пунктов наблюдений были построены кривые зависимостей $Q=f(H)$; $F=f(H)$; $V_{cp} = f(H)$.

Кроме этого, для каждого измеренного расхода воды были подсчитаны значения коэффициентов Шези по формуле $C = \frac{V}{\sqrt{hJ}}$ и коэффициентов шероховатости « n » по формуле $n = h^{1/6}/C$ (для русла и для поймы).

Итоги расчетов приведены в таблицах 6.1 - 6.8.

По полученным данным были построены кривые зависимостей: $C_p=f(H)$, $C_{np}=f(H)$ и $n_p=f(H)$, $n_{np}=f(H)$. Полученные значения коэффициентов шероховатости сравнивались со значениями по таблицам И.Ф. Карасева, М.Ф. Срибного, В.Е. Чоу, Дж. Бредли (при аналогичных условиях) (приложение Б).

Было прослежено изменение значений « n » в зависимости от глубины потока, характера подстилающей поверхности и угла пересечения осей потоков

главного русла и поймы.

Исходя из данных, которые были использованы в работе, имеется общая закономерность: кривые зависимости $Q=f(H)$ и вспомогательные при уровнях ниже уровней затопления поймы практически ничем не отличаются от аналогичных для беспойменных русел.

На изучаемом створе реки Атмисс у с. Атмисс пойма двухсторонняя: левобережная – шириной до 1.0 км, луговая, частично распахана и занята постройками, правобережная – до 100 м, луговая, в при склоновом участке

заболочена, начинает затопляться при уровне воды 550 см, при уровне воды 600-630 см начинает действовать протока на пойме правого берега. Русло на участке поста прямолинейное, выше и ниже - умеренно извилистое, слабдеформирующееся, незначительно зарастающее водной растительностью, в 180 м ниже поста имеется остров, поросший кустарником.

На створе реки Хопер у села Пановки пойма односторонняя, левобережная, шириной 300 м, пересеченная, луговая, начинает затопляться при уровне воды 360 см. Русло реки умеренно извилистое, неразветвленное, деформирующееся, зарастает водной растительностью.

Помимо этого были выполнены расчеты по оценке эмпирической методике расчета средних скоростей и расходов воды на пойменных створах, разработанных в РГТМУ на основе графической зависимости:

$$\frac{V_p}{V_{pб}} = f\left(\frac{h_p}{h_{pб}}, \alpha\right) \text{ для русловой части потока и}$$

$Q_{п}/(Q_{р}+Q_{п})=f(F_{п}/(F_{р}+F_{п}), n_{п}/n_{р}\beta)$ - для пойменной части. С этой целью по планам участков гидрологических постов (см. рисунок 2.1, 2.2) был определен угол α , равный 10° (р. Атмисс - с. Атмисс) и 0° (р.Хопер - с. Пановка). Затем по кривым зависимостей $h_p=f(H)$, $V_p=f(H)$ при уровнях затопления бровок прирусловых валов определены значения $V_{рб}$ и $h_{рб}$ и соответствующие им значения средних скоростей потоков при глубинах $h_p=1,1h_{рб}$; $h_p=1,25h_{рб}$.

Р. Атмисс - с. Атмисс (угол пересечения руслового и пойменного потоков 10°)

$$\begin{aligned} H_{p.б.}&=720; & H_{p.б.}&=2,65; & V_{p.б.}&=0,66 \\ h_p&=1,1; & H_{p.б.}&=2,92; & h_p&=1,25; & pб&=3,31 \\ V_{p1}/V_{p.б.}&=1,03; & V_{p2}/V_{p.б.}&=1,06 \\ V_{p1}&=0,68; & V_{p2}&=0,70 \\ (V_{p1}/V_{p.б.})_{натур}-1 &= 1,03- 1= 0,03 \text{ (3\%)} \\ (V_{p2}/V_{p.б.})_{натур}-1 &= 1,06- 1=0,06 \text{ (6\%)} \end{aligned}$$

р. Хопер - с. Пановка (угол пересечения руслового и пойменного потоков 0°)

$$H_{p.б.}=280 \quad H_{p.б.}=2,67 \quad V_{p.б.}=0,64$$

$$h_p=1,1; \quad H_{p.б.}=2,94; \quad h_p=1,25; \quad p_b=3,34$$

$$V_{p1}/V_{p.б.}=1,00; \quad V_{p2}/V_{p.б.}=1,00$$

$$V_{p1}=0,64; \quad V_{p2}=0,64$$

$$(V_{p1}/V_{p.б.})_{\text{натур}} - 1 = 1,00 - 1 = 10,0 \text{ (10\%)}$$

$$(V_{p2}/V_{p.б.})_{\text{натур}} - 1 = 1,00 - 1 = 10,0 \text{ (10\%)}$$

По значениям h_{p1} и h_{p2} и зависимости $h_p=f(H)$ были определены соответствующие им уровни воды. По зависимости $V_p=f(H)$ для этих уровней были определены значения средних скоростей потоков V_{p1} и V_{p2} .

Относительные значения скоростей $V_{p1}/V_{pб}$ и $V_{p2}/V_{pб}$ соответственно равны 1,03 и 1,06 (река Атмисс) и по 1,0 (река Хопер). Учитывая, что все три кривые $V_p/V_{pб} = f(\alpha)$ пересекаются со значением α в точке с координатами (0,1), расчетное значение $V_p/V_{pб}$ было принято равным 1.

Следовательно, погрешности расчетов соответственно равны 3% и 6% по реке Атмисс и 10% по реке Хопер.

Таблица 6.1-р.Атмисс-с.Атмисс, 2008 год (главное русло)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
509	0.61	1.47	0.58	0.000853	0.029199	20.9	1.07	0.051
549	0.61	1.68	0.53	0.00089	0.029840	20.4	1.09	0.053
580	0.62	1.80	0.53	0.000954	0.030887	20.1	1.10	0.055
656	0.51	2.34	0.4	0.000936	0.030594	16.7	1.15	0.069
625	0.54	2.06	0.49	0.001009	0.031771	17.0	1.13	0.066
578	0.62	1.71	0.58	0.000992	0.031493	19.7	1.09	0.056
637	0.54	2.18	0.53	0.001155	0.033991	15.9	1.14	0.072
727	0.47	2.70	0.36	0.000972	0.031177	15.1	1.18	0.078
815	0.41	3.34	0.15	0.000501	0.022383	18.3	1.22	0.067
840	0.43	3.52	0.13	0.000458	0.021392	20.1	1.23	0.061
769	0.39	3.16	0.22	0.000695	0.026367	14.8	1.21	0.082
720	0.43	2.65	0.28	0.000742	0.027240	15.8	1.18	0.075
660	0.63	2.37	0.36	0.000853	0.029210	21.6	1.15	0.054
622	0.63	2.13	0.49	0.001044	0.032306	19.5	1.13	0.058
589	0.60	1.79	0.40	0.000716	0.026758	22.4	1.10	0.049
551	0.59	1.64	0.44	0.000722	0.026863	22.0	1.09	0.049
527	0.57	1.55	0.40	0.00062	0.024900	22.9	1.08	0.047
446	0.54	1.06	0.53	0.000562	0.023702	22.8	1.01	0.44

Таблица 6.2-р.Атмисс-с.Атмисс, 2008 год (пойма)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
727	0.25	1.02	0.36	0.000367	0.019162	13.0	1.00	0.077
815	0.24	1.80	0.15	0.00027	0.016432	14.6	1.10	0.076
840	0.21	1.99	0.13	0.000259	0.016084	13.1	1.12	0.086
769	0.20	1.42	0.22	0.000312	0.017675	11.3	1.06	0.094
720	0.13	1.02	0.28	0.000286	0.016900	7.70	1.00	0.130

Таблица 6.3-р.Атмисс-с.Атмисс, 2009 год (главное русло)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
485	0.54	1.24	0.55	0.000682	0.026115	20.7	1.04	0.050
555	0.61	1.63	0.44	0.000717	0.026781	22.8	1.08	0.048
680	0.67	2.45	0.42	0.001029	0.032078	20.9	1.16	0.056
764	0.46	3.3	0.22	0.000726	0.026944	17.1	1.22	0.071
804	0.43	3.67	0.18	0.000661	0.025702	16.7	1.24	0.074
876	0.39	4.13	0.18	0.000743	0.027265	14.3	1.27	0.089
902	0.37	4.32	0.18	0.000778	0.027885	13.3	1.28	0.096
854	0.39	3.98	0.18	0.000716	0.026766	14.6	1.26	0.086
764	0.47	3.35	0.27	0.000905	0.030075	15.6	1.22	0.078
723	0.44	3.08	0.31	0.000955	0.030900	14.2	1.21	0.085
655	0.61	2.33	0.44	0.001025	0.032019	19.1	1.15	0.060
625	0.61	2.18	0.53	0.001155	0.033991	17.9	1.14	0.063
596	0.59	2.04	0.49	0.001000	0.031616	18.7	1.13	0.060
557	0.59	1.76	0.49	0.000862	0.029367	20.1	1.10	0.055
483	0.56	1.23	0.53	0.000652	0.025532	21.9	1.04	0.047
451	0.54	1.06	0.62	0.000657	0.025636	21.1	1.01	0.048

Таблица 6.4-р.Атмисс-с.Атмисс, 2009 год (пойма)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
764	0.08	1.17	0.22	0.000257	0.016044	5.00	1.03	0.206
804	0.17	1.51	0.18	0.000272	0.016486	10.3	1.07	0.104
876	0.22	2.13	0.18	0.000383	0.019581	11.2	1.13	0.101
902	0.27	2.38	0.18	0.000428	0.020698	13.0	1.16	0.089
854	0.29	1.93	0.18	0.000347	0.018639	15.6	1.12	0.072
764	0.18	1.17	0.27	0.000316	0.017774	10.1	1.03	0.101
723	0.18	0.83	0.31	0.000257	0.016041	11.2	0.97	0.086

Таблица 6.5-р.Хопер-с.Пановка, 2008 год (главное русло)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
47	0.64	1.11	0.28	0.000311	0.0176	36.3	1.02	0.028
150	0.68	1.74	0.24	0.000418	0.0204	33.3	1.10	0.033
116	0.60	1.6	0.35	0.00056	0.0237	25.4	1.08	0.043
72	0.58	1.37	0.42	0.000575	0.0240	24.2	1.05	0.044
41	0.62	1.09	0.31	0.000338	0.0184	33.7	1.01	0.030
71	0.64	1.43	0.38	0.000543	0.0233	27.5	1.06	0.039
115	0.63	1.71	0.24	0.00041	0.0203	31.1	1.09	0.035
157	0.68	1.93	0.35	0.000676	0.0260	26.2	1.12	0.043
137	0.62	1.83	0.35	0.000641	0.0253	24.5	1.11	0.045
195	0.71	2.21	0.42	0.000928	0.0305	23.3	1.14	0.049
253	0.71	2.39	0.42	0.001004	0.0317	22.4	1.16	0.052
300	0.67	2.42	0.42	0.001016	0.0319	21.0	1.16	0.055
316	0.73	2.53	0.45	0.001139	0.0337	21.6	1.17	0.054
269	0.75	2.53	0.45	0.001139	0.0337	22.2	1.17	0.053
174	0.69	2.04	0.42	0.000857	0.0293	23.6	1.13	0.048
101	0.61	1.59	0.35	0.000557	0.0236	25.9	1.08	0.042
61	0.60	1.26	0.35	0.000441	0.0210	28.6	1.04	0.036
30	0.62	0.95	0.35	0.000333	0.0182	34.0	0.99	0.029

Таблица 6.6-р.Хопер-с.Пановка, 2008 год (пойма)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
300	0.20	0.62	0.42	0.00026	0.016137	12.4	0.92	0.075
316	0.20	0.80	0.45	0.00036	0.018974	10.5	0.96	0.091

Таблица 6.7-р.Хопер-с.Пановка, 2009 год (главное русло)

