



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

Кафедра водно-технических изысканий

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)

На тему **Регрессионный анализ**  
**в методах учета стока**

Исполнитель Байгубеков Кирилл Русланович  
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель К.Т.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Векшина Татьяна Викторовна  
(фамилия, имя, отчество)

Консультант \_\_\_\_\_  
(ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»  
Заведующий кафедрой

(подпись)

К.Г.Н., доцент  
(ученая степень, ученое звание)

Исаев Дмитрий Игоревич  
(фамилия, имя, отчество)

«6» сентября 2022 г.

Санкт-Петербург  
2022

## Оглавление

Введение .....	4
Глава 1 Физико-географическое описание выбранных для расчета рек .....	6
1.1 Физико-географическое описание исследуемого района .....	6
1.2 Физико-географическое описание р. Мста .....	9
1.3 Физико-географическое описание р. Луга.....	10
1.4 Физико-географическое описание р. Ловать.....	11
Глава 2 Текущие методы учета речного стока .....	13
2.1 Методы учета речного стока при ледоставе и ледовых явлениях.....	14
2.2 Методы учета речного стока при зарастании русла .....	16
Глава 3 Усовершенствованные методы учета речного стока .....	18
Глава 4 Получение ежедневных расходов воды с помощью регрессионно-гидравлических моделей (РГМ) .....	23
4.1 Расчет ежедневных расходов воды в период ледовых явлений и ледостава .....	23
4.2 Расчет ежедневных расходов воды в период свободного русла .....	28
4.3 Расчет ежедневных расходов воды в период зарастания русла .....	31
4.4 Расчет ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в конце календарного года .....	36
Глава 5 Хронологические графики хода расходов воды, полученных с использованием регрессионно-гидравлических моделей.....	38
Заключение.....	41
Список использованных источников .....	42
Приложение А – Измеренные расходы воды р. Мста – с. Березовский рядок за 1967 г .....	44
Приложение Б – Ежедневные уровни воды р. Мста – п. Березовский рядок за	

1967 г. ....	47
Приложение В – Измеренные расходы воды р. Луга – г. Кингисепп за 1967 г. .....	48
Приложение Г – Ежедневные уровни воды р. Луга – г. Кингисепп за 1967 г. .....	50
Приложение Д – Измеренные расходы воды р. Ловать – д. Сельцо за 1967 г. .....	51
Приложение Е – Ежедневные уровни воды р. Ловать – д. Сельцо за 1967 г.	53
Приложение Ж – Ежедневные расходы воды р. Мста – п. Березовский рядок за 1967 г, взятые из ежегодника.....	54
Приложение З – Ежедневные расходы воды р. Луга – г. Кингисепп за 1967 г, взятые из ежегодника.....	55
Приложение И – Ежедневные расходы воды р. Ловать – д. Сельцо за 1967 г, взятые из ежегодника.....	56

## **Введение**

Целью данной бакалаврской работы является получение ежедневных расходов воды с помощью регрессионно-гидравлических моделей.

Важной задачей для современных гидрологов является определение стока реки за год, решением этой задачи является построение гидрографа расходов воды от времени. Текущие методы были разработаны более полувека назад и, согласно методическим рекомендациям, для получения надежных данных измерения надо производить не менее 5 раз в месяц, что является очень трудоемким и экономически невыгодным процессом, поэтому все чаще ставится вопрос о поиске новых методов расчета с использованием современной вычислительной техники. При выборе параметров для расчета более предпочтительны те, что можно измерить или вычислить непосредственно по натурным данным.

В данной бакалаврской работе использовались данные об ежедневных уровнях воды, измеренных расходах воды и об ежедневных расходах воды по трем гидрологическим постам: р. Мста – п. Березовский рядок, р. Луга – г. Кингисепп и р. Ловать – д. Сельцо.

В главе 1 приведена физико-географическая характеристика, выбранных для расчета рек.

В главе 2 представлены текущие методы определения ежедневных расходов воды, использующиеся на постах наблюдательной сети.

В главе 3 отражены усовершенствованные методы определения ежедневных расходов воды на основе регрессионно-гидравлических моделей.

Глава 4 посвящена расчету ежедневных расходов воды по выбранным гидрологическим постам, построены гидрографы за различные периоды года, определены средние отклонения от данных, опубликованных в ежегоднике, за каждый расчетный период.

В главе 5 проведен анализ полученных результатов, построены гидрографы за весь календарный год по выбранным постам, определены средние

отклонения за весь календарный год.

В заключении сформулированы основные выводы по использованию моделей, приведены их преимущества и недостатки.

Исходя из цели работы были поставлены следующие задачи:

- 1) Оценить эффективность рассматриваемых методов после проведения сравнительного анализа результатов расчета
- 2) Выявить преимущества и недостатки моделей по сравнению с текущими методами и рассмотреть возможность их реализации на ЭВМ.

# Глава 1 Физико-географическое описание выбранных для расчета рек

## 1.1 Физико-географическое описание исследуемого района

Все выбранные для расчета реки, а именно, Мста, Ловать и Луга, находятся в Балтийском бассейновом округе. Расположение Балтийского бассейнового округа – Северо-Западная часть России. Он граничит с Баренцево-Беломорским бассейновым округом на севере, Двинско-Печорским бассейновым округом на северо-востоке, с Верхневолжским бассейновым округом на востоке и юго-востоке, с Днепровским бассейновым округом на юге.

Крупнейшими реками округа являются р. Нева, р. Великая, р. Волхов, р. Ловать, р. Западная Двина, р. Свирь. Округ включает такие крупные озера, как Онежское, Ладожское, Ильмень и Чудское. Также к нему относится отдельный участок Калининградской области. На рисунке 1 представлена карта с гидрологическими постами, взятыми для расчета.

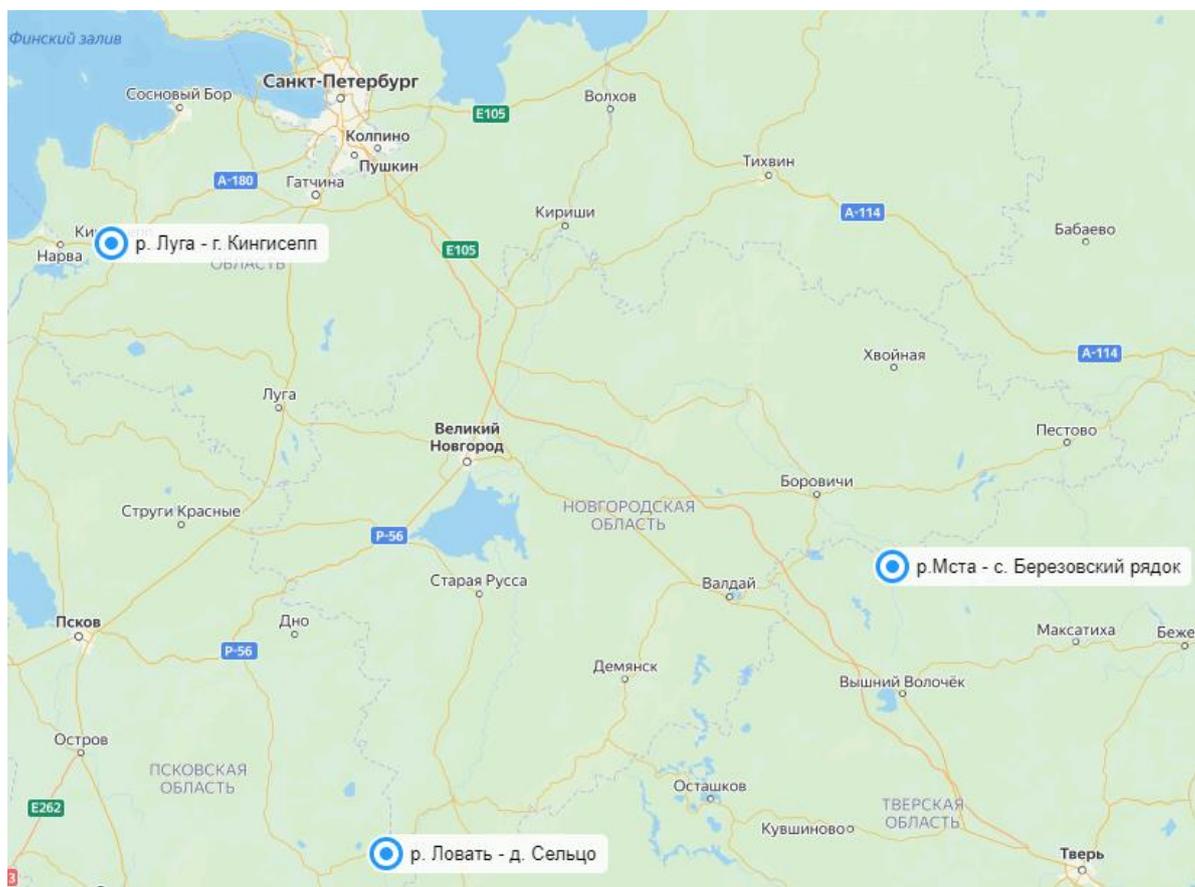


Рис. 1 – Схема расположения расчетных гидрологических постов

Реки, выбранные для расчетов, располагаются на Русской равнине. Она занимает большую часть Европейской территории России. Основание Русской равнины составляет древний кристаллический фундамент Русской платформы докембрийского возраста. Рельеф равнинный с преобладающими абсолютными высотами 100-200 м. Возвышенные равнины обусловлены тектоническими поднятиями, частично унаследовавшими древние структурные формы фундамента, формирование рельефа связано с неоднократными оледенениями.

В геологическом отношении вся исследуемая территория относится к девонской и каменноугольной системе на Русской плите. На западе (бассейн р. Луга, р. Ловать, средняя часть и низовье р. Мста) в основании девона развиты известняки, доломиты, мергели и мелкогалечные конгломераты, в среднем девоне появляется каменная соль совместно с красноцветными терригенными породами. Верхняя часть разреза отличается развитием глин и мергелей с пластами доломитов, ангидридов и каменной соли. Каменноугольная система на Русской плите (верхняя часть водосборного бассейна р. Мста) образована в основном известняками.

Климат определяется влиянием атлантического воздуха и последующей трансформацией его в континентальный. В холодное время года преобладающее направление ветра – южное и юго-западное, температура января в среднем – 10°C, высота снежного покрова 25 – 30 см. Летом преобладают западные и северо-западные ветры, с которыми распространяется относительно холодный и влажный атлантический воздух, температура июля в среднем 17 – 18°C, среднегодовое количество осадков 600 – 700 мм.

На территории господствуют в основном дерново-подзолистые почвы, преимущественно языковатые. Языковатость – проникновение узких клиновидных белесых языков из элювиального в бурый иллювиальный горизонт. Однако встречаются и дерново-подзолисто-глеевые (большая часть бассейна р. Луга), дерново-подзолы иллювиально-железистые (часть левой стороны водосбора р. Ловать), гумусово-глеевые (верховье бассейна р. Луга) и торфяные олиготрофные (часть водосбора р. Мста) почвы.

На большей части территории преобладают хвойно-широколиственные (образуют переходную полосу между хвойными и широколиственными лесами, в их составе преобладают ель, сосна, дуб, липа, клен, ильм, вяз), широколиственные (представлены главным образом березой и дубом с примесью липы, клена, ильма) и смешанные леса, распространены суходольные и пойменные луга.

На исследуемой территории расположены рдейский и полистовский государственные заповедники, а также памятник природы – роща академика Железнова.

Большая часть водосбора расчетных рек, кроме р. Луга, расположена на территории Новгородской области. Питание рек преимущественно снеговое, его доля составляет около 74 %, доля дождевого стока – 12 %, доля грунтового питания – 14 %.

Для рек данного района характерна неравномерность стока в течение года. Максимальные расходы воды наблюдаются в период половодья, подъем уровней начинается в среднем 5 – 10 апреля, гидрограф одновершинный, продолжительность подъема в среднем занимает одну треть от общей продолжительности, которая составляет около месяца. За весенним половодьем следует летне-осенняя межень, во время которой может проходить от 3 до 8 паводков. Во время зимней межени также возможны паводки, смешанные по происхождению (таяние снега и жидкие осадки), однако они наблюдаются лишь в отдельные годы.

Бассейны рек достаточно залесенные от 40 до 90%, имеют относительно небольшую заболоченность и озёрность около 10% и 8% соответственно.

Первые ледовые образования (забереги и сало) в среднем появляются в первой декаде ноября, также возможно явление неустойчивого образования ледовых явлений в связи с повышением температуры воздуха. Ледостав достаточно устойчивый, и длится около 120 – 170 дней.

## 1.2 Физико-географическое описание р. Мста

Река Мста берет начало из озера Мстино, в Тверской области, впадает в озеро Ильмень в Новгородской области, ее длина составляет 445 км, площадь водосборного бассейна – 23300 км<sup>2</sup>. На рисунке 1.2.1 представлена схема водосборного бассейна р. Мста.



Рис.2.1.1 – Водосбор р. Мста

Среднегодовой расход воды 202 м<sup>3</sup>/с в 84 км от устья, питание смешанное, с преобладанием снегового, замерзает в конце ноября – начале декабря, вскрывается в апреле. Наиболее крупные притоки – Березайка (левый) и Уверь (правый). Ширина русла в верхнем течении 40 – 150 м, в нижнем течении достигает до 200 – 300 м, глубина варьируется от 0,2 – 0,6 м на перекатах, до 3 – 5 м на плесах.

Расчетный гидрологический пост р. Мста – с. Березовский рядок располагается в 55 км от истока на правом берегу недалеко от впадения р. Березайка. Высота нуля графика 135,27 м БС, площадь водосбора, ограниченная гидропостом составляет 5180 км<sup>2</sup>.

Долина р. Мста на этом участке варьируется от 0,3 до 0,9 км.