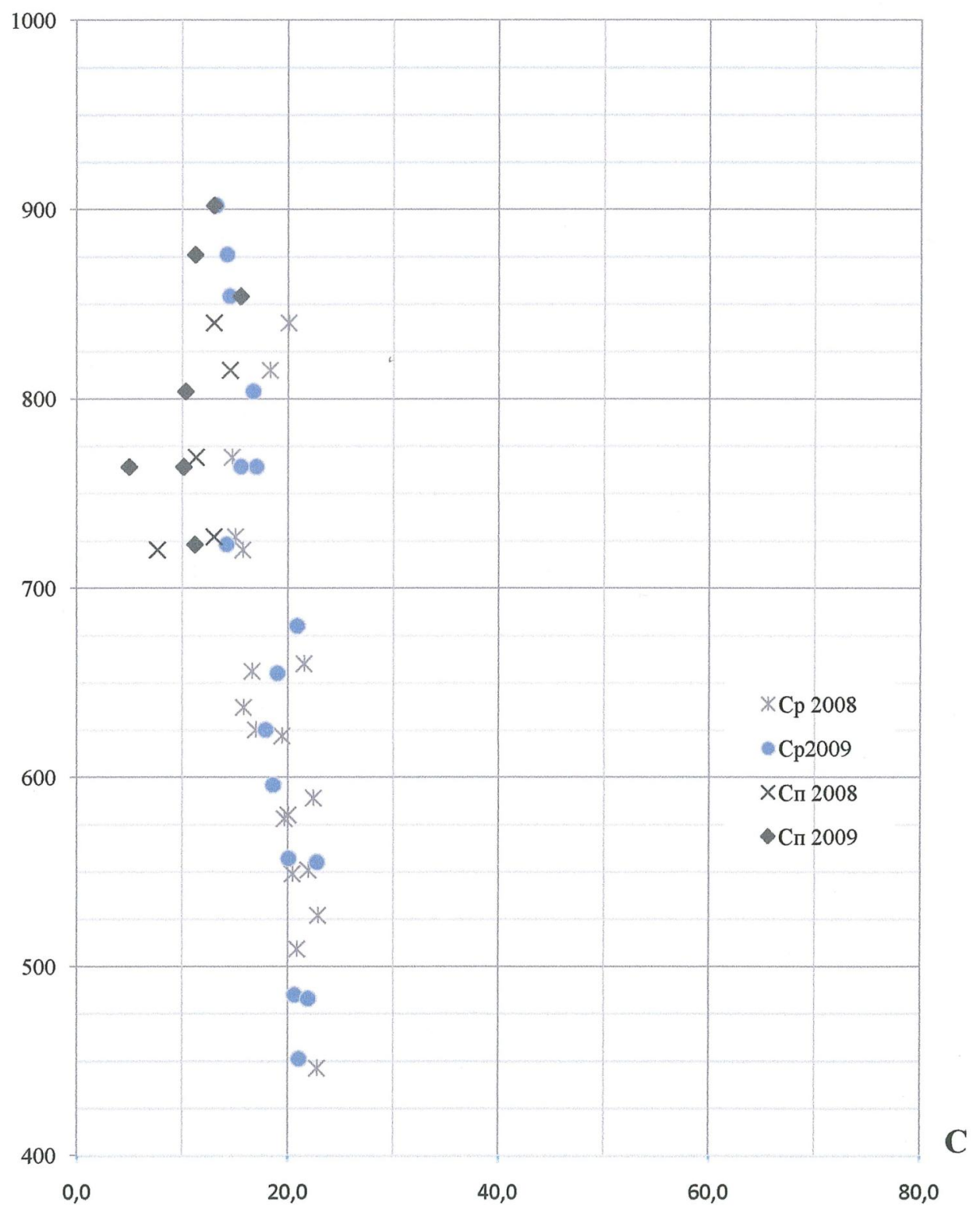
Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	0.5	0.94	0.45	0.000423	0.0206	24.3	0.99	0.041
114	0.6	1.73	0.45	0.000779	0.0279	21.5	1.10	0.051
163	0.59	2.05	0.38	0.000779	0.0279	21.1	1.13	0.053
202	0.67	2.25	0.42	0.000945	0.0307	21.8	1.14	0.053
311	0.6	2.61	0.35	0.000914	0.0302	19.9	1.17	0.059
344	0.61	2.79	0.35	0.000977	0.0312	19.5	1.19	0.061
352	0.59	2.82	0.35	0.000987	0.0314	18.8	1.19	0.063
307	0.57	2.57	0.21	0.00054	0.0232	24.5	1.17	0.048
259	0.63	2.53	0.24	0.000607	0.0246	25.6	1.17	0.046
183	0.63	2.09	0.28	0.000585	0.0242	26.0	1.13	0.043
147	0.62	1.88	0.31	0.000583	0.0241	25.7	1.11	0.043
110	0.73	1.6	0.35	0.00056	0.0237	30.8	1.08	0.035
77	0.63	1.39	0.45	0.000626	0.0250	25.2	1.06	0.042
47	0.58	1.17	0.45	0.000527	0.0229	25.3	1.03	0.041
11	0.67	0.93	0.63	0.000586	0.0242	27.7	0.99	0.036

Таблица 6.8-р.Хопер-с.Пановка, 2009 год (пойма)

Н, см	V _{ср} , м/с	h, м	J,‰	h*J	$\sqrt{h * J}$	C	$h^{1/6}$	n
1	2	3	4	5	6	7	8	9
311	0.22	0.78	0.35	0.000273	0.0165	13.3	0.96	0.072
344	0.26	1.03	0.35	0.000361	0.0190	13.7	1.00	0.073
352	0.27	1.13	0.35	0.000396	0.0199	13.6	1.02	0.075
307	0.2	0.81	0.21	0.00017	0.0130	15.3	0.97	0.063

Кривая зависимости $C=f(H)$ р.Атмисс - с. Атмисс

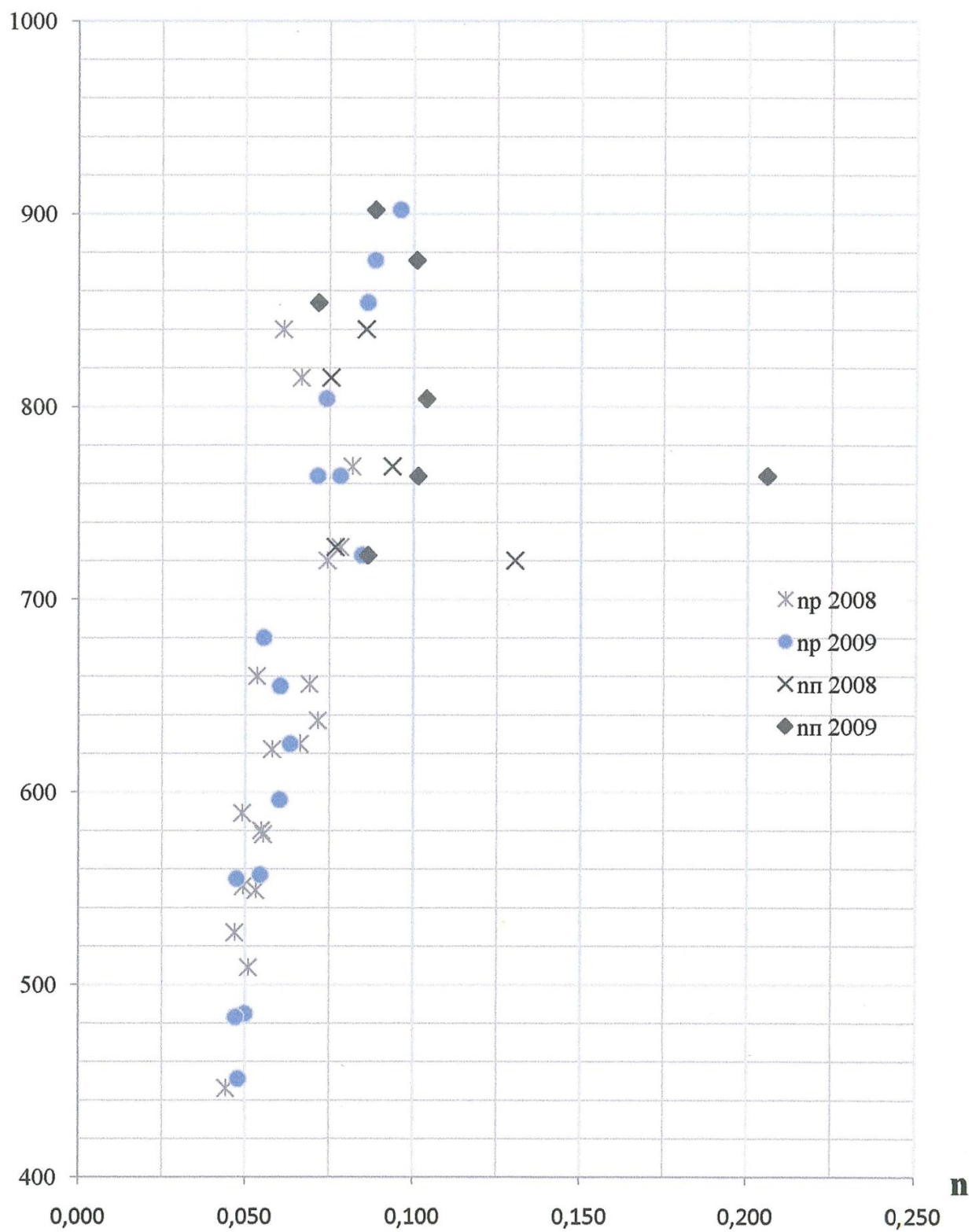
H, см



Кривая зависимости $n=f(H)$

р.Атмисс - с. Атмисс

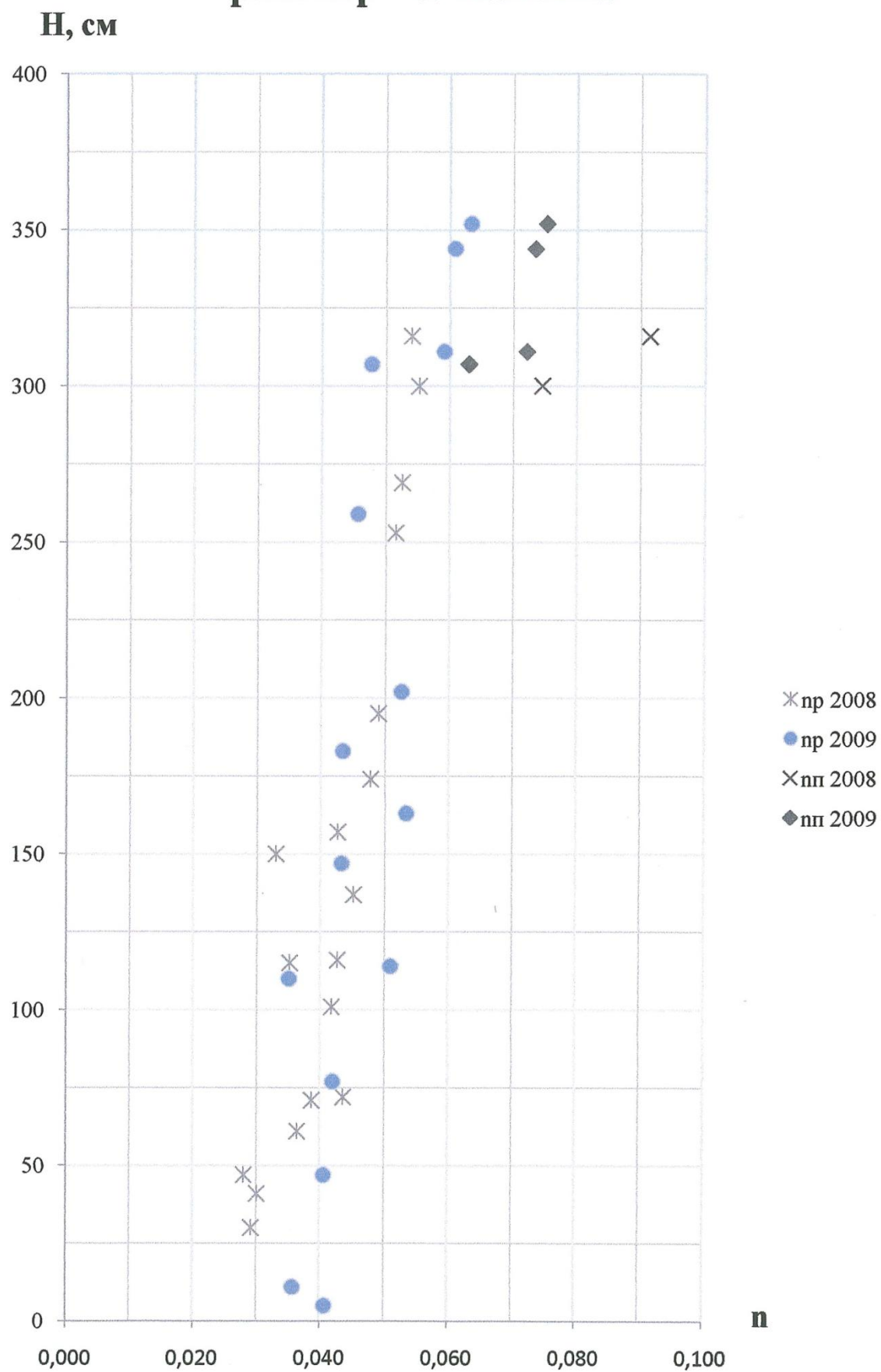
H, см



H, см



Кривая зависимости $n=f(H)$ р.Хопер - с. Пановка



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные расчеты и анализ результатов позволяет сделать следующее выводы и предложения:

- применяемая в Пензенском Гидрометцентре методика подсчета годового стока, основанная на многолетних кривых расходов воды для станций р. Атмисс - с. Атмисс и р. Хопер - с. Пановка, позволяет выполнять расчеты с достаточной для практики точности;
- при выходе воды на пойму установлено, что эффект взаимодействия руслового и пойменных потоков существенного воздействия на скорости и расходы воды в русловой части потока не оказывает. Это, по-видимому, обусловлено удачным выбором расположением гидростворов.
- оценка графической зависимости V_p/V_{pb} по данным наблюдений показала свою эффективность при взаимодействии потоков с параллельными динамическими осями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Барышников Н.Б. Морфология, гидрология и гидравлика пойм-
Л.:Гидрометеиздат, 1984.
2. Барышников Н.Б. Динамика русловых потоков - СПб: издательство
РГГМУ, 2007.
3. Барашников Н.Б., Самсуева Е.А. Антропогенные воздействия на
саморегулирующуюся систему бассейн - речной поток-русло. СПб:
издательство РГГМУ, 1999.
4. Быков В.Д. Гидрометрия/Васильева А.В.-Л.:Гидрометеиздат, 1977.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 10 Верхне-волжский район.-
М.: Московское отделение гидрометеиздата, 1973.
6. Железняков Г.В. Пропускная способность русел, каналов и рек. –Л.
Гидрометеиздат, 1981.
7. Карасев И.Ф. речная гидрометрия и учет водных ресурсов-Л.:
Гидрометеиздат, 1980.
8. Наставление гидрометеостанциям и постам, выпуск 6, часть 3.-Л.:
Гидрометеиздат, 1958.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 – Измеренные расходы воды за 2008 год по р. Атмисс-с.Атмисс.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидроствора	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (m^3/c)	Площадь водного сечения (m^2)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверхности (‰)	Способ изме-рения расхода	Приме-чание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	07,01	3	лдст	425	5,09	17,2/11,3	0,45	0,68	20,1	0,86	1,26	0,98	B5/6	
2	17,01	3	лдст	435	6,13	19,4/12,8	0,48	0,62	20,6	0,94	1,38	1,0	B5/8	
3	27,01	3	нплдст	461	8,79	25,3/20,7	0,42	0,62	21,9	1,16	1,70	0,62	B5/10	
4	06,02	3	нплдст	462	8,35	24,4/18,6	0,45	0,62	21,8	1,12	1,67	0,62	B5/10	
5	11,02	3	нплдст	455	7,69	22,7/17,9	0,43	0,60	21,5	1,06	1,62	0,58	B5/10	
6	16,02	3	нплдст	452	7,20	22,6/15,9	0,45	0,60	21,3	1,06	1,60	0,62	B5/9	
7	22,02	3	нплдст	449	7,55	21,5/15,6	0,48	0,66	21,4	1,00	1,56	0,54	B5/10	
8	11,03	3	св	509	21,4	35,2	0,61	0,85	24,0	1,47	2,12	0,58	B6/12	
9	17,03	3	св	549	28,3	46,1	0,61	0,96	27,5	1,68	2,54	0,53	B5/10	
10	19,03	3	св	580	34,2	54,9	0,62	0,92	30,5	1,80	2,84	0,53	B5/10	
11	21,03	3	искур	656	39,1	77,3	0,51	0,90	33,0	2,34	3,61	0,40	B5/10	
12	23,03	3	искур	625	35,8	66,5	0,54	0,90	32,3	2,06	3,27	0,49	B5/10	
13	24,03	3	св	578	30,9	49,7	0,62	0,91	29,0	1,71	2,85	0,58	B5/10	
14	25,03	3	искур	637	38,8	71,4	0,54	0,90	32,7	2,18	3,48	0,53	B5/10	
15	26,03	3	искур	727	63,3	166	0,38	0,79	102	1,63	4,37	0,36	B9/18	
16	27,03	3	искур	815	83,8	260	0,32	0,74	111	2,34	5,2	0,15	B7/14	
17	27,3	3	искур	840	90,4	291	0,31	0,72	116	2,51	5,5	0,13	B7/14	

Продолжение таблицы А.1 – Измеренные расходы воды за 2008 год по р. Атмисс-с.Атмисс.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидроствора	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Приме-чание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	23,03	3	искур	769	65,2	214	0,30	0,77	106	2,02	4,79	0,22	B7/14	
19	29,03	3	искур	720	54,5	163	0,33	0,75	101	1,61	4,40	0,28	B9/I8	
20	30,03	3	св	660	49,9	78,8	0,63	0,95	33,3	2,37	3,69	0,36	B5/10	
21	30,03	3	св	622	41,2	65,7	0,63	0,90	30,9	2,13	3,20	0,49	B5/10	
22	31,03	3	св	589	33,3	55,6	0,60	0,92	31,0	1,79	2,97	0,40	B6/12	
23	01,04	3	св	551	28,1	47,7	0,59	0,89	29,0	1,64	2,61	0,44	B5/10	
24	02,04	3	св	527	22,4	39,5	0,57	0,83	25,5	1,55	2,33	0,40	B5/I0	
25	12,04	3	св	446	12,5	23,2	0,54	0,75	21,8	1,06	1,50	0,53	B5/10	
26	22,04	B. 110м	св	433	10,7	21,3	0,50	0,60	34,8	0,61	1,00	0,53	B6/7	
27	09,05	B. 110м	св	428	9,26	21,5	0,43	0,60	34,5	0,62	0,87	0,60	B6/7	
28	19,05	B. 110м	св	419	8,21	19,0	0,43	0,58	34,2	0,56	0,88	0,89	B6/7	
29	29,05	B. 110м	св	442	11,2	27,5	0,41	0,68	36,1	0,76	1,10	0,53	B6/9	
30	07,06	B. 110м	тр	414	7,87	18,0	0,44	0,68	33,3	0,54	0,89	0,93	B6/7	
31	17,06	B. 110м	тр	408	6,55	16,7	0,39	0,57	33,0	0,51	0,80	0,98	B6/6	
32	27,06	B. 110м	тр	434	9,88	22,8	0,43	0,64	34,7	0,66	0,95	0,62	B6/8	
33	09,07	B. 110м	тр	420	6,75	18,9	0,36	0,52	34,0	0,56	0,89	0,80	B6/7	
34	19,07	B. 110м	тр	408	5,36	15,1	0,35	0,46	32,8	0,46	0,77	0,84	B6/6	
35	28,07	B. 110м	тр	408	6,18	15,9	0,39	0,52	32,8	0,48	0,76	0,84	B6/6	
36	07,08	B. 110м	тр	405	5,22	14,4	0,36	0,48	32,7	0,44	0,72	0,84	B6/6	

Продолжение таблицы А.1 – Измеренные расходы воды за 2008 год по р. Атмисс-с.Атмисс.

№ рас- хода	Дата изме- рения	№ створа	Состо- яние реки на участ- ке гидро- створа	Уровень воды (см) над нулем графика Гидроство- р	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек) сред- няя наиб- ольшая		Шири- на реки (м)	Глубина (м) сре- д наиб		Уклон водной повер- хности (‰)	Способ измере- ния расхода	Приме- - чание
1	2	В. 110м	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
37	17,08	В. 110м	тр	401	4,38	13,0	0,34	0,41	32,0	0,41	0,68	0,84	В6/6	
38	27,08	В. 110м	тр	393	3,81	11,0	0,35	0,45	31,6	0,35	0,64	0,80	В6/6	
39	04,09	В. 110м	тр	397	4,19	12,3	0,34	0,40	32,3	0,38	0,66	0,80	В6/6	
40	14,09	В. 110м	тр	426	7,82	20,8	0,38	0,53	35,0	0,59	0,91	0,71	В6/8	
41	24,09	В. 110м	тр	397	4,79	12,6	0,38	0,45	32,4	0,39	0,68	0,67	В6/6	
42	07,10	В. 110м	тр	407	6,35	14,9	0,43	0,51	32,9	0,45	0,71	0,89	В6/6	
43	17,10	В. 110м	св	420	9,05	17,9	0,51	0,56	34,3	0,52	0,78	0,80	В6/7	
44	27,10	В. 110м	св	405	5,91	14,3	0,41	0,50	32,9	0,43	0,70	0,98	В6/6	
45	09,11	В. 110м	св	406	6,53	14,7	0,44	0,57	32,4	0,45	0,74	0,84	В6/6	
46	19,11	В. 110м	св	431	9,50	23,4	0,41	0,53	34,6	0,68	0,99	0,63	В6/9	
47	29,11	В. 110м	св	437	10,6	25,7	0,41	0,57	35,4	0,73	1,06	0,62	В6/10	
48	05,12	В. 110м	св	417	7,44	18,7	0,40	0,49	34,3	0,54	0,85	0,80	В6/7	
49	15,12	В. 110м	св	399	6,20	13,2	0,47	0,52	30,7	0,43	0,66	1,1	В6/6	

Таблица А.2 – Измеренные расходы воды за 2008 год по р. Хопер – с.Пановка.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Примечание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10.01	в 286м	лдст	-32	1.88	11.4/5.95	0.32	0.60	18.6	0.61	0.81	0.49	B5/5	
2	20.01	в286м	лдст	-27	1.94	11.9/6.51	0.30	0.55	19.0	0.63	0.84	0.49	B5/5	
3	31.01	в 286м	лдст	-10	3.17	14.3/6.30	0.50	0.88	19.6	0.73	1.00	0.49	B6/6	
4	10.02	в 286м	лдст	-21	2.57	12.7/7.64	0.34	0.65	19.4	0.65	0.90	0.56	B5/5	
5	20.02	в 286м	лдст	-18	2.52	12.8/8.18	0.31	0.62	19.3	0.66	0.89	0.59	B5/5	
6	29.02	в 286м	нплдст	-7	3.44	14.8/11.2	0.31	0.72	19.7	0.75	1.00	0.56	B5/7	
7	03.03	4	заб	47	9.90	15.5	0.64	0.95	14.0	1.11	1.51	0.28	B4/8	
8	04.03	4	заб	150	21.9	32.2	0.68	1.22	18.5	1.74	2.56	0.24	B6/11	
9	09.03	4	заб	116	15.6	26.1	0.60	1.02	16.3	1.60	2.22	0.35	B6/10	
10	11.03	4	заб	72	11.5	19.8	0.58	1.04	14.5	1.37	1.84	0.42	B6/11	
11	12.03	4	заб	41	9.31	14.9	0.62	0.89	13.7	1.09	1.55	0.31	B6/10	
12	18.03	4	св	71	14.0	21.8	0.64	0.95	15.2	1.43	1.89	0.38	B6/10	
13	20.03	4	св	115	19.6	31.1	0.63	1.07	18.2	1.71	2.31	0.24	B6/10	
14	21.03	4	св	157	25.2	36.9	0.68	1.29	19.1	1.93	2.75	0.35	B6/12	
15	24.03	4	св	137	20.8	33.5	0.62	1.08	18.3	1.83	2.41	0.35	B6/12	
16	25.03	4	св	195	31.0	43.9	0.71	1.10	19.9	2.21	3.16	0.42	B6/12	
17	26.03	4	св	253	41.0	57.5	0.71	1.12	24.1	2.39	3.79	0.42	B8/14	

Продолжение таблицы А.2 – Измеренные расходы воды за 2008 год по р. Хопер – с.Пановка.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидроствора	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ³ /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Примечание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	27.03	4	св	300	53.5	102	0.52	1.15	80.1	1.27	4.27	0.42	B14/24	
19	28.03	4	св	316	62.8	115	0.55	1.20	80.4	1.43	4.31	0.45	B14/24	
20	29.03	4	св	269	47.5	63.1	0.75	1.12	24.9	2.53	3.83	0.45	B8/15	
21	30.03	4	св	174	28.0	40.4	0.69	1.12	19.8	2.04	2.89	0.42	B6/12	
22	31.03	4	св	101	16.0	26.1	0.61	1.02	16.4	1.59	2.27	0.35	B6/10	
23	01.04	4	св	61	11.5	19.1	0.60	0.99	15.1	1.26	1.71	0.35	B6/10	
24	04.04	4	св	30	8.53	13.8	0.62	1.06	14.5	0.95	1.42	0.35	B6/10	
25	10.04	в 286м	св	-4	6.13	16.9	0.36	0.84	19.3	0.88	1.22	0.31	B6/10	
26	20.04	в 286м	св	-11	4.77	16.0	0.30	0.85	19.1	0.84	1.12	0.35	B6/10	
27	30.04	в 286м	св	-8	5.82	16.0	0.36	0.79	19.2	0.83	1.07	0.35	B6/10	
28	10.05	в 286м	св	-30	3.48	12.0	0.29	0.88	18.8	0.64	0.86	0.56	B5/8	
29	20.05	в 286м	св	-36	3.39	10.8	0.31	0.60	18.7	0.58	0.79	0.56	B5/6	
30	31.05	в 286м	св	-44	2.57	8.86	0.29	0.56	17.9	0.49	0.72	0.63	B5/5	
31	10.06	в 286м	трндне	-47	2.20	8.36	0.26	0.54	17.8	0.47	0.69	0.66	B5/5	
32	20.06	в 286м	трндне	-52	2.23	8.48	0.26	0.40	17.2	0.49	0.70	0.70	B5/5	
33	29.06	в 286м	трндне	-31	3.63	13.0	0.28	0.71	19.2	0.68	1.01	0.56	B5/9	
34	10.07	в 286м	трндне	-44	2.24	10.5	0.21	0.56	18.6	0.56	0.85	0.66	B5/7	
35	20.07	в 286м	трндне	-48	1.74	10.1	0.17	0.45	18.4	0.55	0.86	0.73	B5/6	
36	23.07	в 286м	трндне	-48	2.10	10.2	0.21	0.48	19.6	0.52	0.87	0.73	B5/6	

Продолжение таблицы А.2 – Измеренные расходы воды за 2008 год по р. Хопер – с.Пановка.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Примечание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
37	10.08	в. 286м	трндне	-41	2.28	12.7	0.18	0.40	20.3	0.63	0.96	0.73	B5/7	
38	20.08	в. 286м	трндне	-51	2.26	10.3	0.22	0.45	19.3	0.53	0.87	0.66	B5/6	
39	31.08	в. 286м	трндне	-68	1.15	7.01	0.16	0.30	18.1	0.39	0.76	1.1	B5/6	
40	10.09	в. 286м	трндне	-56	1.90	9.71	0.20	0.34	19.3	0.50	0.83	0.84	B5/6	
41	20.09	в. 286м	трндне	-39	3.03	13.3	0.23	0.47	20.4	0.65	0.99	0.59	B5/7	
42	30.09	в. 286м	трндне	-48	2.46	10.8	0.23	0.45	19.3	0.56	0.88	0.56	B5/6	
43	10.10	в. 286м	трндне	-30	3.49	14.1	0.25	0.53	20.9	0.67	1.09	0.60	B5/8	
44	20.10	в. 286м	св	-28	3.80	14.9	0.26	0.55	20.9	0.71	1.12	0.59	B5/8	
45	30.10	в. 286м	св	-37	3.28	12.3	0.27	0.50	20.9	0.59	0.99	0.49	B5/6	
46	10.11	в. 286м	св	-37	3.59	12.2	0.29	0.59	20.7	0.59	1.01	0.45	B5/6	
47	20.11	в. 286м	св	-32	3.61	12.6	0.29	0.53	20.9	0.60	1.03	0.45	B5/6	
48	30.11	в. 286м	св	-30	4.14	12.9	0.32	0.74	21.1	0.61	1.02	0.45	B5/8	
49	10.12	в. 286м	св	-41	2.94	11.0	0.27	0.48	20.2	0.54	0.93	0.45	B5/6	
50	20.12	в. 286м	заб	-45	2.39	10.7/10.3	0.23	0.48	19.7	0.54	0.89	0.45	B5/6	
51	30.12	в. 286м	лдст	-42	2.10	11.0/7.76	0.27	0.52	19.1	0.58	0.95	0.21	B5/6	

Таблица А.3 – Уровень воды, см р. Атмисс – с. Атмисс за 2008 г.