### 1.3 Физико-географическое описание р. Луга

Река Луга протекает по территории Новгородской и Ленинградской областей, относится к бассейну Балтийского моря. Её исток располагается в Тесовских болотах в Новгородской области, устье – у поселка Усть-Луга Ленинградской области, ее длина составляет 353 км, площадь водосборного бассейна – 13,2 км<sup>2</sup>, уклон составляет 0,15 м/км, а общее падение – 53 метра.

На рисунке 1.3.1 представлена схема водосборного бассейна р. Луга.



Рис. 1.3.1 – Водосборный бассейн р. Луга

Река Луга имеет 33 основных притока: 17 левых и 16 правых, самыми крупными являются – р. Оредеж (правый) и р. Долгая (левый). Долина р. Луга сложена в основном песчано-гравийными породами. Ледостав на реке начинается в начале декабря, вскрывается река в начале апреля, питание смешанное, с преобладанием снегового, среднегодовой расход в 60 км от устья

– 93 м<sup>3</sup>/с.

В верхнем течении р. Луга имеет среднюю глубину 2 м, среднюю ширину 6 метров, скорость течения около 0,1 м/с, в нижнем течении ширина увеличивается до 85 метров перед впадением Лыченки, средняя глубина составляет 1,6 м, скорость течения увеличивается до 0,5 м/с. В районе гидропоста в городе Кингисепп ширина увеличивается до 145 м, а средняя глубина до 3,7 м.

Расчетный гидрологический пост расположен на правом берегу в городе Кингисепп в 40 км от устья, площадь водосбора, ограниченная гидропостом составляет 12200 км<sup>2</sup>, высота нуля графика -0,06 м БС.

#### 1.4 Физико-географическое описание р. Ловать

Река Ловать берет начало из болота Чистик и протекает по территории Витебской, Псковской и Новгородской областей, где впадает в озеро Ильмень, ее длина составляет 530 км, площадь водосборного бассейна 21900 км<sup>2</sup>. Река относится к бассейну Балтийского моря.

На рисунке 1.4.1 представлена схема водосборного бассейна р. Ловать.



Рис. 1.4.1 – Водосбор р. Ловать

Средний многолетний расход воды в 193 км от устья составляет 169 м<sup>3</sup>/с. Самые крупные притоки: Полисть (левый), Кунья (правый). В верховьях река проходит через такие озера как, Межа, Сосно, Задратье, Завесно, Сесито и др, русло извилистое, есть много стариц и заболоченных участков. Ширина реки варьируется от 10 – 15 м. После впадения р. Насвы река течет в лесистой долине с высокими и местами обрывистыми берегами. В районе впадения р. Локня в среднем течении река образует множество перекатов и порогов, что привлекает множество туристов-водников, ее ширина в этом месте достигает 50 – 60 м, а в нижнем течении, после впадения р. Куньи расширяется до 100 м.

В 22 км от устья на приильменской низменности река соединяется протокой с рекой Пола и образует обширную дельту, пойма которой затопляется в период половодья на 2 – 3 м.

В нижнем течении, примерно 70 км от устья, река судоходна, с IX до середины XIII века была частью торгового пути «Путь из варяг в греки», соединяя крупные торговые центры – Киев и Великий Новгород. На реке расположены такие крупные города как, Великие Луки и Холм.

Расчетный гидрологический пост расположен в деревне Сельцо на левом берегу реки, ширина реки в этом месте около 80 м, средняя скорость течения приблизительно 0,5 м/с, средняя глубина составляет 1,5 метра, уклон колеблется от 0,3 ‰ в летний период до 0,5‰ в зимний.

## Глава 2 Текущие методы учета речного стока

Одними из важнейших знаний о реке для гидрологов являются сток и пропускная способность русла, ее можно представить в такой характеристике, как расход воды. Расход воды – это объем воды, протекающий через определенный створ за определенное время, выражается в м<sup>3</sup>/с. Это определение вытекает из принципа неразрывности жидкости, сформулированного еще Леонардо да Винчи.

Главной проблемой и сложностью учета стока является его неравномерность в различные периоды года и нарушение однозначной связи расходов и уровней, поэтому необходимы различные методики для расчета стока в период свободного русла и в переходные периоды, такие как период зарастания русла или период начала и конца ледовых явлений.

Еще одной проблемой определения стока является то, что на гидрологических постах не выполняются измерения уклона  $J$  и не определяются коэффициенты шероховатости  $n$ , а в гидрологических ежегодниках указывается только наличие растительности, без данных о стадии ее развития в русле.

В настоящее время при свободном русле по данным измеренных расходов и уровней воды строится зависимость  $Q = f(H)$ . Эта зависимость должна быть однозначной. При неоднозначной зависимости, связанной с различными факторами изменения пропускной способности русла, используют различные методы интерполяции в интервале между измеренными расходами.

Для того, чтобы построить зависимость  $Q = f(H)$  необходимо проанализировать и проверить исходные данные, к которым относятся:

- 1) Измеренные расходы воды (ИРВ)
- 2) Ежедневные уровни воды (ЕУВ)
- 3) Поперечный профиль до уровня высоких вод по гидроствору
- 4) Совмещенные по гидрометрическому створу профили поперечных сечений
- 5) План участка поста

- б) Другие материалы, которые характеризуют режим реки на выбранном расчетном гидрометрическом створе

В случае, когда ошибок в исходных данных не обнаружено, и для каждого измеренного расхода воды справедливо равенство  $Q = \omega \bar{U}$ , строятся кривые:

- 1) Зависимость расходов от уровней  $Q = f(H)$
- 2) Зависимость площадей поперечных сечений от уровня  $\omega = f(H)$
- 3) Зависимость средних скоростей течения от уровня  $\bar{U} = f(H)$

Затем кривая  $Q = f(H)$  экстраполируется до максимальных значений уровней воды, и для каждого уровня воды снимается значение расхода воды, поскольку получение ежедневных уровней воды (ЕРВ) менее трудоемкий процесс, нежели измерение ежедневных расходов воды.

## 2.1 Методы учета речного стока при ледоставе и ледовых явлениях

В зимний период появление льда и ледовых образований способствует уменьшению пропускной способности русла и осложняет расчеты из-за появления множества факторов, влияющих на нее.

В случае наличия большого количества измерений во время ледостава и ледовых явлений сначала рассматривается возможность построения зимних кривых расходов, для различных периодов, таких как период устойчивого ледостава, осенний предледоставный переходной период, весенний период вскрытия льда. В случае, когда эти кривые построить невозможно, наиболее простое решение – это интерполяция расходов воды между измерениями. Однако методы учета речного стока в зимний период опираются не только на непосредственно расходы воды, но и на другие физические характеристики.

В зимние и переходные периоды используются различные способы определения речного стока при однозначной и неоднозначной зависимостях:

- 1) Интерполяция между измеренными расходами

Использование этого способа возможно только при наличии достаточного количества измерений (более 5 – 6 раз в месяц). В этом случае на график наносят

расходы воды и проводят сглаживающую кривую – гидрограф, если же есть резко отклоняющиеся точки, то причину их отклонения определяют, используя комплексный график гидрометеорологических наблюдений. Ежедневные расходы воды определяют по полученному гидрографу.

## 2) Построение хронологического графика зимних переходных коэффициентов

В случае малого количества измерений для каждого измеренного расхода воды определяется переходной коэффициент  $K_{зим}$ :

$$K_{зим} = \frac{Q_{зим}}{Q_{св}}, \text{ ,} \quad (2.1)$$

где

$Q_{зим}$  – зимние измеренные расходы воды

$Q_{св}$  – значения расхода воды, снятое с кривой  $Q = f(H)$  при свободном русле при одинаковых значениях уровней.

После определения переходных коэффициентов  $K_{зим}$  по получившимся значениям строят хронологический график  $K_{зим} = f(t)$ . В периоды, недостаточно освещенные расходами воды, значения  $K_{зим}$  экстраполируются, принимая, что  $K_{зим} = 1$  в первый день весеннего и в последний день редкого осеннего ледоходов.

Затем для каждого уровня в период ледовых явлений снимается значение расхода воды в период свободного русла и умножается на переходной коэффициент, значения которого снимаются с полученного хронологического графика  $K_{зим} = f(t)$ :

$$Q_{зим} = Q_{св} * K_{зим} \quad (2.2)$$

Данный способ возможно применять только в случае, когда колебания уровня происходят плавно и связаны с изменениями расхода воды.

Минусом данного способа является то, что может наблюдаться неоднозначная связь расходов и уровней, например, при подпорных явлениях, связанных с заторами и зажорами, тогда полученные результаты будут неверными.

### 3) Срезка подпорных уровней

Для любого способа, где используются сведения об уровнях воды, необходимо проанализировать ход уровней и срезать пики, которые не являются следствием повышения водности. Также срезку необходимо производить в случае заторов или зажоров. Если же причину повышения уровней не удастся установить, используя графики метеорологических наблюдений, то можно воспользоваться данными близко расположенного гидрологического поста, при условии, что на посту не было подпорного явления и при наличии графика связи уровней.

## 2.2 Методы учета речного стока при зарастании русла

В период зарастания речного русла растительностью уменьшается площадь живого сечения и увеличивается сопротивление движению воды, из-за чего пропускная способность русла уменьшается, и возникает подпорное явление, и как следствие, нарушается однозначность зависимости расходов от уровней. Обычно начало развития растительности в русле происходит после спада весеннего половодья, а ее отмирание с момента начала ледовых образований.

В случае зарастания русла основным способом является применения переходного коэффициента  $K_{зар}$ , отражающего уменьшение пропускной способности русла, и построение его хронологического графика  $K_{зар} = f(t)$ .  $K_{зар}$  определяется по аналогии с зимним переходным коэффициентом  $K_{зим}$ , только с использованием измеренных расходов при зарастании.

Затем для каждого уровня в период зарастания русла снимается значение расхода воды в период свободного русла и умножается на переходной коэффициент, значения которого снимаются с полученного хронологического графика  $K_{зар} = f(t)$ :

$$Q_{зар} = Q_{св} * K_{зар}$$

Данный способ применяют при небольших колебаниях расхода воды, в

других же случаях сток можно вычислять по кривым расходов, например, в периоды паводков.

Кривые расходов строятся по данным измеренных расходов и имеют сроки действия лишь в течении продолжительности паводков.

В случае, когда все паводки освещены измерениями и имеется достаточно большое число измеренных расходов применяют способ интерполяции между измеренными расходами. По данным об измеренных расходах строят зависимость  $Q = f(t)$ , проводят осредняющую кривую, по которой определяют ежедневные расходы путем интерполяции.

### Глава 3 Усовершенствованные методы учета речного стока

На данный момент главным нормативным документом, содержащим рекомендации по выбору методов и способов вычисления ежедневных расходов воды, остается «Наставление гидрологическим станциям и постам, вып.6, ч.3», выпущенное в 1958 году, и не подвергавшееся каким-либо изменениям или переработке. Очевидно, что данный регламентирующий документ устарел несмотря на то, что в нем содержится более 20 методов учета стока, поскольку все предложенные методы и методики направлены на обработку данных наблюдений и измерений вручную, а результаты соответственно зависят от опыта и навыков специалиста, проводящего расчеты.

Поэтому с развитием вычислительной техники все чаще ставится вопрос о ее применении для получения надежных и достоверных сведений о речном стоке. Для этого в ГГИ были разработаны усовершенствованные модели учета речного стока, основанные на регрессионно-гидравлических моделях.

#### 3.1 Методы расчета речного стока при зарастании русла

Важную роль в современной гидрометрии играет параметр Великанова, отражающий пропускную способность русла:

$$m = \frac{\sqrt{J}}{n} \quad (3.1)$$

Где  $J$  - уклон водной поверхности,

$n$  – коэффициент шероховатости

Для расчета речного стока при зарастании русла можно использовать параметр Великанова, который может быть определен только по данным измерений, при отсутствии данных об уклоне:

$$m = \frac{QB^{2/3}}{\omega^{5/3}} \quad (3.2)$$

где  $Q, B, \omega$  – соответственно расход воды и отвечающие ему ширина русла и площадь живого сечения.

Как видно из рисунка 3.1.1 параметр  $m$  сначала уменьшается, а затем увеличивается.

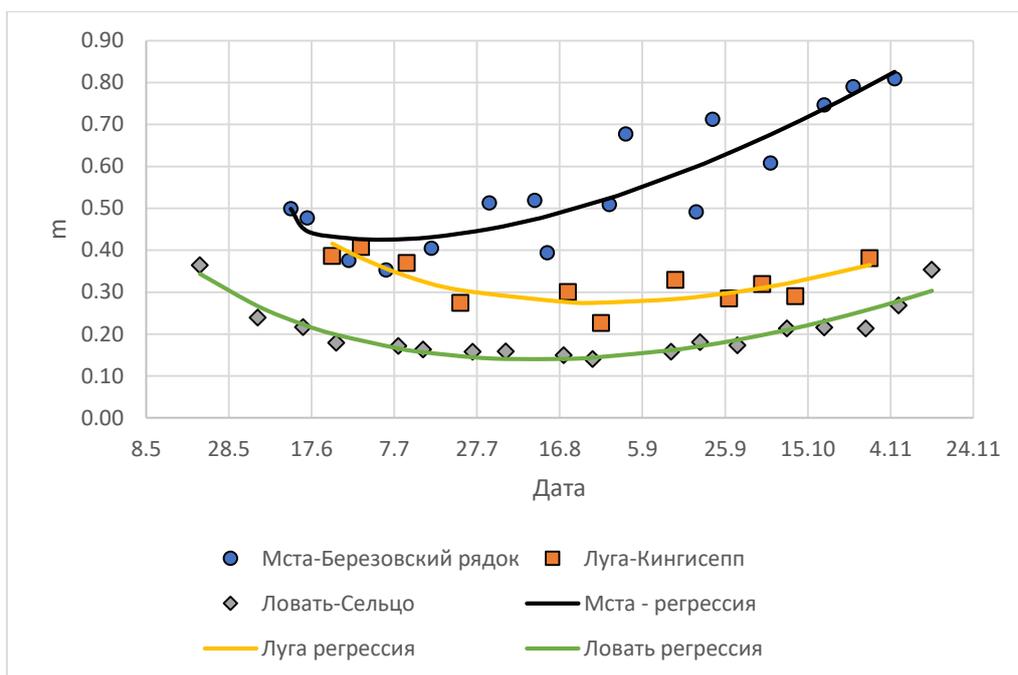


Рис. 3.1.1 – Хронологический график изменения параметра  $m$ ,

Так как процессы развития, старения и срыва водной растительности следуют друг за другом, то  $m$  можно представить в виде функции, с учетом, что  $m=t_0$  при  $\tau = 0$ , когда эффект зарастания еще не влияет на сток:

$$m = a_0 + a_1\tau + a_2\tau^{4/3} \quad (3.3),$$

где  $\tau$  – отношение времени от начала вегетации к общей продолжительности периода зарастания;

$a_0, a_1, a_2$  – коэффициенты

Параметры этого уравнения определяются методом наименьших квадратов по совокупности измерений расходов воды.

В ходе практических исследований было выяснено, что зарастание русла ведет к значительному увеличению гидравлических сопротивлений. Также была выявлена зависимость коэффициента  $m$  от средней температуры воды в период зарастания: чем выше температура, тем меньше  $m$ .

Ежедневные расходы воды рассчитываются по формуле:

$$Q = \frac{m\omega^{5/3}}{B^{2/3}} \quad (3.4)$$

Значения  $\omega$  и  $B$  определяются по кривым связи  $\omega = f(H)$  и  $B = f(H)$ , параметр Великанова  $m$  определяется по уравнению (3.3).

В ходе практических экспериментов было установлено, что данный метод дает достаточно точные результаты, а использование параметра Великанова позволяет изучить влияние других факторов на пропускную способность русла, а также использовать наблюдения предшествующих лет.

### 3.2 Методы расчета речного стока при ледоставе и ледовых явлениях

В случае, когда на реке наблюдаются ледовые явления, в ГГИ, рекомендуется использовать регрессионно-гидравлическая модель (РГМ), учитывающая закономерность изменения гидравлических сопротивлений в зимний и переходные периоды.

В самом начале замерзания реки нижняя поверхность льда является наиболее неудобообтекаемой. Коэффициент шероховатости  $n_l$  превышает  $n_0$  в 2 – 2,5 раза.

С течением времени нижняя кромка льда сглаживается и коэффициент шероховатости снижается до 0,008 – 0,012 при ледоставе  $T_l$  суток.

Фактор времени отражает отношение  $n_0/n_{зим}$ . Это отношение в начале ледообразования и после вскрытия реки равно 1. При устойчивом ледоставе оно сначала снижается до 0,4 – 0,6, а затем экспоненциально возрастает, приближаясь к максимальному значению.

Расходы получают с помощью уравнения множественной регрессии:

$$y = K_{зим} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 + a_5x_5 \quad (3.4)$$

$$\text{где } x_1 = \frac{T}{T_l} e^{-5\frac{T}{T_l}}; x_2 = \frac{\omega_l}{\omega_0}; x_3 = \frac{\omega_l T}{\omega_0 T_l} e^{-5\frac{T}{T_l}}; x_4 = \frac{\omega_l^2}{\omega_0^2}; x_5 = \frac{\omega_l^2 T}{\omega_0^2 T_l} e^{-5\frac{T}{T_l}};$$

где  $T$  – время в сутках от начала ледообразования;  $T_l$  – продолжительность зимнего периода;

$\omega_l$  – площадь погруженного льда;  $\omega_0$  – соответственно полная площадь сечения (с погруженным льдом),

$a_0, a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  – коэффициенты уравнения.

В случае, когда значение толщины льда невозможно установить точно, при неустойчивом ледоставе или шугоходе, а площадь для вычисления расхода принимается как для свободного русла, тогда в качестве X-фактора принимается модуль суммы отрицательных температур воздуха  $|\sum t^{\circ}|$ , от которого зависит шероховатость русла и степень стеснения.

Недостатком этой модели является то, что исходные данные толщины льда получить крайне трудно, а при скоплениях шуги или торошении невозможно, но несмотря на это модель дает точные результаты при устойчивом ледоставе.

### **3.3 Методы расчета речного стока при свободном русле**

При свободном русле также используют регрессионные уравнения. Они основаны на следующих положениях:

1) В качестве опорной характеристики пропускной способности русла принимается уравнение регрессии расходов по уровням воды  $Q(H)$ , которое устанавливается по совокупности измеренных расходов воды (ИРВ).

2) Относительные отклонения ИРВ рассматриваются как случайные величины в случае, если зависимость однозначна, или как неслучайные, в условиях деформаций русла, переменного подпора, нарушения стационарного режима движения потока, зарастания или ледообразования.

3) Ряд отклонений носит циклический характер и может быть представлен в виде периодической тригонометрической функции, например, косинусоиды. Это позволяет определить характеристики корреляционной связанности и оптимальную интерполяцию отклонений в промежутках между измерениями и получить корректную оценку погрешностей расчетов.

Задача по подбору аналитического выражения, отражающее связь расходов и уровней воды, оптимальным образом, является наиболее важной. Для этого используются пять алгоритмов: полиномы первой, второй и третьей степени ( $Q = a_0 + a_1 H_1 + a_2 H_2 + \dots + a_m H_m$ ), полином с ограничениями (от первой

до третьей степени) и парабола Глушкова ( $Q(H) = a(H - H_0)b$ ).

При выборе оптимальной функции учитываются следующие статистические характеристики:

- 1) Множественный коэффициент корреляции должен быть наибольшим
- 2) Дисперсия и СКО абсолютных остатков регрессии должны быть наименьшими
- 3) Дисперсия и СКО относительных остатков регрессии должны быть наименьшими
- 4) Математическое ожидание абсолютных и относительных остатков регрессии должно быть близко к нулю

Кривая расходов или ее оптимальная аппроксимация отражают осредненные характеристики пропускной способности русла, отклонения точек от нее связаны со случайными погрешностями измерения расхода воды и морфологическими и гидравлическими факторами.

Универсальная модель гидрометрического учета стока позволяет повысить надежность вычисления ежедневных расходов воды, легко может быть реализована в компьютерных технологиях, а также создает возможность для корректной оценки погрешностей ЕРВ.

## **Глава 4 Получение ежедневных расходов воды с помощью регрессионно-гидравлических моделей (РГМ)**

Расчет речного стока сводится к построению гидрографа как функции зависимости расходов воды в течение года при ежедневных наблюдениях за уровнями.

Расчет производился по трем моделям для трех периодов:

- 1) Период ледовых явлений и ледостава,
- 2) Период свободного русла,
- 3) Период зарастания.

В качестве исходных данных были взяты измеренные расходы воды и ежедневные уровни (приложения А – Е) р. Мста – с. Березовский рядок, р. Луга – г. Кингисепп, р. Ловать – д. Сельцо за 1967 год. Для сравнения результатов, полученных по моделям, в качестве истинных значений были взяты значения ежедневных расходов воды, опубликованные в ежегоднике (приложения Ж – К).

### **4.1 Расчет ежедневных расходов воды в период ледовых явлений и ледостава**

В качестве примера подробно будет изложен расчет для гидропоста р. Мста – с. Березовский рядок, расчеты по другим постам были выполнены по аналогии.

Для получения уравнения множественной линейной регрессии были рассчитаны натурные значения параметров  $X_1 - X_5$  уравнения 3.4, расчет параметров приведен в таблице 4.1.1.  $K_{зим}$  определялось по уравнению 2.1. Конец ледовых образований (5 апреля) определялся по данным ежедневных уровней воды.

Таблица 4.1.1 – Определение натуральных значений параметров уравнения множественной линейной регрессии

№	Дата	сост. реки	H, см	Q <sub>з</sub> , м <sup>3</sup> /с	Q <sub>св</sub> , м <sup>3</sup> /с	ω <sub>л</sub> , м <sup>2</sup>	ω <sub>0</sub> , м <sup>2</sup>	K <sub>зим</sub>	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	x <sub>4</sub>	x <sub>5</sub>
1	05.янв	лдст	18	7.86	21.0	19.4	31.2	0.38	0.011	0.622	0.007	0.387	0.004
2	16.янв	"	20	7.28	21.6	18.9	31.9	0.34	0.066	0.592	0.039	0.351	0.023
3	26.янв	"	15	6.81	20.0	16.5	30.0	0.34	0.073	0.550	0.040	0.303	0.022
4	05.фев	"	15	6.4	20.0	15.8	30.4	0.32	0.062	0.520	0.032	0.270	0.017
5	15.фев	"	22	7.38	22.2	17.7	33.0	0.33	0.047	0.536	0.025	0.288	0.013
6	24.фев	"	10	5.13	18.5	14.4	28.7	0.28	0.035	0.502	0.017	0.252	0.009
7	07.мар	"	3	4.42	16.5	13.5	26.1	0.27	0.023	0.517	0.012	0.268	0.006
8	18.мар	"	20	9.67	21.6	20.2	32.1	0.45	0.015	0.629	0.009	0.396	0.006
9	28.мар	"	16	14.4	20.3	24.0	31.1	0.71	0.010	0.772	0.007	0.596	0.006

По данным измеренных расходов воды при свободном русле была построена зависимость  $Q = f(H)$ . Представленное на рис. 4.1.1 уравнение – уравнение регрессии для свободного русла р. Мста – п. Березовский рядок. Аналогично были получены уравнения и для р. Луга – г. Кингисепп, и для р. Ловать – д. Сельцо, представленные на рис. 4.1.2 и 4.1.3.

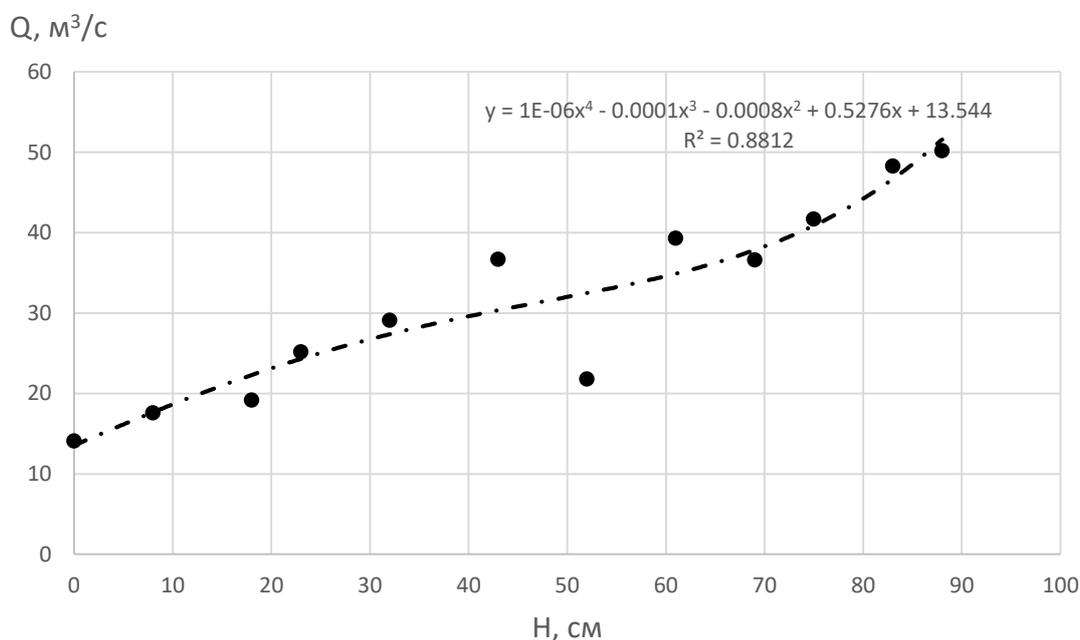


Рис. 4.1.1 - Зависимость  $Q = f(H)$  для свободного русла р. Мста – п. Березовский рядок

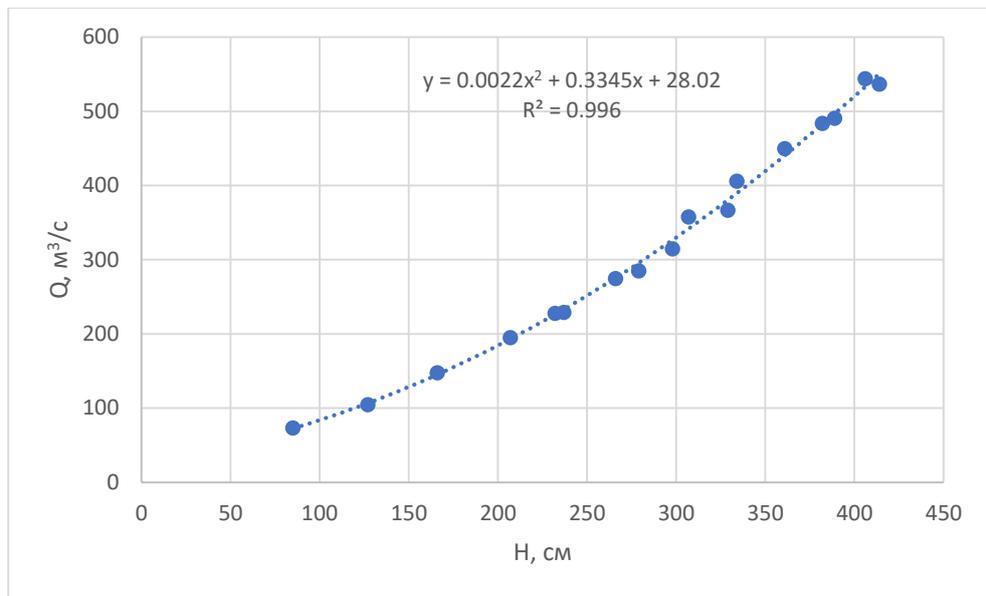


Рис. 4.1.2 - Зависимость  $Q = f(H)$  для свободного русла р. Луга – г. Кингисепп