Отметка нуля поста 136.15 мБС.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	435 I	469 Z	496 ZI	548^	423	423 T	428^T	409^T	397 T	414	405_	428
2	435 I	469 Z	506 ZI	529	422	420 T	428^T	408 T	399 T	408	405_	417
3	435 I	469 Z	522 ZI	524	420	418 T	427 T	407 T	399 T	404	406	415
4	429 I	468 Z	561 ZI	514	418	416 T	427 T	407 T	397 T	401_	407	414
5	427 I	464 Z	617) I	503	416	415 T	426 T	405 T	397 T	401_	407	417
6	426 I	462 Z	618)	495	413	417T	426 T	406 T	396 T	405	406	417
7	425 I	461 Z	606)	489	412_	414 T	425 T	405 T	396 T	407	407	419
8	425 I	460 Z	608)	479	416	413 T	423 T	405 T	396 T	406	406	416
9	424_ I	458 Z	583)	474	428	411 T	420 T	405 T	395 T	407	406	414
10	424_ I	457 Z	562)	465	432	411 T	415 T	404 T	399 T	408	407	414
11	424_ I	456 Z	509	457	437	410 T	416 T	404 T	400 T	413	408	415
12	424_ I	456 Z	501	446	427	408 T	417 T	404 T	410 T	417	407	414
13	425 I	454 Z	495_	441	420	410 T	419 T	404 T	418 T	420	407	407
14	427 I	454 Z	495_	439	418	410 T	418 T	404 T	426^T	422	407	403
15	431 I	453 Z	498	437	417	409 T	417 T	404 T	423 T	422	407	399_
16	433 I	452 Z	513	442	423	408 T	413 T	404 T	412 T	421	411	404 <
17	435 I	452 Z	550	445	422	408 T	411 T	401 T	409 T	420	416	408):
18	435 I	451 Z	557	442	421	408 T	408 T	400 T	406 T	420	422	416 <*
19	436 I	449_ZI	582	433	419	407_T	408 T	400 T	403 T	419	432	432 <*
20	437 I	449_ZI	623/	433	412	407_T	406_T	398 T	400 T	426	433	451 <*

Продолжение таблицы А.3 – Уровень воды, см р. Атмисс – с. Атмисс за 2008 г.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	437I	449_ZI	655/	436	412_	407_T	407 T	397 T	398 T	428	433	466 <Z
22	438I	450_ZI	657/	433	417	413 T	408 T	397 T	397 T	429^	433	468 <Z
23	443 Z	453 ZI	624/	429	442	424 T	408 T	397 T	397 T	423	440	470 <Z
24	448 Z	458 ZI	584	437	453	456^T	406 T	396 T	397 T	417	447	473 <Z
25	454 Z	460 ZI	634/	442	456	450 T	408 T	396 T	398 T	410	451^	476^<Z
26	456 Z	462 ZI	737/	447	457^	444 T	408 T	395 T	400 T	406	440	473 <Z
27	461 Z	464 ZI	819/	443	451	436 T	408 T	393_T	400 T	405	433	462 <Z
28	462 Z	477 ZI	826^/	437	442	430 T	409 T	393_T	406 T	405	435	443 <Z
29	464 Z	487^ZI	760/	431	442	430 T	411 T	393_T	411 T	406	437	428 <Z
30	467 Z		649	426_	444	429 T	410 T	393_T	413 T	406	429	422 <Z
31	469^Z		582		438		409 T	395 T		406		413 <Z
Среди.	438	459	598	460	428	419	415	401	403	413	420	429
Наиб.	469	490	845	553	457	456	428	409	426	429	451	476
Наим.	424	449	495	426	412	407	406	393	395	401	405	399

	Средний уровень	Высший				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
		уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	440	845	28.03		1	393	27.08	29.08	3				
1952- 2008		1067	15.04.1964		1	338	22.06	23.06.1966	2	369	12.11.1961		1

Таблица А.4 – Уровень воды, см р. Хопер – с. Пановка за 2008 г.

Отметка нуля поста 152.62 мБС.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-30 I	-10Z	-7 _Z	68^	-9^	-44 A	-29^A	-48 A	-68 _A	-48 _A	-37_	-30^
2	-30 I	-11 Z	-1)Z	46	-13	-44 A	-30 A	-47 A	-68 _A	-47 _A	-37_	-31^
3	-30 I	-13 Z	45)	37	-17	-45 A	-33 A	-46 A	-64 A	-46 A	-37_	-33
4	-31 I	-15 Z	154 X)	30	-20	-45 A	-38 A	-45 A	-61 A	-44 A	-36	-35
5	-31 I	-17 Z	209 <Z	25	-22	-46 A	-38 A	-45 A	-60 A	-41 A	-37_	-37
6	-31 I	-17 Z	211 <Z	23	-23	-46 A	-37 A	-43 A	-58 A	-39 A	-37_	-38
7	-32_I	-19 Z	188 <Z	14	-25	-47 A	-38 A	-42 A	-57 A	-37 A	-37_	-39
8	-32_I	-20 Z	169 <Z	9	-27	-47 A	-38 A	-41^A	-57 A	-34 A	-37_	-40
9	-32_I	-21_Z	122)	3	-28	-47 A	-39 A	-41^A	-56 A	-32 A	-37_	-41
10	-32_I	-21_Z	97)	-3	-30	-47 A	-44 A	-41^A	-56 A	-30 A	-37_	-41
11	-32_I	-21_Z	68)	-5	-30	-47 A	-44 A	-42^A	-56 A	-30 A	-37_	-41
12	-32_I	-21_Z	41)	-7	-31	-47 A	-44 A	-42 A	-54 A	-30 A	-37_	-42
13	-31 I	-21_Z	35	-10_	-33	-48 A	-45 A	-44 A	-51 A	-31 A	-36_	-43
14	-30 I	-20 Z	27	-11_	-34	-48 A	-46 A	-45 A	-49 A	-32 A	-35	-44
15	-30 I	-20 Z	20	-11_	-35	-50 A	-47 A	-47 A	-48 A	-33	-34	-44
16	-29 I	-20 I	25	-11_	-36	-51 A	-47 A	-47 A	-47 A	-35	-35	-45_
17	-29 I	-19 I	55	-11_	-36	-52_A	-47 A	-49 A	-43 A	-34	-35	-45_)
18	-28 IZ	-19 I	74	-11_	-36	-52_A	-48_A	-50 A	-40^A	-32	-34	-45_)
19	-28 Z	-18 I	91	-11_	-36	-52_A	-48_A	-51 A	-39^A	-30	-33	-45_)
20	-27 Z	-18 I	119	-11_	-36	-52_A	-48_A	-51 A	-39^A	-28^	-32	-45_)

Продолжение таблицы А.4 – Уровень воды, см р. Хопер – с. Пановка за 2008 г.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	27 Z	-18I	160	-11_	-37	-50 A	-47 A	-51 A	-39^A	-28^	-32	-45_)
22	25 Z	-17I	178	-11_	-39	-46 A	-47 A	-52 A	-41 A	-28^	-32	-45_)
23	23 Z	-16Z	170	-11_	-40	-44 A	-48 _A	-52 A	-42 A	-30	-32	-45_)
24	22 Z	-15 Z	146	-10	-41	-42 A	-48 _A	-54 A	-44 A	-31	-32	-44 Z
25	-19 Z	-13 Z	168	-10	-41	-38 A	-48 _A	-56 A	-45 A	-32	-31	-43 Z
26	-17 Z	-11ZI	248	-10	-41	-37 A	-48 _A	-57 A	-47 A	-34	-30^	-44 Z
27	-13 Z	-9 ZI	299	-9	-41	-35 A	-48 _A	-59 A	-47 A	-35	-30^	-42 Z
28	-10 Z	-8^ZI	315^	-9	-42	-32 A	-48 _A	-63 A	-48 A	-36	-30^	-42 Z
29	-10^ Z	-7^ZI	283	-8	-44_	-31 A	-48 _A	-67 _A	-48 A	-36	-30^	-42 Z
30	-10^Z		170	-8	-44_	-29^A	-48 _A	-68 _A	-48 A	-37	-30^	-42 Z
31	-10 Z		102		-44_		-48 _A	-68 _A		-37		-42 Z
Среди.	-26	-16	128	2	-33	-45	-44	-50	-51	-35	-34	-41
Наиб.	-9	-7	316	77	-8	-29	-29	-41	-39	-28	-30	-30
Наим.	-32	-21	-7	-11	-44	-52	-48	-68	-68	-48	-37	-45

	Средний уровень	Высший				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
		уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	-20	316	28.03		1	-68	29.08	02.09	4	-32	07.01	12.01	6
1936-2009	17	475	18.04.1948		1	-77	09.06	10.06.1972	2	-57	15.11.1957		1

Таблица А.5 – Уровень воды, куб. м/с, р. Атмисс – с. Атмисс за 2008 г.

W=319 млн.куб.м

M=4,36 л/с кв.км

H=138 мм

F=2310 кв.км

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	6.39	9.24	14.6_	27.3^	8.76	8.76	9.08^	6.09^	4.16_	7.68	6.60_	9.36^
2	6.28	9.09	16.4	24.1	8.64	8.40	8.80	5.92	4.31	6.98	6.60_	8.04
3	6.18	9.09	19.0	23.3	8.40	8.16	8.41	5.75	4.31	6.48	6.72	7.80
4	5.59	8.82	25.1	21.6	8.16	7.92	8.22	5.68	4.22	6.12_	6.84	7.68
5	5.36	8.52	35.0	19.8	7.92	7.80	7.84	5.35	4.22	6.12_	6.84	8.04
6	5.20	8.34	36.0	18.6	7.56	8.04	7.66	5.38	4.20	6.60	6.72	8.04
7	5.13	8.22	34.9	17.7	7.44_	7.68	7.47	5.21	4.20	6.84	6.84	8.28
8	5.13	8.16	35.8	16.3	7.92	7.56	7.18	5.15	4.26	6.72	6.72	7.92
9	5.06_	7.98	31.9	15.6	9.36	7.32	6.72	5.08	4.24	6.84	6.72	7.68
10	5.06_	7.92	28.8	14.3	9.86	7.32	6.16	4.92	4.60	6.96	6.84	7.68
11	5.06_	7.80	20.8	13.2	10.5	7.20	6.26	4.86	4.80	7.56	6.96	7.80
12	5.15	7.80	19.5	11.7	9.24	6.96	6.27	4.86	5.98	8.04	6.84	7.68
13	5.22	7.68	18.6	11.0	8.40	7.20	6.46	4.80	6.94	8.40	6.84	6.84
14	5.36	7.68	18.6	10.8	8.16	7.20	6.36	4.80	7.84^	8.64	6.84	6.36
15	5.74	7.43	19.0	10.5	8.04	7.08	6.27	4.73	7.53	8.64	6.84	5.90
16	5.89	7.25	21.4	11.2	8.76	6.96	5.82	4.73	6.40	8.52	7.32	6.48
17	6.18	7.25	27.6	11.6	8.64	6.96	5.64	4.41	6.09	8.40	7.92	6.82
18	6.28	7.13	28.8	11.2	8.52	6.96	5.36	4.32	5.71	8.40	8.64	6.68
19	6.45	7.02_	33.4	9.99	8.28	6.84_	5.36	4.32	5.41	8.28	9.86	6.54
20	6.51	7.26	37.3	9.99	7.44	6.84_	5.17_	4.18	5.10	9.12	9.99	6.40

Продолжение таблицы А.5 – Уровень воды, куб. м/с, р. Атмисс – с. Атмисс за 2008 г.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	6.62	7.38	38.7	10.4	7.44_	6.84_	5.40	4.10	4.87	9.36	9.99	6.19
22	6.68	7.56	39.6	9.99	8.04	7.56	5.64	4.10	4.79	9.48^	9.99	6.12
23	7.23	7.94	35.8	9.48	11.2	8.88	5.78	4.10	4.79	8.76	10.9	5.99
24	7.62	8.65	33.8	10.5	12.6	13.0^	5.78	4.03	4.79	8.04	11.8	5.85
25	8.19	9.11	39.8	11.2	13.0	12.2	6.19	4.03	4.99	7.20	12.3^	5.81
26	8.32	9.59	64.3	11.8	13.2^	11.4	6.19	3.96	5.28	6.72	10.9	5.66
27	8.77	10.1	84.2	11.3	12.3	10.4	6.19	3.82_	5.40	6.60	9.99	5.59
28	8.90	11.8	87.7^	10.5	11.2	9.60	6.30	3.82_	6.18	6.60	10.3	5.45
29	9.09	13.2^	64.5	9.73	11.2	9.60	6.44	3.82_	6.95	6.72	10.5	5.31
30	9.20		47.0	9.12_	11.4	9.48	6.34	3.82_	7.33	6.72	9.48	5.17
31	9.24^		33.4		10.6		6.26	3.96		6.72		5.10_
Декада												
1	5.54	8.54	27.7	19.9	8.40	7.90	7.75	5.45	4.27	6.73	6.74	8.05
2	5.78	7.43	24.5	11.1	8.60	7.02	5.90	4.60	6.18	8.40	7.80	6.75
3	8.17	9.48	51.7	10.4	11.1	9.90	6.05	3.96	5.54	7.54	10.6	5.66
Среди.	6.55	8.45	35.2	13.8	9.43	8.27	6.55	4.65	5.33	7.56	8.39	6.78
Наиб.	9.24	13.5	96.4	28.1	13.2	13.0	9.08	6.09	7.84	9.48	12.3	9.36
Наим.	5.06	7.02	14.6	9.12	7.44	6.84	5.17	3.82	4.16	6.12	6.60	5.10

	Средний уровень	Высший				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
		уровень	дата		число случаев	расход	дата		число случаев	расход	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	10.1	96.4	28.03		1	3.82	27.08	30.08	4	5.06	09.01	11.01	3
1961-2008	9.95	540	29.03.1961		1	нб	04.06	06.06.1973	3	0.85	16.03	17.03.1969	2

Таблица А.6 – Уровень воды, куб. м/с, р. Хопер – с. Пановка за 2008 г.