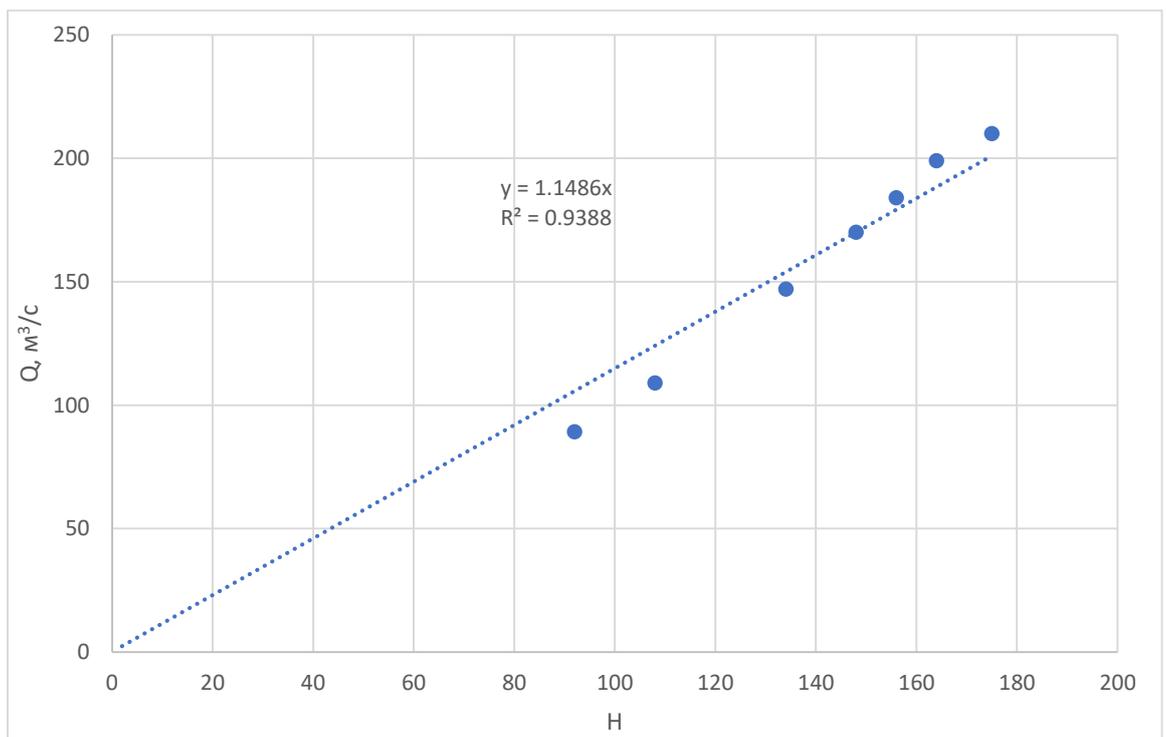


Рис. 4.1.3 - Зависимость  $Q = f(H)$  для свободного русла р. Ловать – д. Сельцо

Расходы воды при свободном русле определялись по уравнениям, представленным на рисунках 4.1.1 – 4.1.3. По данным таблицы 4.1.1 с помощью строенных функций MS Excel было получено уравнение множественной регрессии для периода ледовых явлений для р. Мста – п. Березовский рядок:

$$K_{\text{зим}} = 0.07 + 7.46x_1 - 0.83x_2 - 2.18x_3 + 2.22x_4 - 18.4x_5 \quad (4.1.1)$$

Аналогично были получены уравнения и для р. Луга – г. Кингисепп:

$$K_{\text{зим}} = 0.95 - 11.61x_1 - 3.42x_2 + 31.4x_3 + 3x_4 + 21.5x_5 \quad (4.1.2)$$

и для р. Ловать – д. Сельцо:

$$K_{\text{зим}} = -4.96 + 306.7x_1 + 27.6x_2 - 1483x_3 - 35x_4 + 1777x_5 \quad (4.1.3)$$

Ежедневные расходы воды определялись по уравнению:

$$Q_E = K_{\text{зим}} Q_{\text{св}} \quad (4.1.4)$$

На рисунках 4.1.4 – 4.1.6 представлены гидрографы для р. Мста – п. Березовский рядок, р. Луга – г. Кингисепп и р. Ловать – д. Сельцо: полученный по уравнению 4.1.4, построенный по данным из гидрологического ежегодника, а также нанесены измеренные расходы воды.

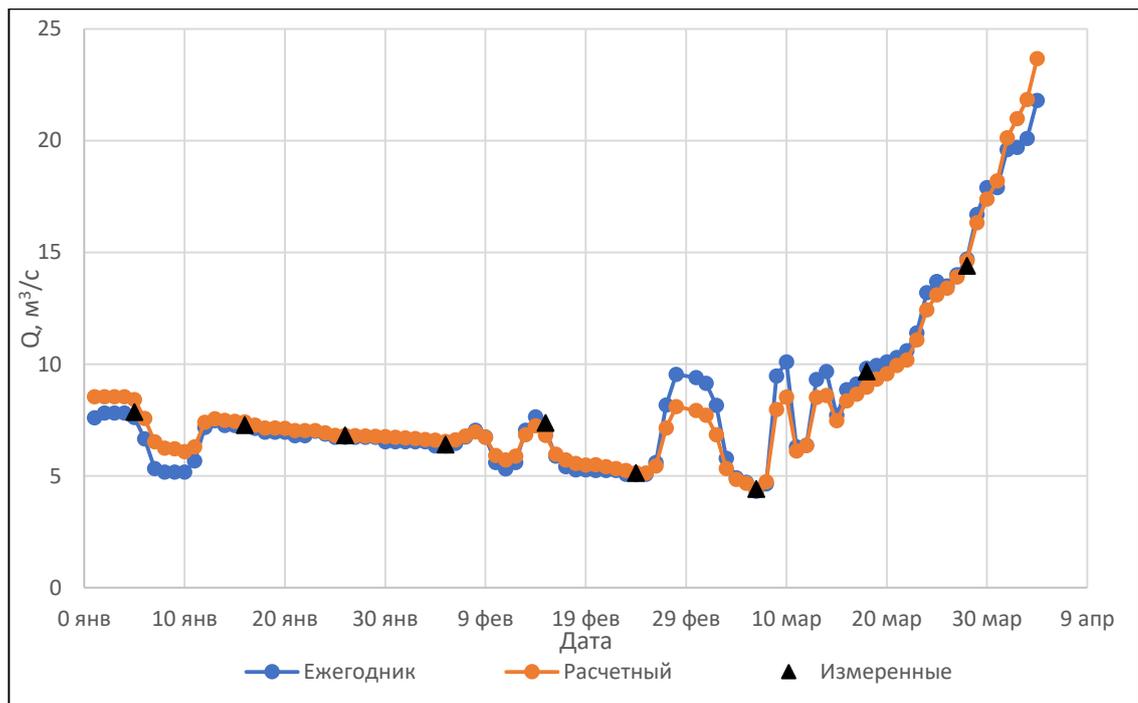


Рис. 4.1.4 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в начале календарного года р. Мста – п. Березовский рядок

Среднее отклонение рассчитанных значений, от значений, опубликованных в ежегоднике, составило 5,5 %, но как видно из рисунка 4.1.4, модель дает наибольшие отклонения в период паводков, где отсутствуют данные об измеренных расходах воды, что ставит под сомнение точность данных,

опубликованных в ежегоднике.

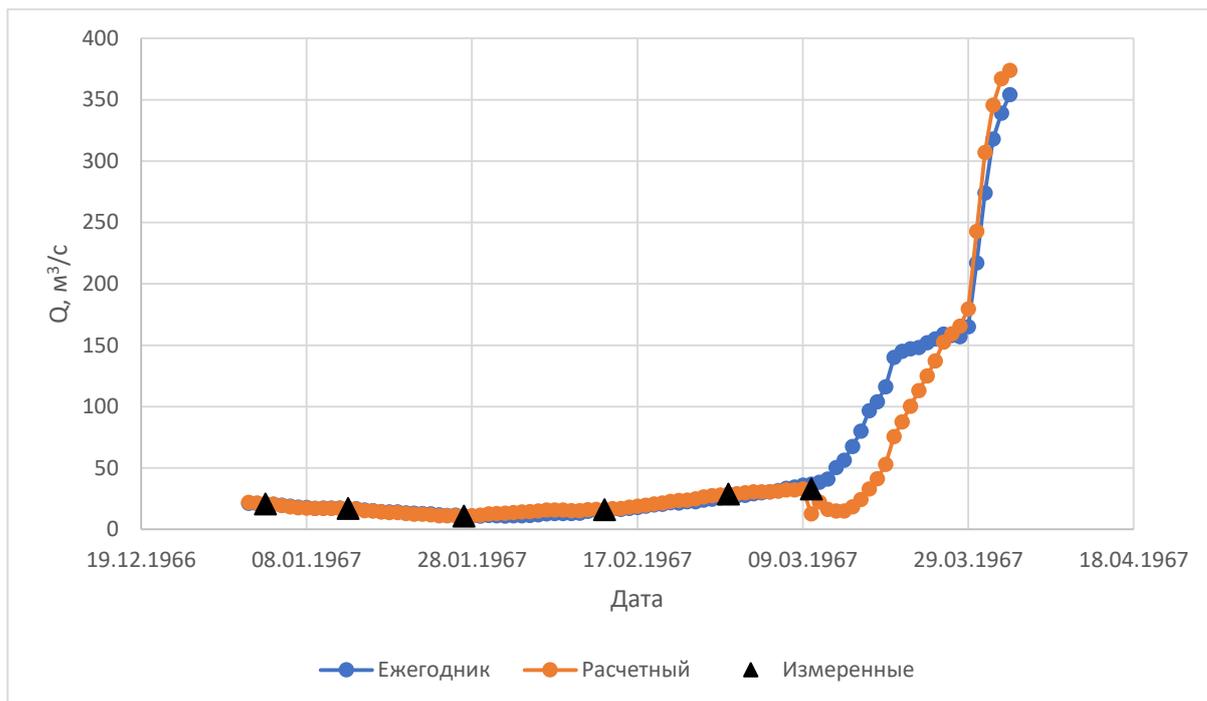


Рис. 4.1.5 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в начале календарного года р. Луга – г. Кингисепп

Среднее отклонение рассчитанных значений, от значений, опубликованных в ежегоднике, составило 15 %, но как видно из рисунка 4.1.5, модель дает наибольшие отклонения в переходный период, где отсутствуют данные об измеренных расходах воды.

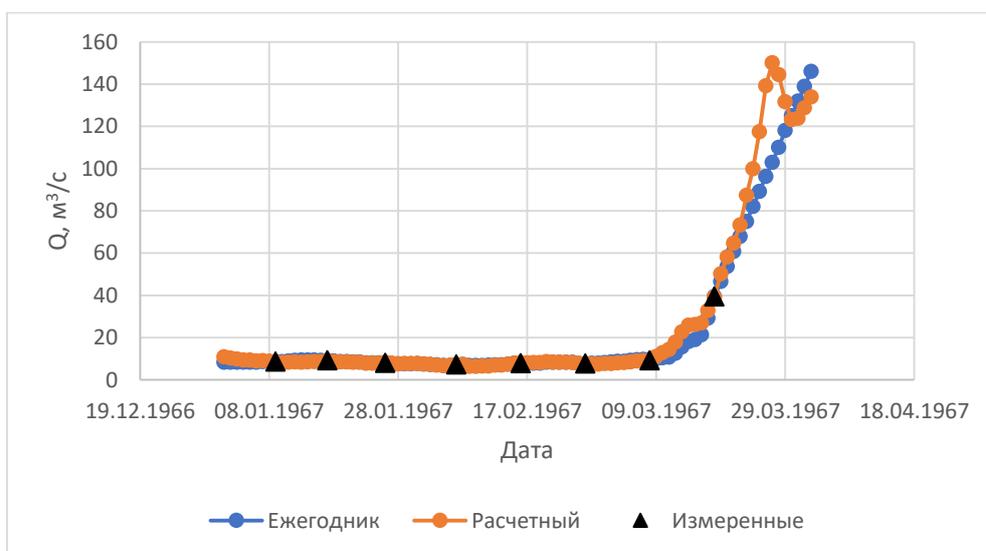


Рис. 4.1.6 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в начале календарного года р. Ловать – д. Сельцо

Среднее отклонение рассчитанных значений, от значений, опубликованных в ежегоднике, составило 9 %, но как видно из рисунка 4.1.6, периоды, хорошо освещенные расходами воды, почти совпадают с данными ежегодника.

#### 4.2 Расчет ежедневных расходов воды в период свободного русла

Расчет ежедневных расходов воды производился по уравнениям, представленным на рисунке 4.1.1 – 4.1.3. По полученным данным были построены гидрографы до периода зарастания русла (рис. 4.2.1 – 4.2.3) и после периода зарастания до периода ледовых явлений (рис. 4.2.4 – 4.2.5).

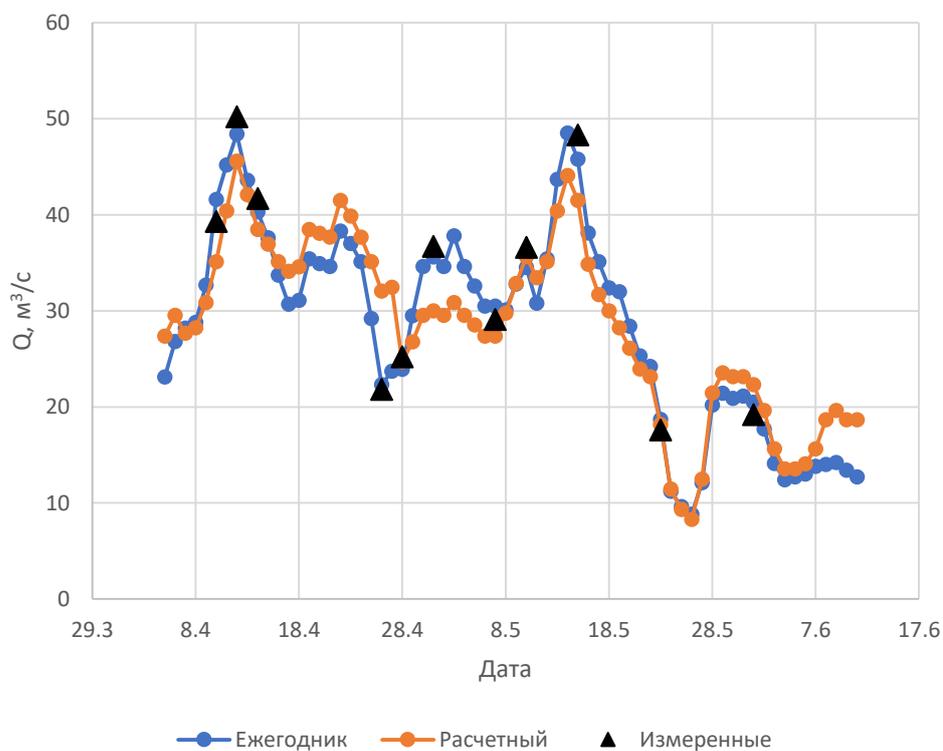


Рис. 4.2.1 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период свободного русла до зарастания р. Мста – п. Березовский рядок

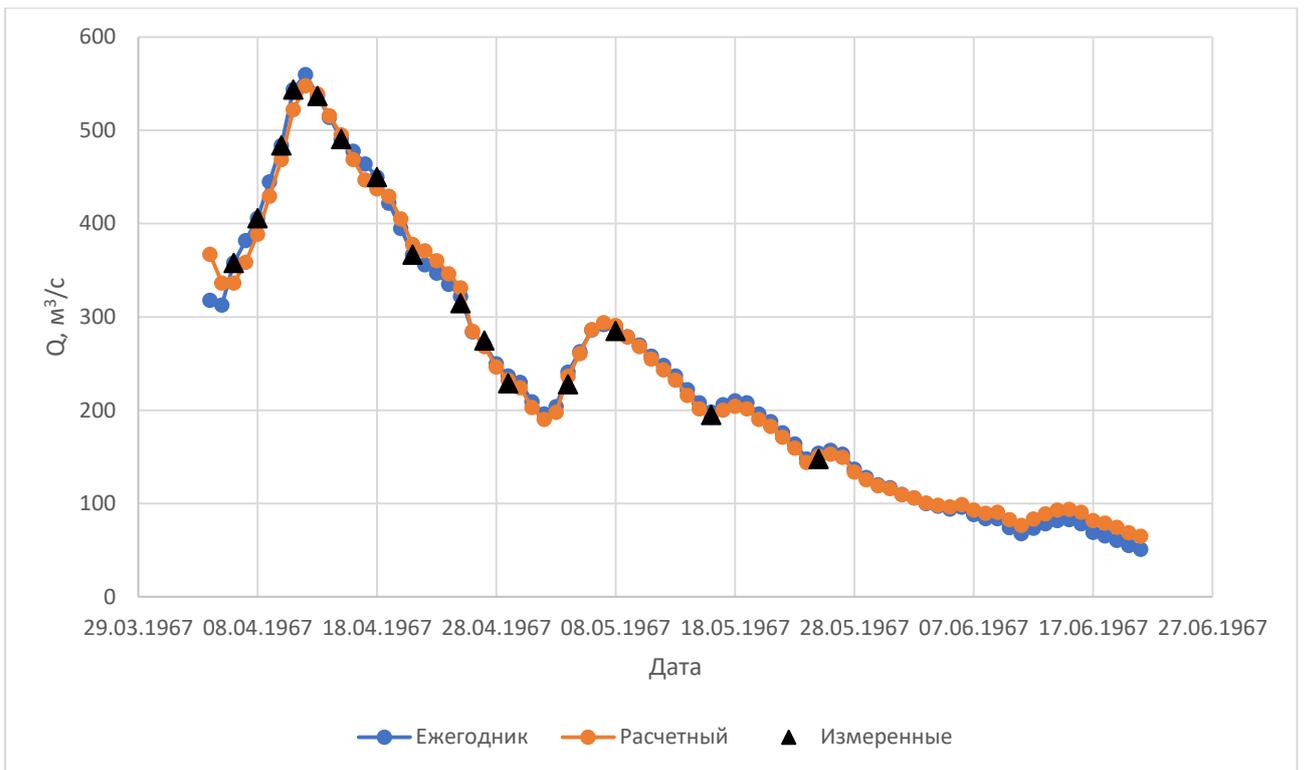


Рис. 4.2.2 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период свободного русла до зарастания р. Луга – г. Кингисепп

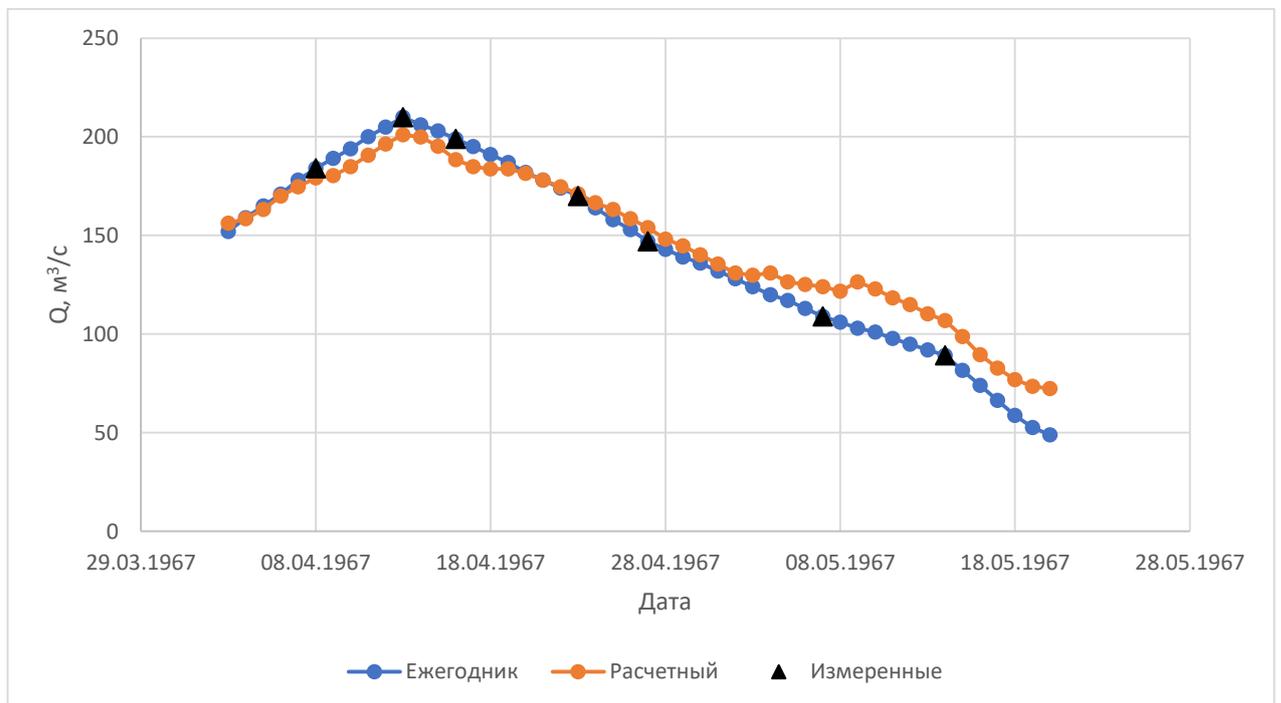


Рис. 4.2.3 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период свободного русла до зарастания р. Ловать – д. Сельцо

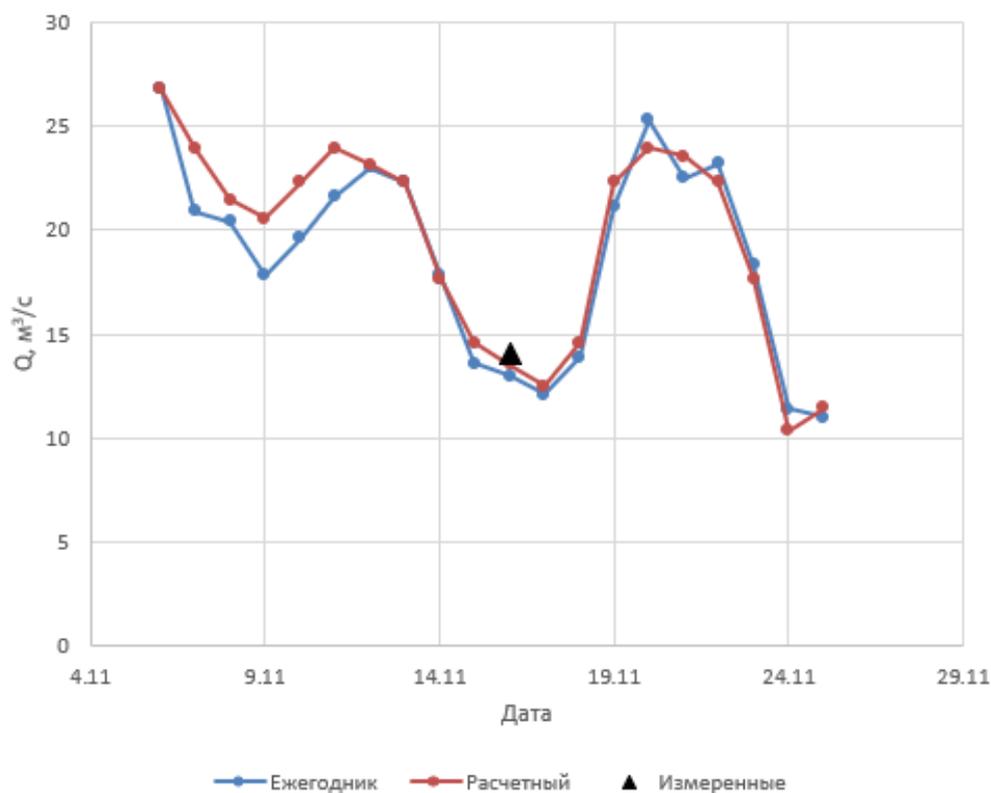


Рис. 4.2.4 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период свободного русла после зарастания до образования ледовых явлений р. Мста – п. Березовский рядок

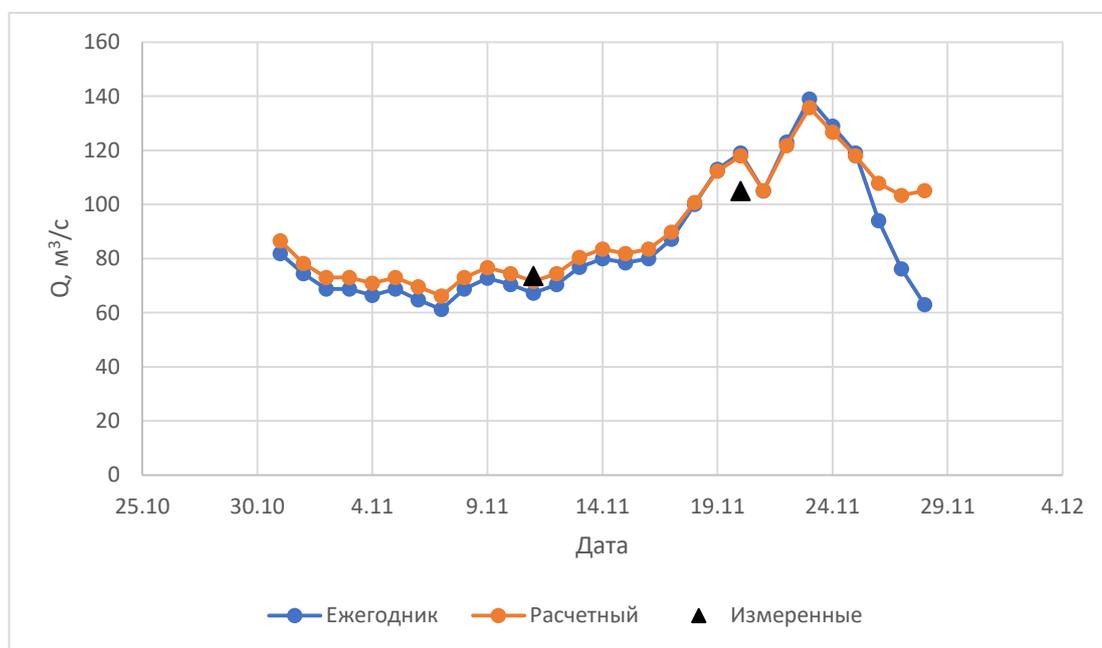


Рис. 4.2.5 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период свободного русла после зарастания до образования ледовых явлений р. Луга – г. Кингисепп

Как видно из рисунков 4.2.1 и 4.2.4 модель сглаживает паводки, это связано

с тем, что уравнение было получено методом наименьших квадратов. Среднее отклонение за два этих периода для р. Мста – п. Березовский рядок составило 9%.

Если анализировать график, представленный на рис. 4.2.2, то расхождения минимальны, среднее отклонение всего 5%, а на графике, представленном на рисунке 4.2.5, модель показала более правдоподобный результат, нежели данные, опубликованные в ежегоднике, отклонение составило также 5 %.