W=95,9 млн.куб.м

M=2,71 л/с кв.км

H=86 мм

F=1120 кв.км

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	2.18	3.17	3.67_	13.2^	5.55^	2.72	3.72^	1.90	1.15_	2.44_	3.22_	3.76^
2	2.14	3.11	5.16	10.8	5.20	2.72	3.57	1.96	1.15_	2.51_	3.22	3.68^
3	2.14	3.02	9.74	9.91	4.84	2.65	3.32	2.01	1.39	2.58	3.22	3.53
4	2.06	2.91	22.3	9.23	4.58	2.65	2.90	2.07	1.57	2.72	3.30	3.37
5	2.02	2.81	27.6	8.75	4.41	2.58	2.84	2.07	1.53	2.93	3.22	3.22
6	1.99	2.81	27.3	8.55	4.33	2.58	2.83	2.18	1.75	3.07	3.22	3.15
7	1.94	2.71	24.0	7.68	4.16	2.51	2.74	2.23	1.81	3.22	3.22	3.07
8	1.91	2.66	21.5	7.21	4.00	2.51	2.68	2.29^	1.81	3.45	3.22	3.00
9	1.87	2.57	16.1	6.66	3.92	2.51	2.58	2.29^	1.88	3.60	3.22	2.93
10	1.87	2.57	13.8	6.10	3.76	2.51	2.23	2.29^	1.88	3.76	3.22	2.93
11	1.87	2.57	11.2	5.92	3.76	2.51	2.23	2.23	1.88	3.76	3.22	2.93
12	1.84_	2.52	9.27	5.74	3.68	2.51	2.20	2.26	2.02	3.76	3.22	2.86
13	1.88	2.52	9.72	5.46_	3.53	2.44	2.15	2.18	2.23	3.68	3.30_	2.79
14	1.88	2.52	8.94	5.37_	3.45	2.44	2.06	2.17	2.37	3.60	3.37	2.72
15	1.88	2.47_	8.26	5.37_	3.37	2.30	2.01	2.11	2.44	3.53	3.45	2.72
16	1.92	2.47_	8.75	5.37_	3.30	2.23	1.98	2.21	2.51	3.37	3.37	2.65
17	1.88	2.48	11.7	5.37_	3.30	2.16_	1.98	2.16	2.79	3.45	3.37	2.57
18	1.92	2.48	13.9	5.37_	3.30	2.16_	1.93	2.16	3.00^	3.60	3.45	2.52
19	1.92	2.52	15.9	5.37_	3.30	2.16_	1.93	2.16	3.07^	3.76	3.53	2.44
20	1.96	2.52	19.6	5.37_	3.30	2.16_	1.93	2.23	3.07^	3.92^	3.60	2.39

Продолжение таблицы А.6 – Уровень воды, куб. м/с, р. Хопер – с. Пановка за 2008 г.

Число	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
21	2.00	2.52	25.1	5.37_	3.22	2.30	1.98	2.23	3.07^	3.92^	3.60	2.33	
22	2.08	2.61	27.7	5.37_	3.07	2.58	1.98	2.16	2.93	3.92^	3.60	2.28	
23	2.21	2.66	26.6	5.37_	3.00	2.72	1.93	2.16	2.86	3.76	3.60	2.23	
24	2.34	2.76	23.2	5.46	2.93	2.86	1.93	2.02	2.72	3.68	3.60	2.23	
25	2.52	2.91	26.3	5.46	2.93	3.15	1.93	1.88	2.65	3.60	3.68	2.20	
26	2.71	3.06	40.7	5.46	2.93	3.22	1.93	1.81	2.51	3.45	3.76^	2.09_	
27	2.96	3.22	55.1	5.55	2.93	3.37	1.93	1.69	2.51	3.37	3.76^	2.17	
28	3.17	3.33	61.0^	5.55	2.86	3.60	1.93	1.45	2.44	3.30	3.76^	2.12	
29	3.17^	3.44^	50.1	5.64	2.72_	3.68	1.93	1.21_	2.44	3.30	3.76^	2.12	
30	3.17^		26.6	5.64	2.72_	3.76^	1.90_	1.15_	2.44	3.22	3.76^	2.09	
31	3.17		17.3		2.72_		1.90_	1.15_		3.22		2.09_	
Декада													
1	2.01	2.83	17.1	8.81	4.47	2.59	2.94	2.13	1.59	3.03	3.23	3.26	
2	1.90	2.51	11.7	5.47	3.43	2.31	2.04	2.19	2.54	3.64	3.39	2.66	
3	2.68	2.95	34.5	5.49	2.91	3.12	1.93	1.72	2.66	3.52	3.69	2.18	
Среди.	2.21	2.76	21.6	6.59	3.58	2.67	2.29	2.00	2.26	3.40	3.43	2.68	
Наиб.	3.22	3.44	61.3	14.2	5.64	3.76	3.72	2.29	3.07	3.92	3.76	3.76	
Наим.	1.84	2.47	3.67	5.37	2.72	2.16	1.90	1.15	1.15	2.44	3.22	2.09	
	Средний уровень	Высший				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
		уровень	дата		число случаев	расход	дата		уровень последн.	дата	Число случаев		первая
			первая	последн.			первая	первая			первая	последн.	
Год	4.62	61.3	28.03		1	1.15	29.08	02.09	5	1.84	12.01		1
1937-	4.30	(880)	18.04.48		1	нб	24.05	25.05.81	2	0.17	25.10	08.11.37	2
2009						нб	26.05	06.06.84	12	0.17	31.12.59		1

Таблица А.7 – Измеренные расходы воды за 2009 год по посту р. Атмисс – с. Атмисс.

№ расхода	Дата измерения	№ створа	Состояние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Ширина реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверхности (‰)	Способ измерения расхода	Примечание
				Гидроствор			средняя	наибольшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10.01	3	лдет	409	4.08	14.1/10.2	0.40	0.58	19.4	0.72	1.10	0.80	B5/6	
2	20.01	3	лдет	423	5.12	17.0/13.6	0.38	0.50	19.4	0.88	1.24	0.44	B5/8	
3	30.01	3	лдет	421	5.13	16.6/13.4	0.38	0.54	19.4	0.86	1.20	0.53	B5/8	
4	09.02	3	нплдет	420	3.33	16.7/13.8	0.24	0.34	19.4	0.86	1.28	0.58	B5/8	
5	19.02	3	нплдет	420	5.62	17.1/14.7	0.38	0.52	19.4	0.88	1.30	0.58	B4/7	
6	28.03	3	нплдет	418	5.46	16.3/13.2	0.41	0.57	19.4	0.84	1.25	0.44	B4/6	
7	04.03	3	нплдет	421	5.29	16.7/13.2	0.40	0.55	19.3	0.87	1.30	0.84	B4/7	
8	14.03	3	нплдет	439	7.68	20.3/18.0	0.43	0.58	20.0	1.02	1.49	0.58	B3/6	
9	28.03	3	СВ	485	15.6	28.7	0.54	0.80	23.2	1.24	1.80	0.55	B4/18	
10	30.03	3	СВ	555	28.4	46.9	0.61	0.96	28.8	1.63	2.50	0.44	B5/10	
11	30.03	3	СВ	680	58.3	87.1	0.67	0.89	35.5	2.45	3.90	0.42	B6/12	
12	31.03	3	искур	764	65.6	206	0.32	0.77	107	1.93	4.78	0.22	B7/14	
13	31.03	3	искур	804	79.9	250	0.32	0.80	110	2.27	5.2	0.18	B7/14	
14	01.04	3	искур	876	101	332	0.30	0.66	118	2.81	5.9	0.18	B7/14	
15	02.04	3	искур	902	116	36.5	0.32	0.63	120	3.04	6.2	0.18	B7/17	
16	03.04	3	искур	854	104	306	0.34	0.71	116	2.64	5.77	0.18	B7/14	
17	04.04	3	искур	764	74.0	208	0.36	0.78	107	1.94	4.81	0.27	B8/16	

Продолжение таблицы А.7 – Измеренные расходы воды за 2009 год по посту р. Атмисс – с. Атмисс.

№ рас- хода	Дата изме- рения	№ створа	Состояние реки на участке гидро- створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири- на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной повер- хности (‰)	Способ измере- ния расхода	Приме- чание
				Гидроствор			сред- няя	наибо- льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	04.04	3	искур	723	60.6	170	0.36	0.81	102	1.67	4.41	0.31	B9/18	
19	05.04	3	св	655	47.2	74.4	0.61	0.85	32.0	2.33	3.70	0.44	B5/10	
20	05.04	3	св	625	39.7	65.3	0.61	0.88	30.0	2.18	3.36	0.53	B5/10	
21	06.04	3	св	596	34.4	58.2	0.59	0.87	28.5	2.04	3.11	0.49	B5/10	
22	07.04	3	св	557	28.7	48.3	0.59	0.83	27.4	1.76	2.70	0.49	B5/10	
23	10.04	3	св	483	16.1	28.9	0.56	0.84	23.5	1.23	1.87	0.53	B5/10	
24	19.04	3	св	451	12.7	23.4	0.54	0.78	22.0	1.06	1.54	0.62	B5/10	
25	25.04	В. 110м	св	427	10.6	23.7	0.45	0.72	36.6	0.65	0.97	0.67	B5/10	
26	09.05	В. 110м	св	407	8.04	15.6	0.52	0.66	32.9	0.47	0.68	0.80	B6/6	
27	19.05	В. 110м	св	394	6.03	13.2	0.46	0.65	31.9	0.41	0.59	0.93	B6/6	
28	29.05	В. 110м	св	401	7.25	14.0	0.52	0.66	32.2	0.43	0.65	0.71	B6/6	
29	09.06	В. 110м	св	388	3.90	11.9	0.33	0.46	31.0	0.38	0.60	1.1	B6/6	
30	19.06	В. 110м	св	388	4.00	11.7	0.34	0.54	31.0	0.38	0.63	1.1	B6/6	
31	29.06	В. 110м	св	386	3.30	11.3	0.29	0.48	30.4	0.37	0.59	1.1	B6/6	
32	09.07	В. 110м	св	388	3.52	11.6	0.30	0.38	31.0	0.37	0.63	1.1	B6/6	
33	19.07	В. 110м	св	389	3.40	12.1	0.28	0.33	31.4	0.39	0.64	1.1	B6/6	
34	29.07	В. 110м	св	390	3.73	11.9	0.31	0.39	31.6	0.38	0.65	0.93	B6/6	
35	05.08	В. 110м	св	388	4.27	11.4	0.37	0.53	31.2	0.37	0.65	0.93	B6/6	

Продолжение таблицы А.7 – Измеренные расходы воды за 2009 год по посту р. Атмисс – с. Атмисс.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м2)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Приме-чание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
36	21.08	В. 110м	св	394	3.78	12.2	0.31	0.41	32.1	0.38	0.66	0.93	В6/6	
37	29.08	В. 110м	св	401	4.71	14.3	0.33	0.46	32.8	0.44	0.72	0.93	В6/6	
38	09.09	В. 110м	св	396	5.14	14.5	0.35	0.46	32.6	0.44	0.72	0.76	В6/6	
39	20.09	В. 110м	св	391	4.98	13.8	0.36	0.47	32.4	0.43	0.71	0.62	В6/8	
40	30.09	В. 110м	св	388	4.05	12.6	0.32	0.40	31.3	0.40	0.69	0.98	В6/6	
41	07.10	В. 110м	св	388	4.60	11.4	0.40	0.49	30.5	0.37	0.62	0.89	В6/6	
42	17.10	В. 110м	св	392	4.94	12.2	0.40	0.52	31.4	0.39	0.68	1.0	В6/6	
43	27.10	В. 110м	св	410	7.59	17.8	0.43	0.56	33.4	0.53	0.82	0.97	В6/7	
44	06.11	В. 110м	заб	411	6.30	17.0	0.37	0.47	33.3	0.51	0.82	0.80	В6/7	
45	16.11	В. 110м	св	402	6.09	15.0	0.41	0.57	32.9	0.46	0.75	0.89	В6/6	
46	26.11	В. 110м	св	421	8.84	21.0	0.42	0.57	35.5	0.59	0.94	0.89	В6/8	
47	07.12	В. 110м	заб	405	6.80	15.9	0.43	0.55	33.2	0.48	0.78	0.80	В6/6	
48	19.12	3	лдст	408	3.75	13.9/9.16	0.41	0.67	18.7	0.74	1.09	0.98	В5/7	
49	30.12	3	нплдст	420	5.87	17.7/14.1	0.42	0.61	19.5	0.91	1.25	0.98	В5/7	