На графике, представленном на рис. 4.2.3, видно сильное расхождение графиков, но несмотря на это среднее отклонение всего 9,5 %.

### 4.3 Расчет ежедневных расходов воды в период зарастания русла

По аналогии с уравнением множественной линейной регрессии для периода ледовых явлений были получены уравнения регрессии для параметра Великанова в период зарастания русла.

Для р. Мста – п. Березовский рядок:

$$m = 0.46 - 0.9\tau + 1.27\tau^{4/3} \quad (4.3.1)$$

Для р. Луга – г. Кингисепп:

$$m = 0.42 - 1.21\tau + 1.16\tau^{4/3} \quad (4.3.1)$$

Для р. Ловать – д. Сельцо:

$$m = 0.35 - 1.9\tau + 1.81\tau^{4/3} \quad (4.3.1)$$

В таблице 4.3.1 представлен расчет параметров Великанова  $m$  по натурным данным на примере р. Мста – п. Березовский рядок.

Таблица 4.3.1 – Расчет параметров Великанова  $m$

№	Дата	сост. реки	H, см	Q, м <sup>3</sup> /с	ω, м <sup>2</sup>	B, м	m	τ	τ <sup>4/3</sup>
22	12.июн	тр	12	12.8	29.5	36.4	0.50	0.01	0.001
23	16.июн	"	27	16	34.8	36.8	0.48	0.03	0.01
24	26.июн	"	-3	6.88	23.5	34.2	0.38	0.10	0.04
25	05.июл	"	8	8.07	27.5	36.3	0.35	0.16	0.09
26	16.июл	"	2	8.12	25.3	35.8	0.40	0.23	0.14
27	30.июл	"	0	10	24.5	34.5	0.51	0.33	0.23
28	10.авг	"	-5	8.96	22.7	34.2	0.52	0.40	0.30

Продолжение таблицы 4.3.1									
29	13.авг	"	-16	5.1	18.9	33.4	0.39	0.42	0.32
30	28.авг	"	-10	7.74	20.9	33.7	0.51	0.53	0.43
31	01.сен	"	21	19.4	31.6	36.6	0.68	0.55	0.46
32	18.сен	"	-13	6.9	19.9	33.6	0.49	0.67	0.59
33	22.сен	"	6	15.3	26.4	36	0.71	0.70	0.62
34	06.окт	"	-4	10.5	22.7	34.2	0.61	0.79	0.74
35	19.окт	"	2	14.6	24.9	35.8	0.75	0.88	0.85
36	26.окт	"	17	21	30.2	36.6	0.79	0.93	0.91
37	05.ноя	"	31	27.2	34.9	36.9	0.81	1.00	1.00

Ежедневные расходы воды определялись по уравнению 3.4. Значения  $\omega$  и  $B$  были определены по уравнениям кривых связи  $\omega(H)$  (рис. 4.3.1 – 4.3.3) и  $B(H)$  (рис.4.3.4 – 4.3.6) при свободном русле.

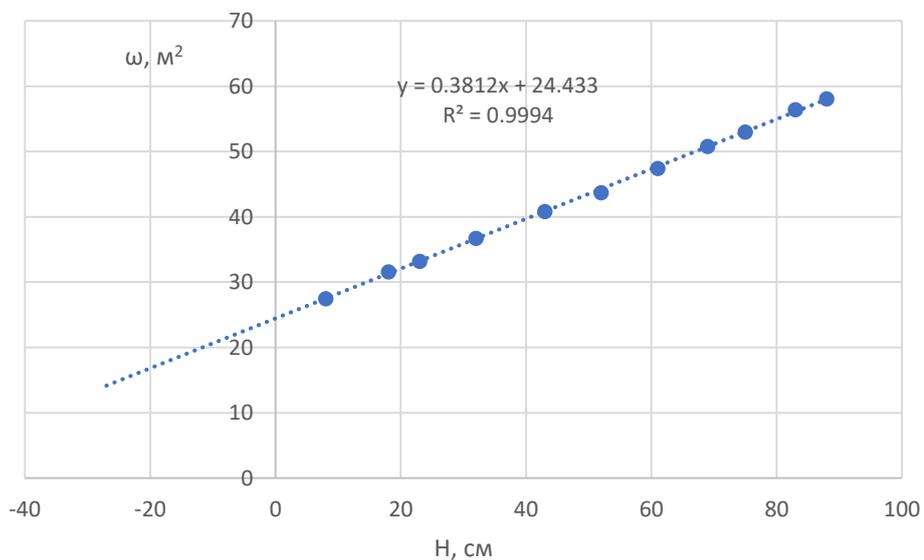


Рис. 4.3.1 – Кривая связи  $\omega=f(H)$  для р. Мста – п. Березовский рядок

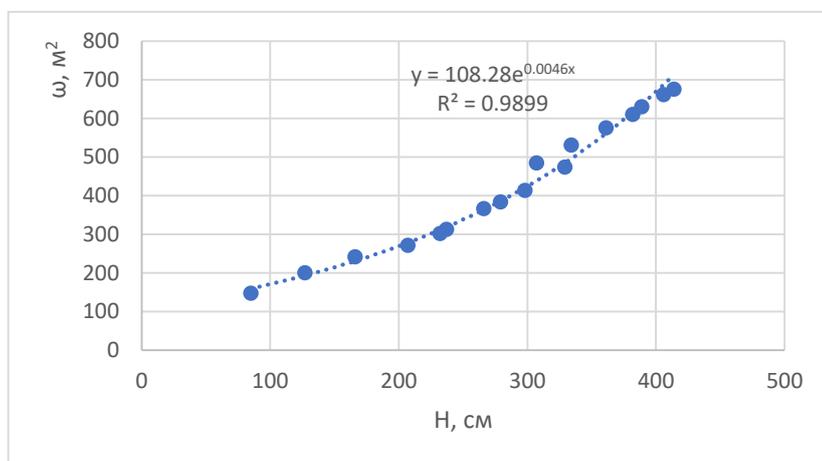


Рис. 4.3.2 – Кривая связи  $\omega=f(H)$  для р. Луга – г. Кингисепп

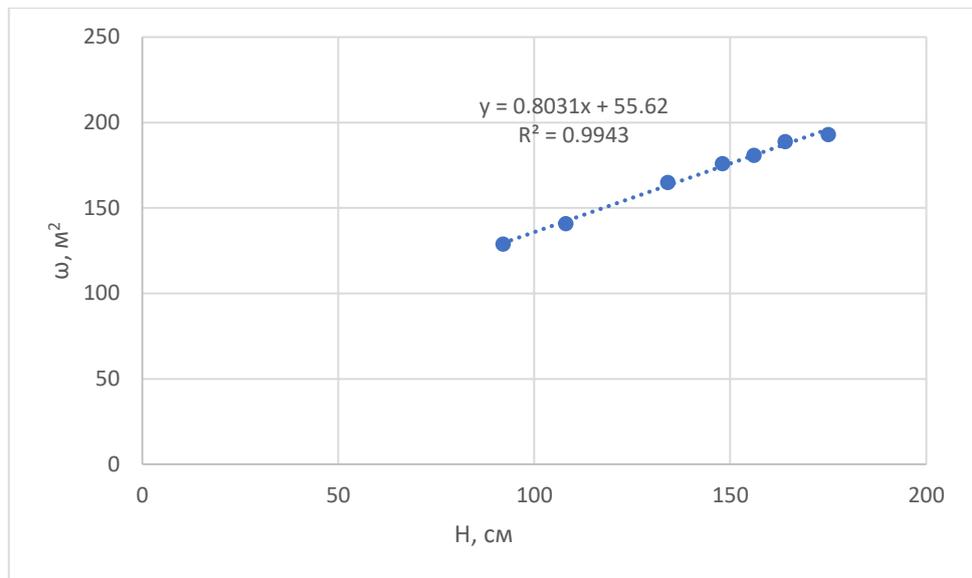


Рис. 4.3.2 – Кривая связи  $\omega=f(H)$  для р. Ловать – д. Сельцо

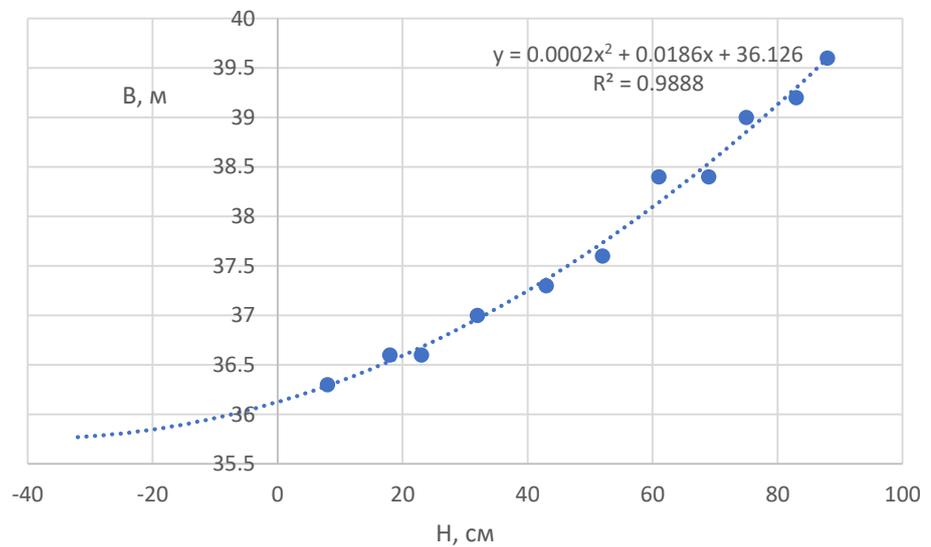


Рис. 4.3.4 – Кривая связи  $B=f(H)$  для р. Мста – п. Березовский рядок

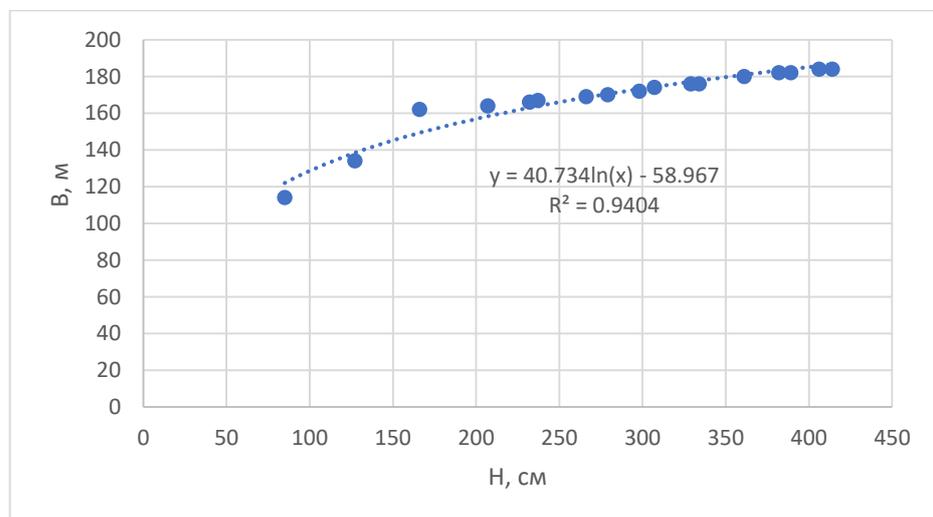


Рис. 4.3.5 – Кривая связи  $B=f(H)$  для р. Луга – г. Кингисепп

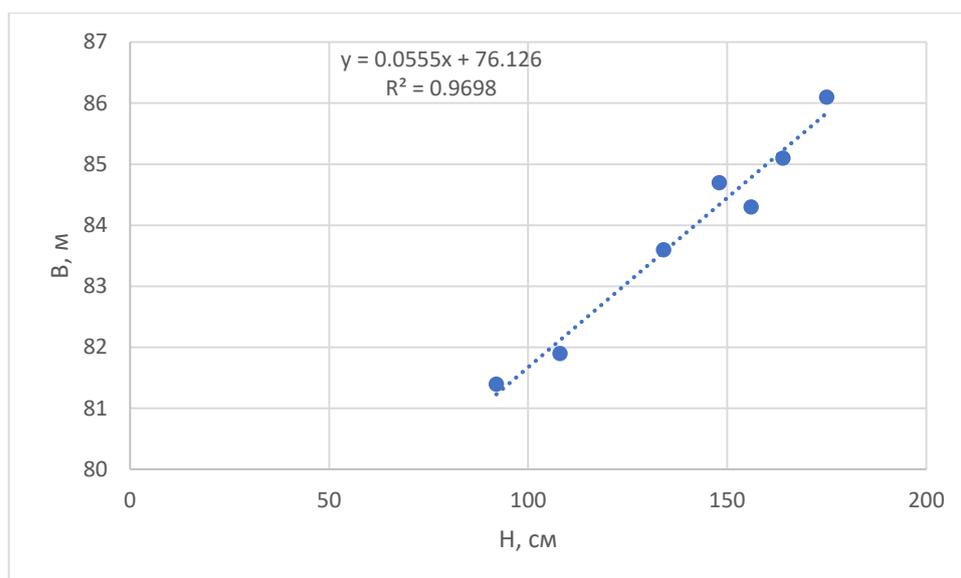


Рис. 4.3.6 – Кривая связи  $V=f(H)$  для р. Ловать – д. Сельцо

По полученным расходам воды для разных постов, а также по данным из ежегодника были построены гидрографы, а также нанесены измеренные расходы воды (рис.4.3.3 – 4.3.5).