Таблица А. 8 – Измеренные расходы воды за 2009 год по посту р. Хопер – с. Пановка.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверхности (‰)	Способ изме-рения расхода	Приме-чание
				Гидроствор			средняя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	10.01	в 286м	лдст	-41	1.55	10.1/6.24	0.25	0.47	17.8	0.57	0.75	0.24	B5/5	
2	20.01	в 286м	лдст	-34	1.81	11.2/6.86	0.26	0.50	17.4	0.64	0.84	0.17	B5/5	
3	31.01	в 286м	лдст	-37	1.85	11.3/7.01	0.26	0.49	17.4	0.65	0.91	0.21	B5/5	
4	10.02	в 286м	лдст	-33	2.11	113/7.05	0.30	0.59	17.8	0.63	0.87	0.42	B5/5	
5	18.02	в 286м	лдст	-35	2.57	12.2/6.98	0.37	0.52	19.8	0.62	0.94	0.42	B5/5	
6	27.02	в 286м	нплдст	-37	2.47	11.8/6.94	0.36	0.58	19.1	0.62	0.93	0.42	B5/5	
7	10.03	в 286м	лдст	-30	2.58	12.0/6.99	0.37	0.62	19.9	0.60	0.91	0.42	B5/5	
8	20.03	4	лдст	-33	2.33	11.5/7.27	0.32	0.52	19.0	0.61	0.88	0.38	B5/5	
9	30.03	4	нплдст	5	6.32	12.6	0.50	0.85	13.4	0.94	1.45	0.45	B4/7	
10	31.03	4	заб	114	17.4	28.9	0.60	1.01	16.7	1.73	2.49	0.45	B6/10	
11	31.03	4	лдж	163	23.1	39.1	0.59	0.90	19.1	2.05	2.98	0.38	B6/12	
12	31.03	4	лдж	202	30.8	46.1	0.67	1.11	20.5	2.25	3.35	0.42	B7/13	
13	01.04	4	искур	311	54.8	116	0.47	0.99	80.2	1.45	4.48	0.35	B15/25	
14	02.04	4	искур	344	65.5	137	0.48	0.98	81.2	1.69	4.76	0.35	B16/29	
15	03.04	4	искур	352	66.0	144	0.46	0.95	81.6	1.76	4.87	0.35	B15/29	
16	04.04	4	искур	307	51.0	116	0.44	1.08	80.2	1.45	4.36	0.21	B14/24	
17	04.04	4	искур	259	38.9	61.5	0.63	1.04	24.3	2.53	3.81	0.24	B8/15	

Продолжение таблицы А. 8 – Измеренные расходы воды за 2009 год по посту р. Хопер – с. Пановка.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состояние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири-на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Приме-чание
				Гидроствор			средняя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
18	05.04	4	св	183	27.8	43.8	0.63	1.02	21.0	2.09	3.04	0.28	B6/12	
19	05.04	4	св	147	22.8	37.0	0.62	0.97	19.7	1.88	2.73	0.31	B6/12	
20	06.04	4	св	110	19.5	26.8	0.73	1.11	16.8	1.60	2.29	0.35	B6/10	
21	07.04	4	св	77	13.7	21.6	0.63	1.02	15.5	1.39	2.01	0.45	B5/9	
22	09.04	4	св	47	10.0	17.2	0.58	1.00	14.7	1.17	1.68	0.45	B5/9	
23	12.04	4	св	11	8.31	12.4	0.67	1.10	13.3	0.93	1.33	0.63	B4/8	
24	20.04	в 286м	св	-5	5.35	14.4	0.37	0.84	19.0	0.76	1.04	0.59	B6/10	
25	30.04	в 286м	св	-24	5.15	11.6	0.44	0.84	18.6	0.62	0.90	0.52	B6/10	
26	10.05	в 286м	св	-42	3.74	10.1	0.37	0.64	20.6	0.49	0.72	0.56	B5/5	
27	20.05	в 286м	св	-50	2.54	8.66	0.29	0.51	19.4	0.45	0.66	0.53	B5/5	
28	30.05	в 286м	св	-32	4.53	12.6	0.36	0.77	20.8	0.61	0.85	0.59	B5/8	
29	10.06	в 286м	трндне	-49	2.42	8.67	0.28	0.51	19.1	0.45	0.65	0.42	B5/5	
30	20.06	в 286м	трндне	-56	1.44	8.30	0.17	0.52	19.3	0.43	0.66	0.70	B5/5	
31	24.06	в 286м	трндне	-57	1.29	8.25	0.16	0.48	19.2	0.43	0.63	0.35	B7/7	
32	30.06	в 286м	трндне	-55	1.33	8.52	0.16	0.52	19.3	0.44	0.66	0.70	B6/6	
33	10.07	в 286м	трндне	-55	1.36	8.59	0.16	0.55	19.6	0.44	0.67	0.70	B6/6	
34	20.07	в 286м	трндне	-60	1.14	8.13	0.14	0.45	19.2	0.42	0.63	0.77	B6/6	
35	31.07	в 286м	трндне	-62	1.10	7.95	0.14	0.47	19.1	0.42	0.61	0.77	B6/6	
36	10.08	в 286м	трндне	-64	0.93	7.66	0.12	0.69	18.5	0.41	0.6	0.77	B6/6	

Продолжение таблицы А. 8 – Измеренные расходы воды за 2009 год по посту р. Хопер – с. Пановка.

№ рас-хода	Дата изме-рения	№ створа	Состоя ние реки на участке гидро-створа	Уровень воды (см) над нулем графика	Расход воды (м ² /с)	Площадь водного сечения (м ²)	Скорость течения (м/сек)		Шири - на реки (м)	Глубина (м)		Уклон водной поверх-ности (‰)	Способ изме-рения расхода	Приме - чание
				Гидроствор			сред-няя	наибо-льшая		сред	наиб			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
37	20.08	в 286м	трндне	-67	0.94	7.12	0.13	0.40	18.2	0.39	0.57	0.80	B6/6	
38	30.08	в 286м	трндне	-49	2.25	10.2	0.22	0.44	20.2	0.50	0.72	0.70	B5/5	
39	10.09	в 286м	трндне	-64	1.21	7.36	0.16	0.39	18.3	0.40	0.56	0.70	B6/6	
40	20.09	в 286м	трндне	-64	1.24	7.38	0.17	0.52	17.9	0.41	0.60	0.63	B5/5	
41	30.09	в 286м	трндне	-63	1.27	7.54	0.17	0.43	18.3	0.41	0.63	0.63	B5/5	
42	10.10	в 286м	трндне	-61	1.42	7.62	0.19	0.50	18.0	0.42	0.61	0.66	B5/5	
43	20.10	в 286м	трндне	-58	1.94	8.08	0.24	0.47	18.7	0.43	0.66	0.59	B5/5	
44	30.10	в 286м	трндне	-52	2.21	8.49	0.26	0.52	19.0	0.45	0.64	0.56	B5/5	
45	10.11	в 286м	заб	-57	1.96	8.55	0.23	0.51	18.9	0.45	0.71	0.56	B5/5	
46	20.11	в 286м	св	-55	2.11	8.64	0.24	0.46	19.2	0.45	0.70	0.56	B5/5	
47	30.11	в 286м	св	-52	2.05	9.09	0.23	0.57	19.0	0.48	0.72	0.56	B5/5	
48	10.12	в 286м	лдст	-35	2.15	11.0/8.82	0.24	0.52	19.1	0.58	0.81	0.45	B5/5	
49	20.12	в 286м	лдст	-51	1.49	9.03/6.29	0.24	0.59	18.4	0.49	0.70	0.52	B5/5	
50	30.12	в 286м	лдст	-35	2.38	11.3/8.29	0.29	0.62	19.1	0.59	0.81	0.42	B5/5	

Таблица А.9 – Уровень воды, см р. Атмисс – с. Атмисс за 2009 г.

Отметка нуля поста 136.15 мБС.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	409_I	421 Z	421 Z	885	429^	394^	386 _T	391 T	400^T	388 _T	403_	408
2	409_I	419 Z	425 Z	900^	423	394^	386 _T	389 T	400^T	389 _T	402_	407
3	409_I	419 Z	426 Z	861	421	393	386 _T	388 T	400^T	388 _T	402_	404
4	409_I	421 Z	421 Z	750	415	393	387 T	388_T	400^T	388_T	402_)	404
5	409_I	422AZ	420 Z	649	413	392 T	388 T	388_T	399 T	388_T	402_)	402_
6	409_I	422AZ	418 Z	588	412	392 T	388 T	388 T	399 T	388_T	411 <*	402_)
7	409_I	421 Z	418 Z	548	409	390 T	390^T	390 T	399 T	388 _T	408 <*	407*)
8	409_I	421 Z	417_Z	520	408	389 T	390^T	390 T	399 T	388 _T	404)	425 III)
9	409_I	421 Z	417_Z	503	407	388 T	388 T	389 T	396 T	390 T	402_)	441 *)
10	409_I	420 Z	421 Z	482	406	388 T	388 T	390 T	396 T	390 T	403)	445^*)
11	409_I	420 Z	426 Z	457	405	388 T	388 T	392 T	396 T	390	403)	440 Z
12	409_I	420 Z	435 Z	453	403	388 T	388 T	392 T	392 T	390	403)	436 Z
13	409_I	421 Z	437 Z	450	401	388 T	386_T	391 T	389 T	392	403	428 Z
14	409_I	421 Z	439 Z	446	400	387 T	386_T	391 T	389 T	392	403	428 Z
15	409_I	421 Z	437 Z	446	397	386 _T	386 _T	391 T	389 T	392	402_	428 Z
16	411 I	422AZ	434 Z	448	395	386 _T	386_T	391 T	387_T	392	402_	428 Z
17	415 I	422AZ	432 Z	453	397	386 _T	386 _T	391 T	387_T	392	402_	423 I
18	418 I	420 Z	431 Z	455	395	387 _T	386 _T	391 T	387 _T	392	402_	414 I
19	421 I	420 Z	431 Z	452	394_	388 T	389 T	391 T	387_T	392	403	408 I
20	423 I	420 Z	432 Z	450	394_	388 T	389 T	391 T	394 T	393	404	408 I

Продолжение таблицы А.9 – Уровень воды, см р. Атмисс – с. Атмисс за 2009 г.

Число	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
21	423 I	420 Z	432)	444	394_	387 T	388 T	394 T	394 T	393	404	408 I	
22	423 I	420 Z	432)	438	394_	387 T	389 T	404 T	391 T	393	404	407 I	
23	423 I	420 Z	432)	428	394_	388 T	389 T	405^T	389 T	393	407	406 I	
24	423 I	420 Z	432)	428	394_	388 T	387 T	401 T	390 T	395	414	406 I	
25	425 I	420 Z	431)	427	395	388 T	386_T	402 T	389 T	401	421^	409 Z	
26	425 I	420 Z	438	426	400	389 T	386_T	402 T	388 T	420^	421^	411 Z	
27	426^I	418_Z	462	422	402	390 T	386_T	401 T	388 T	412	416	413Z	
28	423 I	418_Z	488	420	404	390 T	389 T	401 T	388 T	405	415	415Z	
29	423 I		517	419	402	386_T	390^T	401 T	388 T	402	413	417Z	
30	421 I		620	418_	399	386 T_	390^T	401 T	388 T	403	412	420 Z	
31	421 I		771^/		395		390^T	401 T		402		424 Z	
Среди.	415	420	451	516	403	389	388	394	393	394	406	417	
Наиб.	426	422	814	902	429	394	390	405	400	423	421	445	
Наим.	409	418	417	417	394	386	386	388	387	388	402	402	
	Средний уровень	Высший				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
		уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	416	902	02.04		1	386	15.06	27.07	18	404	16.12.2008		1
1952- 2009		1067	15.04.1964		1	338	22.06	23.06.1966	2	369	12.11.1961		1

Таблица А.10 – Уровень воды, см р. Хопер – с. Пановка за 2009 г.

Отметка нуля по та 152.62 мБС.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<u>-42</u> Z	-37 Z	<u>-38</u> Z	305	<u>-24</u> ^	<u>-32</u> ^	<u>-55</u> ^A	-62 A	-49^A	<u>-63</u> A	<u>-52</u> ^	<u>-52</u>
2	<u>-42</u> I	-37 Z	<u>-38</u> Z	343	-25	<u>-33</u> ^	<u>-55</u> ^A	-62 A	-50^A	<u>-63</u> A	<u>-52</u> ^	<u>-52</u>
3	<u>-42</u> I	-37 Z	-37 Z	<u>350</u> ^	-27	-35 A	<u>-55</u> ^A	-62 A	-52 A	<u>-63</u> A	<u>-53</u> ^	-48
4	<u>-42</u> I	-37 Z	-34 Z	296	-31	-38 A	<u>-55</u> ^A	-63 A	-54 A	<u>-63</u> A	-53	-45
5	<u>-42</u> I	-36 Z	-31 Z	173	-32	-39 A	<u>-55</u> ^A	-63 A	-55 A	<u>-63</u> A	-55)	-40
6	<u>-42</u> I	-36 Z	-31 Z	108	-34	-40 A	<u>-55</u> ^A	-63 A	-57 A	<u>-63</u> A	-55)	-40
7	<u>-42</u> I	-36 Z	-31 Z	79	-37	-42 A	<u>-55</u> ^A	-64 A	-59 A	<u>-63</u> A	-56)	-38)
8	<u>-42</u> Z	<u>-34</u> ^Z	-30 Z	59	-38	-45 A	<u>-55</u> ^A	-64 A	-61 A	<u>-63</u> A	<u>-57</u>)	-38 Z
9	-41 Z	<u>-33</u> ^Z	-30 Z	45	-41	-47 A	<u>-55</u> ^A	-64 A	<u>-64</u> A	<u>-63</u> A	<u>-57</u>)	-36^Z
10	-41 Z	<u>-33</u> ^Z	-30 Z	32	-42	-49 A	<u>-55</u> ^A	-64 A	<u>-64</u> A	-61 A	<u>-57</u>)	-35^Z
11	-40 Z	<u>-33</u> ^Z	-29 Z	23	-42	-50 A	<u>-55</u> ^A	-64 A	<u>-64</u> A	-61 A	<u>-57</u>)	-35^Z
12	-38 Z	<u>-33</u> ^Z	-27 Z	11	-42	-51 A	<u>-57</u> ^A	-64 A	<u>-64</u> A	-61 A	<u>-57</u>)	-37 Z
13	-37 Z	<u>-33</u> ^Z	-28 Z	5	-43	-51 A	-58 A	-64 A	<u>-64</u> A	-60 A	<u>-57</u>)	-41 Z
14	-37 Z	<u>-33</u> ^Z	-30 Z	1	-43	-53 A	-58 A	-64 A	<u>-64</u> A	-58 A	<u>-57</u>	-45 Z
15	-35 Z	<u>-33</u> ^Z	-30 Z	-1	-44	-54 A	-59 A	-64 A	<u>-64</u> A	-58 A	-56	-49 I
16	-35 Z	-34 Z	-31 Z	-1	-45	-55 A	-59 A	-66 A	<u>-64</u> A	-58 A	-56	-49 I
17	-34 Z	-34 Z	-33 Z	-1	-47	-55 A	-60 A	-66 A	<u>-64</u> A	-58 A	-55	-50 I
18	-34 Z	-35 Z	-32 Z	-2	-48	-56 A	-60 A	-66 A	<u>-64</u> A	-58 A	-55	-50 I
19	-34 Z	-35 Z	-32 Z	-4	<u>-50</u>	-56 A	-60 A	-66 A	<u>-64</u> A	-58 A	-55	-51 I
20	-34 Z	-36 Z	-33 Z	-5	<u>-50</u>	-56 A	-60 A	<u>-67</u> A	<u>-64</u> A	-58 A	-55	-511

Продолжение таблицы А.10 – Уровень воды, см р. Хопер – с. Пановка за 2009 г.

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
21	<u>-34^Z</u>	-36 Z	-34 Z	-6	<u>-49</u>	-56 A	-60 A	<u>-67 A</u>	<u>-64 A</u>	-58 A	-55	-51 I
22	<u>-33^Z</u>	-37 Z	-34 Z	-10	-47	-56 A	-60 A	<u>-66 A</u>	<u>-64 A</u>	-57 A	-55	-50 Z
23	<u>-34^Z</u>	-37 Z	-34 Z	-13	-44	-56 A	-60 A	-63 A	<u>-64 A</u>	-56 A	-56	-48 Z
24	-34 Z	-37 Z	-34 Z	-18	-42	<u>-57 A</u>	-61 A	-61 A	<u>-64 A</u>	-56 A	-55	-47 Z
25	-34 Z	-37 Z	-32 Z	-21	-37	-56 A	-61 A	-58 A	<u>-64 A</u>	-56 A	-54	-45 Z
26	-35 Z	-36 Z	-28 Z	-22	-36	-55 A	<u>-62 A</u>	-56 A	<u>-64 A</u>	-53 A	<u>-52^</u>	-44 Z
27	-36 Z	-37 Z	-29 Z	<u>-24</u>	-35	-55 A	<u>-62 A</u>	-53 A	-63 A	-52^A	<u>-52^</u>	-36 Z
28	-36 Z	<u>-38 Z</u>	-28 Z	<u>-24</u>	-34	-55 A	<u>-62 A</u>	<u>-51^A</u>	-63 A	-52^A	<u>-52^</u>	<u>-36^Z</u>
29	-37 Z		-20)	<u>-24</u>	-33	-55 A	<u>-62 A</u>	<u>-49^A</u>	-63 A	-52^A	<u>-52^</u>	<u>-35^Z</u>
30	-37 Z		4)	<u>-24</u>	-32	-55 A	<u>-62 A</u>	<u>-49^A</u>	-63 A	-52^A	<u>-52^</u>	<u>-35^Z</u>
31	-37 Z		<u>129^J</u>		-32		<u>-62 A</u>	<u>-49^A</u>		-52^A		<u>-35^Z</u>
Среди.	-38	-35	-25	54	-39	-50	-58	-61	-61	-58	-55	-43
Наиб.	-33	-33	208	352	-24	-32	-55	-49	-49	-52	-52	-35
Наим.	-42	-38	-38	-24	-50	-57	-62	-67	-64	-63	-57	-52

	Средний уровень	Высший				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
		уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев	уровень	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	-39	352	03.04		1	-67	20.08	22.08	3	-45	17.12.	23.12.	7
1936-											2008	2008	
2009	17	475	18.04.1948		1	-77	09.06	10.06.1972	2	-57	15.11.1957		1

Таблица А.11 – Уровень воды, куб. м/с, р. Атмисс – с. Атмисс за 2009 г.

W=235 млн.куб.м

M=3,22 л/с кв.км

H=102 мм

F=2310 кв.км

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4.96	5.11	5.54	101	10.3^	6.44^	3.53	4.09	4.83	4.41_	6.91	7.50^
2	4.81	4.97_	5.58	115	9.63	6.44^	3.53	4.07	4.90	4.54	6.81	7.40
3	4.74	4.97_	5.65	108^	9.41	6.33	3.47	4.12	4.97	4.47	6.81	7.09
4	4.60	5.11	5.28	69.3	8.75	6.33	3.53	4.18	5.11	4.52	6.81	7.09
5	4.46	5.18	5.21	47.0	8.53	5.91	3.60	4.29	5.10	4.52	6.73	6.88
6	4.32	5.18	5.06_	35.7	8.42	5.41	3.60	4.44	5.17	4.58	6.32	6.88
7	4.25	5.11	5.14	28.1	8.02	4.86	3.72	4.38	5.24	4.58	6.06	6.88
8	4.18	5.11	5.15	22.6	7.98	4.37	3.66	4.31	5.31^	4.58	5.73	6.91
9	4.18	5.11	5.23	19.8	7.87	3.89	3.54	4.25	5.13	4.74	5.64_	6.76
10	4.11_	5.12	5.71	16.7	7.76	3.83	3.48	4.26	5.13	4.74	5.80	6.71
11	4.11_	5.12	6.29	13.6	7.65	3.83	3.48	4.29	5.13	4.74	5.87	6.41
12	4.11_	5.21	7.21	13.2	7.43	3.77	3.42	4.23	4.79	4.74	5.94	6.04
13	4.11_	5.37	7.46	12.8	7.21	3.77	3.30	4.03	4.54	4.91	6.02	5.51
14	4.11_	5.45	7.67	12.3	7.10	3.71	3.30	3.91	4.54	4.91	6.02	5.04
15	4.11_	5.54	7.46	12.3	6.77	3.64	3.30	3.85	4.54	4.91	6.00	3.96
16	4.25	5.62	7.17	12.6	6.55	3.64	3.25_	3.73	4.39	4.91	6.08	6.86
17	4.52	5.70^	7.00	13.2	6.77	3.64	3.25_	3.60_	4.39	4.91	6.15	3.70
18	4.73	5.54	6.91	13.4	6.55	3.65	3.25_	3.60_	4.33_	4.91	6.30	3.75
19	4.94	5.63	6.91	13.0	6.44_	3.71	3.42	3.60_	4.33_	4.91	6.46	3.75
20	5.08	5.63	7.10	12.8	6.44_	3.71	3.42	3.60_	4.89	5.06	6.64	3.83

Продолжение таблицы А.11 – Уровень воды, куб. м/с, р. Атмисс – с. Атмисс за 2009 г.

Число	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
21	5.08	5.63	7.20	12.1	6.44_	3.65	3.36	3.80	4.89	5.13	6.71	3.91	
22	5.17	5.63	7.20	11.4	6.44_	3.65	3.42	4.45	4.64	5.32	6.86	4.01	
23	5.17	5.63	7.30	10.2	6.44_	3.71	3.48	4.59	4.48	5.44	7.16	4.11	
24	5.26	5.63	7.59	10.2	6.44_	3.71	3.36	4.40	4.56	5.85	8.04	4.27	
25	5.40	5.63	8.76	10.1	6.55	3.65	3.36	4.54	4.48	6.63	8.85^	4.61	
26	5.40	5.63	11.4	9.96	7.10	3.72	3.42	4.54	4.41	8.65^	8.85^	4.90	
27	5.47^	5.47	14.2	9.52	7.32	3.78	3.42	4.54	4.41	7.83	8.33	5.20_	
28	5.26	5.47	17.5	9.30	7.54	3.78	3.66	4.61	4.41	7.11	8.23	5.43	
29	5.26		22.1	9.19	7.32	3.53	3.72	4.69	4.41	6.81	8.02	5.65	
30	5.11		40.8	9.08_	6.99	3.53_	3.84	4.83^	4.41	6.91	7.91	5.86	
31	5.11		68.8^		6.55		3.90^	4.83^		6.81		6.14	
Декада													
1	4.46	5.10	5.36	56.3	8.67	5.38	3.57	4.24	5.09	4.57	6.36	7.01	
2	4.41	5.48	7.12	12.9	6.89	3.71	3.34	3.84	4.59	4.89	6.15	4.88	
3	5.24	5.59	19.4	10.1	6.83	3.67	3.54	4.53	4.51	6.59	7.90	4.92	
Среди.	4.72	5.38	10.9	26.4	7.44	4.25	3.48	4.21	4.73	5.39	6.80	5.58	
Наиб.	5.47	5.70	84.0	121	10.3	6.44	3.90	4.83	5.31	8.96	8.85	7.50	
Наим.	4.11	4.97	5.06	8.97	6.44	3.53	3.25	3.60	4.33	4.41	5.64	3.70	
	Средний уровень	Высший уровень				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
			дата		число случаев	расход	дата		число случаев	расход	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	10.1	96.4	28.03		1	3.82	27.08	30.08	4	5.06	09.01	11.01	3
1961-2008	9.95	540	29.03.1961		1	нб	04.06	06.06.1973	3	0.85	16.03	17.03.1969	2

Таблица А.12 – Уровень воды, куб. м/с, р. Хопер – с. Пановка за 2009 г.

W=95,9 млн.куб.м

M=2,71 л/с кв.км

H=86 мм

F=1120кв.км

Число	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	<u>2.06</u> [^]	<u>1.84</u>	2.39	51.5	<u>4.24</u> [^]	<u>3.60</u> [^]	1.33	1.10	<u>2.25</u> [^]	<u>1.28</u>	<u>2.16</u> [^]	2.16
2	2.03	<u>1.84</u>	2.33	63.9	4.16	<u>3.53</u> [^]	1.33	1.09	<u>2.19</u> [^]	<u>1.28</u>	<u>2.16</u>	2.16
3	1.97	<u>1.84</u>	2.32	<u>66.3</u> [^]	4.00	3.37	1.35	1.09	2.03	<u>1.28</u>	<u>2.09</u>	2.44
4	1.89	<u>1.84</u>	2.38	48.9	3.68	3.15	1.35	1.03	1.90	1.29	2.09	2.65
5	1.80	1.91	2.54	27.0	3.60	3.07	1.35	1.02	1.81	1.29	1.95	3.00
6	1.69	1.91	2.54	18.1	3.45	3.00	<u>1.37</u> [^]	1.02	1.67	1.29	1.95	<u>3.00</u> [^]
7	1.60	1.91	2.54	14.5	3.22	2.86	<u>1.37</u> [^]	0.96	1.52	1.29	1.88	2.74
8	<u>1.52</u>	2.04	2.59	12.1	3.15	2.65	<u>1.37</u> [^]	0.96	1.40	1.29	<u>1.81</u>	2.36
9	1.55	2.08	2.59	10.7	2.93	2.51	<u>1.37</u> [^]	0.95	<u>1.24</u>	1.36	<u>1.81</u>	2.15
10	1.55	2.12	2.59	9.42	2.86	2.37	<u>1.37</u> [^]	0.93	<u>1.22</u>	1.41	<u>1.81</u>	2.16
11	1.56	2.19	2.65	8.55	2.86	2.25	<u>1.37</u> [^]	0.93	<u>1.22</u>	1.43	<u>1.81</u>	2.16
12	1.64	2.26	2.76	7.40	2.86	2.12	<u>1.27</u> [^]	0.93	<u>1.22</u>	1.43	<u>1.81</u>	2.06
13	1.67	2.33	2.67	6.84	2.79	2.07	1.23	0.95	<u>1.22</u>	1.50	<u>1.81</u>	1.88
14	1.67	2.40	2.56	6.47	2.79	1.88	1.23	0.95	<u>1.22</u>	1.63	<u>1.81</u>	1.72
15	1.75	2.51	2.52	6.29	2.72	1.78	1.18	0.96	<u>1.22</u>	1.65	1.88	1.54
16	1.75	2.55	2.47	6.29	2.65	1.68	1.18	<u>0.89</u>	<u>1.22</u>	1.66	1.88	1.54
17	1.79	2.59	2.33	6.29	2.51	1.62	1.14	0.90	<u>1.22</u>	1.68	1.95	1.50
18	1.79	<u>2.56</u> [^]	2.38	6.20	2.44	1.54	1.14	0.93	<u>1.22</u>	1.70	1.95	1.52
19	1.79	2.56	2.38	6.01	<u>2.30</u>	1.50	1.14	0.95	<u>1.22</u>	1.72	1.95	<u>1.47</u>
20	1.79	2.51	2.33	5.92	<u>2.30</u>	1.45	1.14	0.94	<u>1.22</u>	1.75	1.95	1.49

Продолжение таблицы А.12 – Уровень воды, куб. м/с, р. Хопер – с. Пановка за 2009 г.