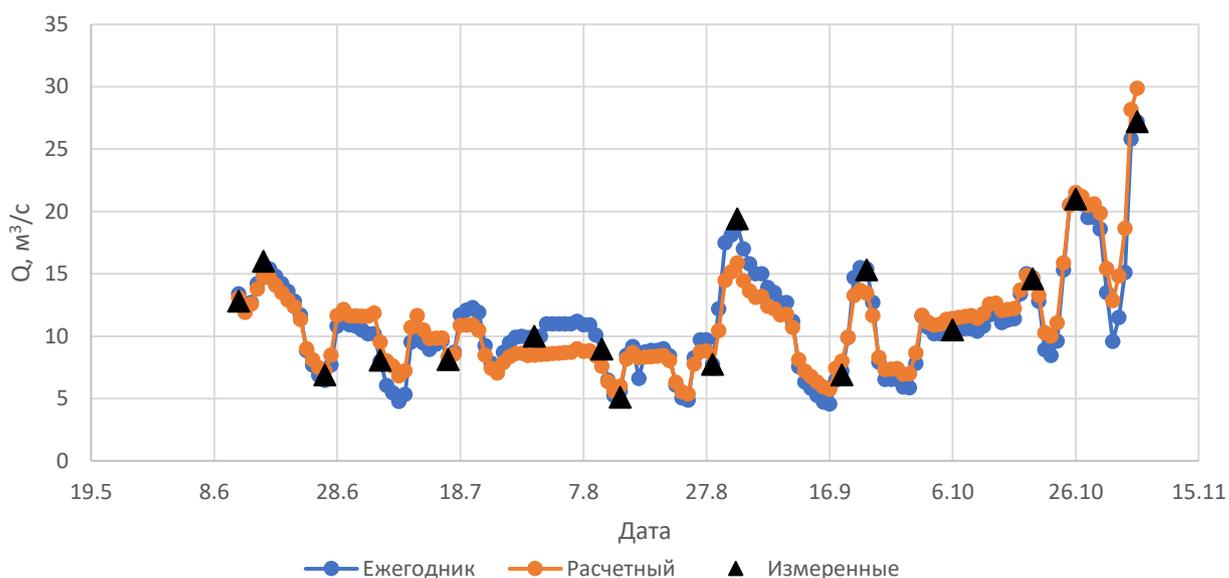


Рис. 4.3.3 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период зарастания русла р. Мста – п. Березовский рядок.

Как видно из рисунка 4.3.3 модель хорошо описывает измеренные расходы воды, однако сглаживает паводки за счет использования уравнения. Среднее отклонение за данный период для р. Мста – п. Березовский рядок получилось 11. Если использовать интерполяцию параметра Великанова между измеренными расходами воды, то точность и надежность повысится, но и повысится трудность

получения ежедневных расходов.

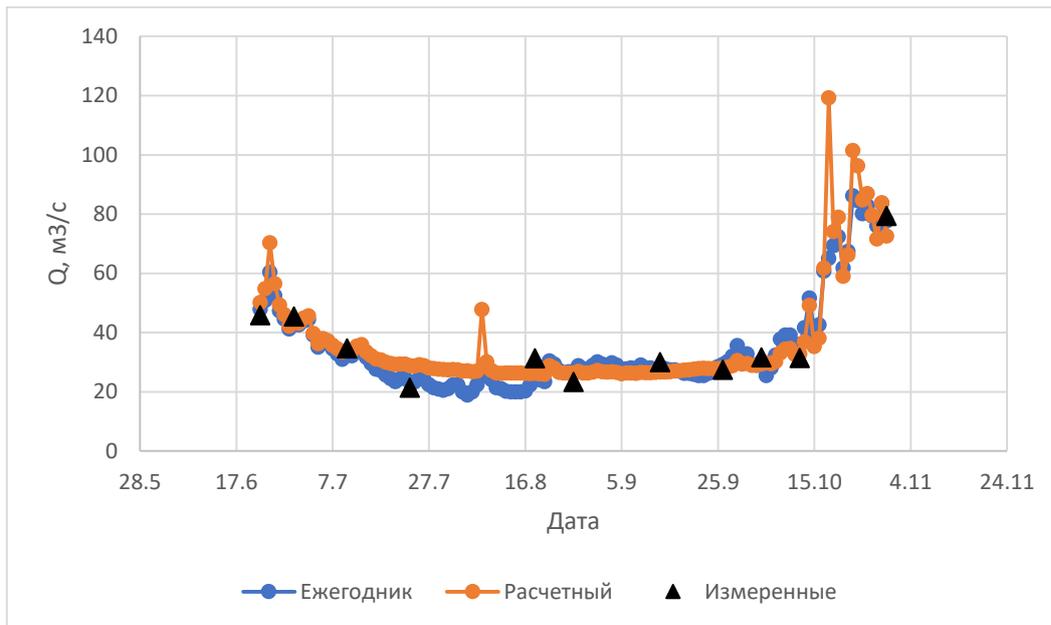


Рис. 4.3.4 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период зарастания русла р. Луга – г. Кингисепп

Как видно из рисунка 4.3.4 расходы, полученные по модели, достаточно плохо совпадают с данными из ежегодника, среднее отклонение за данный период составило 11,7 %.

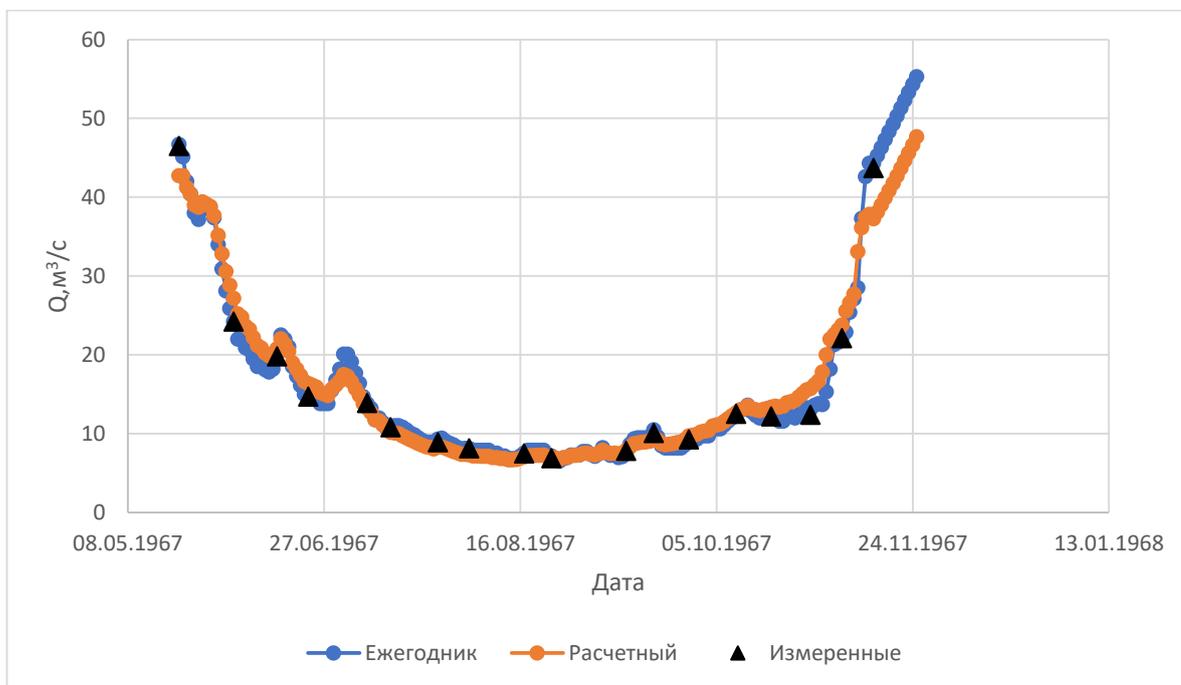


Рис. 4.3.5 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период зарастания русла р. Ловать – д. Сельцо

Как видно из рис. 4.3.5 модель показала хорошие результаты, гидрограф

по ежегоднику и расчетный гидрограф практически совпадают, среднее отклонение за данный период составило 7,9 %

#### 4.4 Расчет ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в конце календарного года

Ежедневные расходы воды были получены по аналогии с началом календарного года, за исключением того, что для определения параметров уравнения использовались данные об измеренных расходах за следующий календарный год. По полученным данным были построены гидрографы (рис. 4.4.1 – 4.4.3).

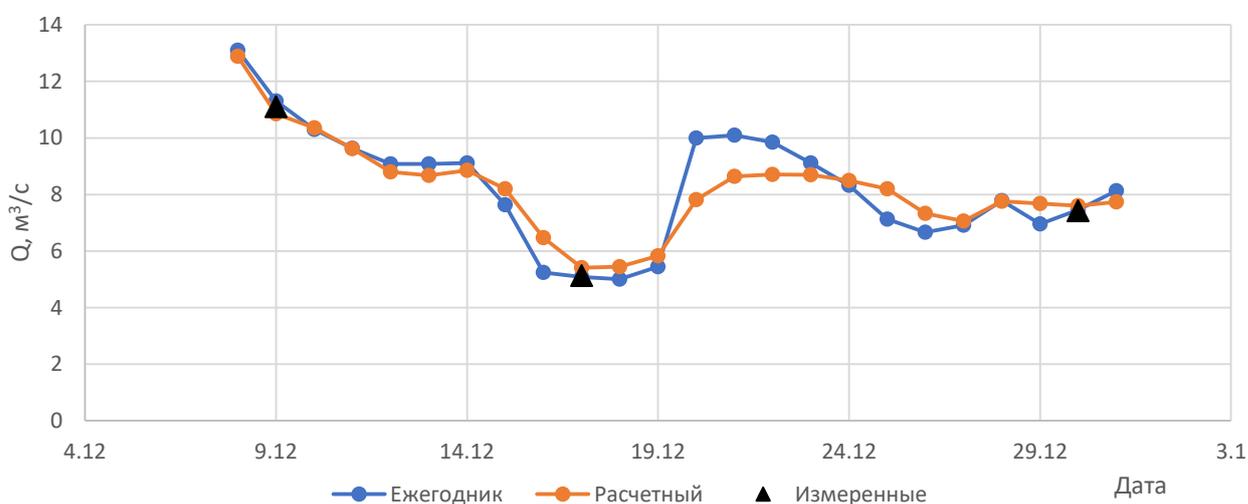


Рис. 4.4.1 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в конце календарного года р. Мста – п. Березовский рядок

Среднее отклонение для р. Мста – п. Березовский рядок составило 7%, что получилось выше, чем в начале года, но это объясняется тем, что расходов в этот период было измерено меньше, также с тем, что некоторые измерения были произведены при зажоре и возникло подпорное явление, которое модель не учитывает.

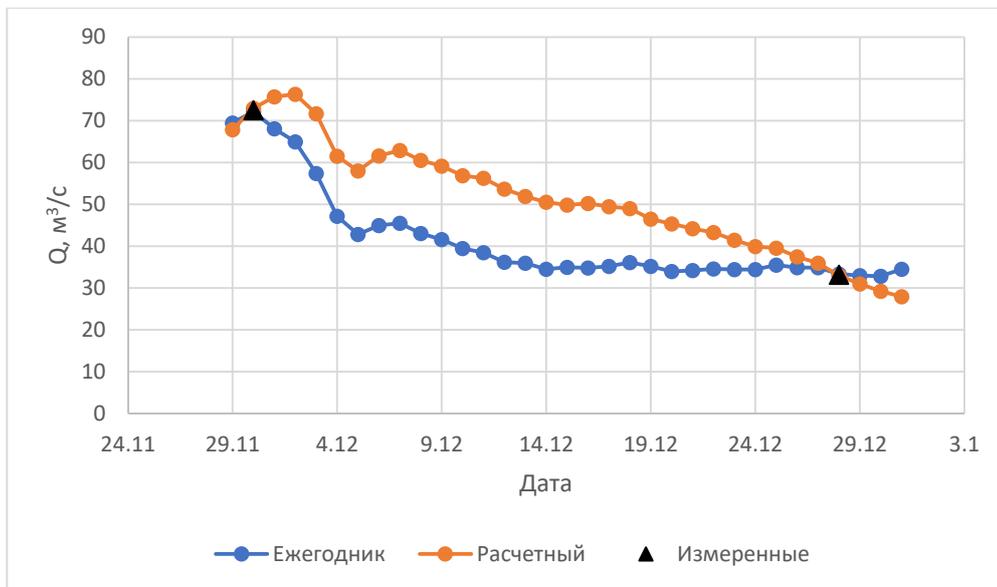


Рис. 4.4.2 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в конце календарного года р. Луга – г. Кингисепп

Как видно из рис. 4.4.2 гидрографы слабо совпадают, однако имеют точки соприкосновения в датах измерения расходов воды, модель дает завышенные результаты, по сравнению с данными, опубликованными в ежегоднике. Среднее отклонение за этот период составило 27%.

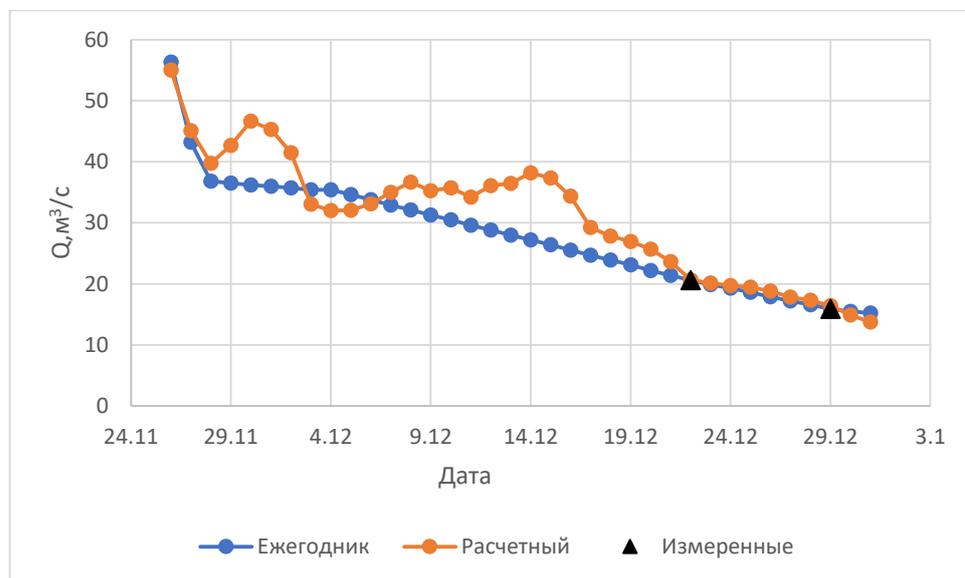


Рис. 4.4.3 – Гидрограф ежедневных расходов воды в период ледовых явлений в конце календарного года р. Ловать – д. Сельцо

Как видно из рисунка 4.4.3 гидрографы, полученные по модели и ежегоднику, очень сильно разнятся, но совпадают в период, освещенный расходами воды, среднее отклонение за этот период составило 14%.