Число	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
21	1.79	2.51	<u>2.28</u>	5.83	<u>2.37</u>	1.43	1.14	0.97	<u>1.22</u>	1.75	1.95	1.49	
22	1.84	2.45	<u>2.28</u>	5.46	2.51	1.39	1.16	1.04	<u>1.22</u>	1.81	1.95	1.56	
23	1.83	2.45	2.31	5.20	2.72	1.37	1.16	1.22	<u>1.22</u>	1.88	1.88	1.66	
24	1.83	2.45	2.35	4.76	2.86	<u>1.29</u>	1.11	1.35	<u>1.22</u>	1.88	1.95	1.73	
25	1.86	2.45	2.48	4.50	3.22	1.32	1.13	1.56	<u>1.22</u>	1.88	2.02	1.83	
26	1.82	2.54	2.70	4.41	3.30	1.37	<u>1.09</u>	1.69	<u>1.22</u>	2.09	<u>2.16</u>	1.88	
27	1.82	2.48	2.73	<u>4.24</u>	3.37	1.35	1.10	1.94	1.28	<u>2.16</u> ^	<u>2.16</u>	2.31	
28	1.82	2.43	3.10	<u>4.24</u>	3.45	1.35	1.10	2.10	1.28	<u>2.16</u> ^	<u>2.16</u>	2.31	
29	1.80		3.85	<u>4.24</u>	3.53	1.33	1.10	<u>2.25</u> ^	1.28	<u>2.16</u> ^	<u>2.16</u>	2.39	
30	1.80		6.21	<u>4.24</u>	3.60	1.33	1.10	<u>2.25</u> ^	1.28	<u>2.16</u> ^	<u>2.16</u> ^	2.39	
31	1.84		<u>19.6</u> ^		3.60		1.10	<u>2.25</u> ^		<u>2.16</u> ^		2.39	
Декада													
1	1.77	1.93	2.48	32.2	3.53	3.01	1.36	1.02	1.72	1.31	1.97	2.48	
2	1.72	2.45	2.51	6.63	2.62	1.79	1.20	0.93	1.22	1.62	1.88	1.69	
3	1.82	2.47	4.54	4.71	3.14	1.35	1.12	1.69	1.24	2.01	2.06	1.99	
Среди.	1.77	2.27	3.22	14.5	3.10	2.05	1.22	1.23	1.40	1.65	1.97	2.05	
Наиб.	2.06	2.62	30.4	67.0	4.24	3.60	1.37	2.25	2.25	2.16	2.16	3.07	
Наим.	1.52	1.84	2.28	4.24	2.30	1.29	1.09	0.89	1.22	1.28	1.81	1.47	
	Средний уровень	Высший уровень				Низший периода открытого русла				Низший зимнего периода			
			дата		число случаев	расход	дата		число случаев	расход	дата		число случаев
			первая	последн.			первая	последн.			первая	последн.	
Год	3.04	67.0	03.04		1	0.89	16.08		1	1.52	08.01		1
1937-2009	4.30	(880)	18.04.48		1	нб	24.05	25.05.81	2	0.17	25.10	08.11.37	2
						нб	26.05	06.06.84	12	0.17	31.12.59		1

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б.1- Коэффициент шероховатости n по И.Ф.Карасеву

n	Характеристика русел и пойм		
	А. Равнинные русла	Б.Полугорные и горные	В. Поймы
0,020	Прямолинейные русла канализированных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	-	-
0,025	Естественные земляные русла в благоприятных условиях, чистые, прямые, со спокойным течением	Искусственные, отводы русел, высеченные в скале	Ровная чистая пойма с низкой травой без сельскохозяйственного использования
0,030	Гравийно-галечные русла в тех же условиях	Гравийно-галечные русла в благоприятных условиях (чистые, прямые), $I=0.8-1.0\%$	Ровная пойма под пашней без посевов и пастбищем с низкой травой
0,040	Сравнительно чистые русла постоянных водотоков с некоторыми неправильностями в направлении струй, неровностями дна и берегов и влечением донных наносов	Земляные русла периодических водотоков (сухих логов) в благоприятных условиях. Правильные хорошо разработанные галечные русла в нижнем течении, $I=3-7\%$	Ровная пойма, занятая зрелыми полевыми культурами, пастбищем с высокой травой и вырубками без побегов, небольшое количество староречий и мелких проток
0,050	Значительно засоренные русла больших и средних рек, частично заросшие или каменистые, с неспокойным течением. Чистые русла периодических водотоков	Значительно засоренные каменистые русла с бурным течением. Периодические водотоки с крупногалечным покрытием ложа, $I=7-15\%$	Пойма, поросшая редким кустарником и деревьями (весной без листвы), изрезанная староречьями

Продолжение таблицы Б.1-Коэффициенты шероховатости n по И.Ф. Карасеву

0.065	Скалистые русла больших и средних рек. Русла периодических водотоков, засоренные и заросшие	Галечно-валунные русла с бурным течением. Засоренные периодические водотоки $I=15-20\%$	Пойма под редким кустарником и деревьями с листвой или вырубками с развивающейся порослью
0.080	Речные русла значительно заросшие, с промоинами и неровностями дна и берегов	Валунные русла в средней и верхней частях бассейна и периодические водотоки с бурным течением и взволнованной водной поверхностью, $I=50-90\%$	Поймы, покрытые кустарником средней и большой густоты (весной без листвы)
0.100	Русла рек, сильно заросшие, загроможденные стволами деревьев и валунами	Русла водопадного типа преимущественно в верховьях с крупновалунным ложем и бурным течением, $I = 90-200\%$	Поймы, занятые лесом при уровне ниже ветвей и кустарником средней и большой густоты с листвой
0,140	Реки болотного типа (заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода)	Русла водопадного типа, загроможденные обломками скал и валунами $I = 90-200\%$	Поймы, покрытые лесом при затоплении ветвей и густым ивняком
0.200		Русла с завалами из валунов	Глухие, сплошь заросшие, трудно проходимые поймы таежного типа

Таблица Б.2- Коэффициент шероховатости n по М.Ф. Срибнову

Категория	Характеристика русла и поймы	n
1	Прямолинейные участок канализированных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	0.020
2	Извилистые участки канализированных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	0.022
3	Естественные земляные русла в весьма благоприятных условиях (чистые, прямые, не засоренные, земляные, со спокойным течением)	0.025
4	Галечные и гравийные русла в таких же условиях	0.030
5	Русла постоянных потоков равнинного типа (преимущественно больших и средних рек) в благоприятных условиях состояния ложа и течения воды	0.035
6	Сравнительно чистые русла постоянных водотоков в обычных условиях, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струй или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Не заросшие ровные поймы	0.040
7	Русла больших и средних рек, значительно засоренные, извилистые и частично заросшие, каменистые, с беспокойным течением. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые нормальным количеством растительности (травы, кустарники)	0.050
8	Русла периодических водотоков, сильно засоренные и извилистые. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья, наличие заводей). Порожистые участки равнинных рек	0.065
9	Реки и поймы, весьма значительно заросшие (со слабым течением} с большими глубокими промоинами	0.080
10	Поймы такие же, как предыдущие категории, но с сильно неправильными косоструйными течениями, с заводами и пр.	0.100
11	Реки болотного типа(заросли, кочки, во многих местах почти стоячая вода и пр.). Поймы лесистые с очень большими мертвыми пространствами, с местными углублениями, озерами и пр.	0.140
12	Глухие поймы(сплошь лесные, таежного типа)	0.200

Таблица Б.3-Коэффициенты шероховатости n по В.Т. Чоу

Тип канала и его описание	Значения n		
	Минимальное	Нормальное	Максимальное
1. Малые водотоки (ширина паводкового уровня меньше 30м):			
а) чистые прямолинейные с полным заполнением без перекатов или глубоких омутов	0.025	0.030	0.033
то же при наличии камней и водорослей	0, 030	0,035	0.040
чистые извилистые с омутами и отмелями	0.033	0, 040	0, 045
то же при наличии водорослей и камней	0.035	0.045	0.050
то же при низком уровне и более неправильных уклоне и сечении	0.040	0.048	0.055
чистые извилистые с омутами, отмелями водорослями и большим количеством камней	0.045	0.050	0.060
заросшие с глубокими омутами при медленном движении	0.050	0.070	0.080
очень заросшие с глубокими омутами или каналы для пропуска паводковых вод с застрявшими тяжелыми стволами и порослью	0.075	0.100	0.150
б) водотоки с хорошим обслуживанием, без растительности, берега обычно крутые, кусты и деревья по берегам заливаются при высоком уровне воды, дно сложено из гравия, булыжника и редких валунов	0.030	0.040	0.050
дно из булыжников с крупными валунами	0.040	0.050	0.070
2. Пойменные потоки:			
а) пастбища без кустарника:			
низкая трава	0.025	0.030	0.035
высокая трава	0.030	0.035	0.050
б) возделываемые площади			
без посевов	0.020	0.025	0.040
созревшие рядовые посевы	0.030	0.030	0.045
созревшие сплошные посевы	0.040	0.035	0.050

Продолжение таблицы Б.3-Коэффициенты шероховатости n по В.Т. Чоу

в) кустарник:			
отдельные кусты, обильная растительность	0.035	0.050	0.070
редкие кусты и деревья зимой	0.035	0.050	0.060
то же летом	0.040	0.060	0.080
кустарник средней и большой густоты зимой	0.045	0.070	0.110
то же летом	0.070	0.100	0.160
г) деревья:			
густой ивняк летом	0.110	0.150	0.200
очищенная территория с древесными пнями без поросли	0.030	0.040	0.050
то же с развивающейся порослью	0.050	0.060	0.080
тяжелые застрявшие стволы отдельных поваленных деревьев, небольшой подлесок, уровень паводка ниже ветвей	0.080	0.100	0.120
то же, но уровень паводка достигает ветвей	0.100	0.120	0.160
3. Большие водотоки (ширина паводкового уровня больше 30 м), значение n меньше, чем для малых потоков в идентичных условиях, поскольку эффективное сопротивление берегов при этом меньше:			
а) однородное сечение без валунов или кустарника	0.025	-	0.060
б) неоднородное и шероховатое сечение	0.035	-	0.100

Таблица Б.4- Коэффициент шероховатости n по Дж. Бредли.

Характеристика сопротивления русла и поймы	n
А. Малые потоки (ширина поверхности при паводковым уровне менее 30м)	
1. Довольно правильное сечение:	
а) немного травы, мало или совсем никакого кустарника	0.030-0.035
б) густая высокая трава, глубина потока существенно больше высоты травы	0.035-0.050
в) немного травы, мелкий кустарник на берегах	0.035-0.050
г) немного травы, крупный кустарник на берегах	0.050-0.070
д) немного травы, густой ивняк на берегах	0.060-0.080
е) для деревьев в русле с ветвями, погруженными при высоком уровне воды, увеличение всех значений на	0.010-0.020
2. Неправильное сечение с бочагами, слабо меандрирующее русло, все значения, приведенные в п. 1 от а) до е), увеличиваются на	0.010-0.020
3. Горные потоки без растительности в руслах, берега обычно крутые, деревья и кустарники по берегам, затопленные при /высоком уровне воды:	
а) дно из гравия, галечника и немногочисленных валунов	0.040-0.050
б) дно из галечника и крупных валунов	0.050-0.070
Б. Поймы (смежные с естественными потоками)	
1. Пастбища без кустарника:	
а) низкая трава	0.030-0.035
б) высокая трава	0.035-0.050
2. Обрабатываемые площади:	
а) без посевов	0.030-0.040
б) зрелые пропашные культуры	0.035-0.045
в) зрелые полевые культуры	0.040-0.050
3 Густая высокая трава, разбросанный кустарник	0.050-0.070
4. Редкий кустарник и деревья:	
а) зимой	0.050-0.060
б) летом	0.100-0.160
5. Растительность средняя до плотной:	
а) зимой	0.050-0.060
б) летом	0.060-0.080
Густой наклоненный ивняк летом	0.150-0.200
7. Вырубка с древесными пнями:	
а) без побегов	0.040-0.050
б) с сильно разросшимися побегами	0.060-0.080

Продолжение таблицы Б.4 - Коэффициенты шероховатости n по Дж. Бредли

Мощные лесонасаждения строевого леса, несколько спиленных деревьев, слабый подлесок:	
а) высота потока ниже ветвей	0.100-
б) высота потока достигает ветвей (n возрастает с глубиной)	0.120
В. Крупные потоки (ширина поверхности в паводок > 30 м)	
1. Коэффициент шероховатости обычно меньше, чем для малых рек со сходными характеристиками вследствие меньшего эффективного сопротивления, оказываемого неправильными берегами или растительностью на берегах. Значения n могут быть несколько снижены. Значения n для больших рек правильного профиля без валунов или кустарника назначают в пределах	0.028-
Примечания:	
2. В случаях, когда при расчетах скоростей используют уклоны, вычисленные по горизонтам паводков на значительном протяжении русла, включающем меандры и повороты долины, значения n следует повышать для учета дополнительных потерь, вызываемых извилинами.	
3. Для горных русел, где возможна аэрация потока, коэффициенты шероховатости следует повышать на 20-30%	