## Глава 5 Хронологические графики хода расходов воды, полученных с использованием регрессионно-гидравлических моделей

По данным ежедневных уровней воды и измеренных расходов воды были рассчитаны гидрографы для 3 гидрологических постов.

На рисунке 5.1 представлен гидрограф ежедневных расходов воды р. Мста – с. Березовский рядок.

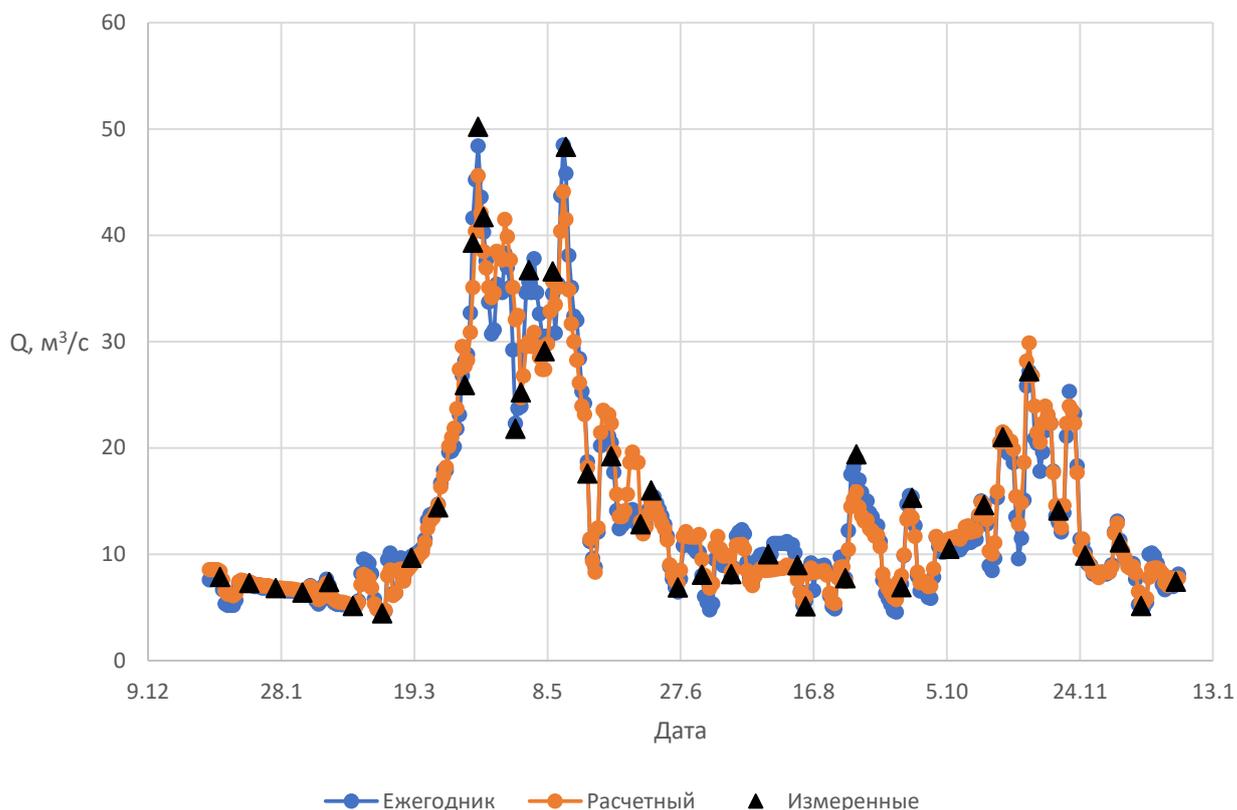


Рис. 5.1 – Хронологический ход ежедневных расходов воды р. Мста – с. Березовский рядок

Среднее отклонение от данных ежегодника за весь календарный год составило 9%, несмотря на это, я считаю, что модели показали хороший результат, поскольку в ежегоднике могли быть допущены ошибки. Большое отклонение связано с тем, что уравнения хорошо описывают совокупность точек, а не отдельные точки.

На рисунке 5.2 представлен гидрограф ежедневных расходов воды р. Луга – г. Кингисепп.

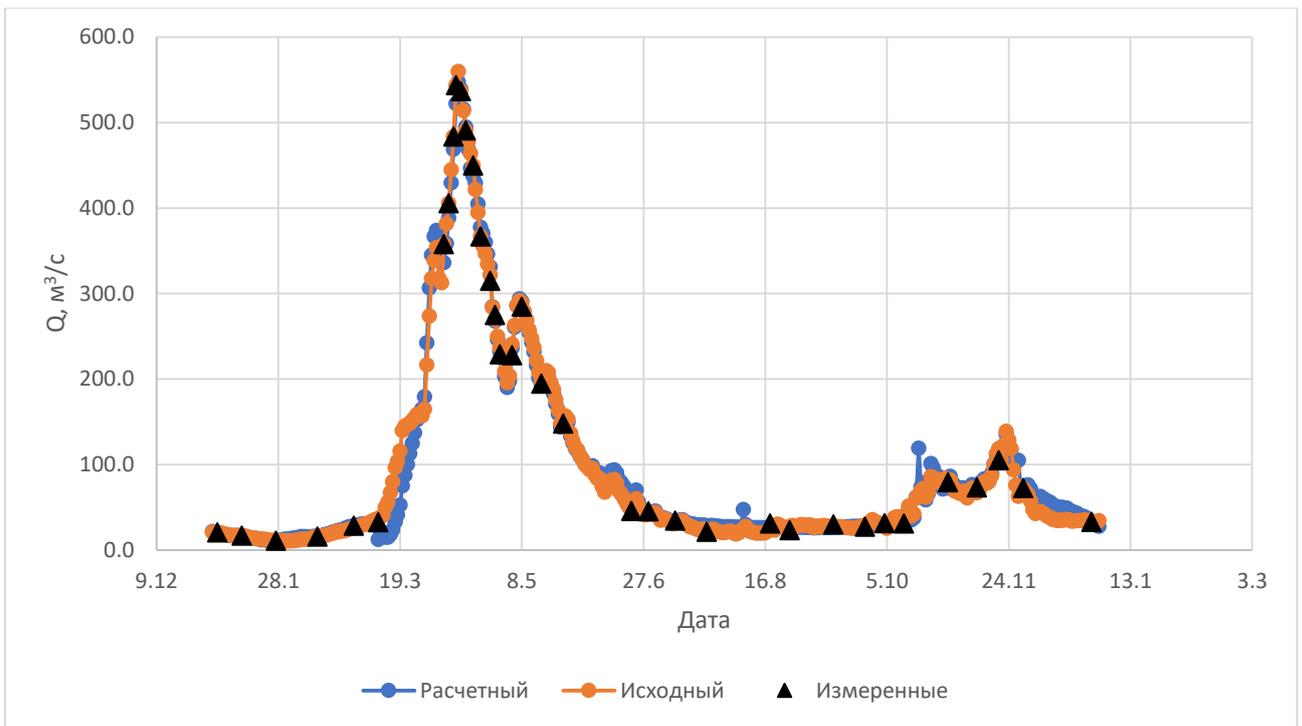


Рис. 5.2 – Хронологический ход ежедневных расходов воды р. Луга – г. Кингисепп

Среднее отклонение за весь календарный год составило 12,1 %, но как видно из гидрографа, наибольшие отклонения возникли в периоды, неосвященные наблюдениями за расходами.

На рисунке 5.3 представлен гидрограф ежедневных расходов воды р. Ловать – д. Сельцо.

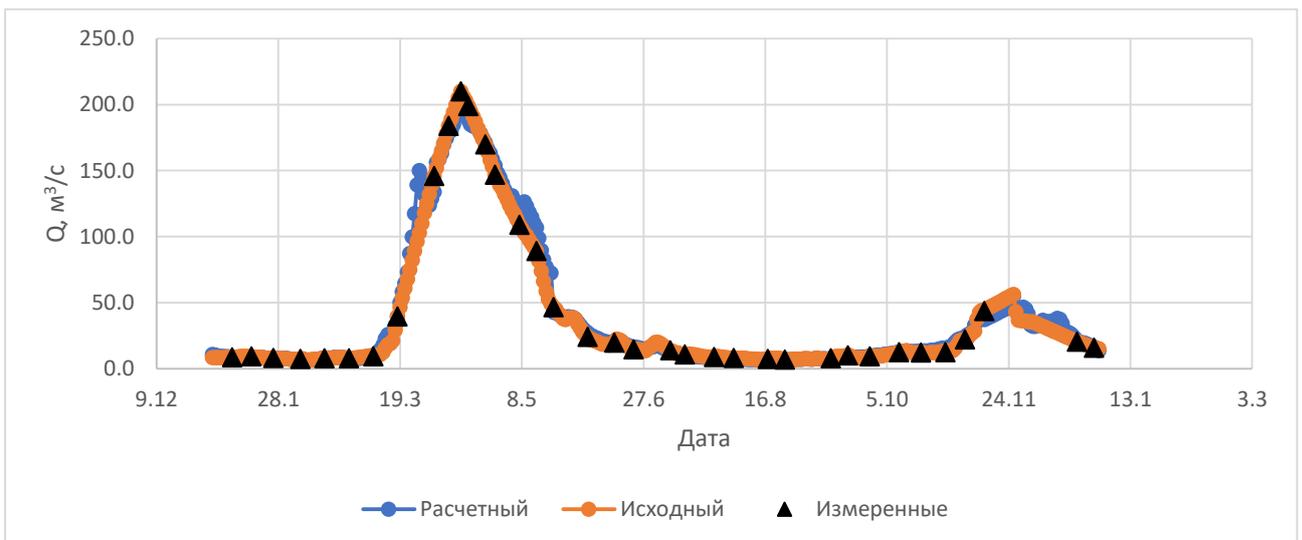


Рис. 5.2 – Хронологический ход ежедневных расходов воды р. Ловать – д. Сельцо

Среднее отклонение за весь календарный год составило 9%, однако можно заметить, что наибольшие отклонения возникают в периоды, где не было измерений расходов воды.

## Заключение

Целью данной бакалаврской работы было получение ежедневных расходов воды с помощью регрессионно-гидравлических моделей.

По результатам проведенных вычислений модели показали хороший результат, по двум из трех выбранных постов среднее отклонение составило не более 10 %, а значит полученные ежедневные расходы воды могут считаться достоверными, и предложенные методики использоваться в работе.

Преимуществом моделей является то, что их легко можно реализовать на ЭВМ, процесс получения ежедневных расходов воды становится быстрее и меньше зависит от человеческого фактора и опыта специалиста, производящего расчет, также модели позволяют использовать данные прошедших лет наблюдений, коэффициенты могут быть получены по натурным данным, а использование параметра Великанова позволяет изучить влияние других факторов на пропускную способность русла

Недостатком моделей является то, что некоторые данные трудно, а иногда невозможно получить, и то, что модели сглаживают значения во время паводков, так как описывают совокупность точек.

### Список использованных источников

- 1) Алекин О.А. Гидрохимия рек СССР – Л., Гидрометеиздат, 1948.
- 2) Байгубеков К.Р. Современные методы учета речного стока // Наука в современном обществе: Закономерности и тенденции развития, сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 2021. С. 268 – 270.
- 3) Быков В.Д., Васильев А.В. Гидрометрия – Л.: Гидрометеиздат, 1972.
- 4) Векшина Т.В «Гидрометрический учет стока на основе параметра Великанова»
- 5) Векшина Т.В., Большаков В.А., Коринец Е.М. «Математическая статистика и информационные технологии в современных методах гидрометрического учета стока»
- 6) "Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ (ред. от 01.05.2022)
- 7) Геология СССР. Том 1. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Геологическое описание.
- 8) Гидрологический ежегодник 1967 г: том 1 бассейн Балтийского моря. Вып. 0 – 5 бассейн Балтийского моря от р. Нева до р. Неман
- 9) Государственные геологические и гидрогеологические карты с пояснительными записками. М 1:200000, МИНГЕО СССР, 1974, 1977.
- 10) Мста//Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М.: Советская энциклопедия, 1969—1978.
- 11) Наставление гидрометеорологическим станциям и потам, вып.6, ч. 1-3 - Л.: Гидрометеиздат, 1978.
- 12) Общая характеристика территории / сост. и подгот. к изд. ПКО «Картография» и Госцентром «Природа» в 2004 г.; гл. ред. А. Н. Краюхин; отв. ред.: Г. В. Поздняк, Н. Н. Полункина, Н. В. Смурова. — М.: Роскартография, 2004. — 495 с. — (Национальный атлас России: в 4 т.; 2004—2008, т. 1).

- 13) Природные условия и естественные ресурсы СССР / Под ред. И.П. Герасимова и др. – М.: Наука – 1967.
- 14) Универсальная модель гидрометрического учета стока при свободном русле
- 15) Яковлев П.И. Условия формирования подземного притока на реках Верхнемстинского бассейна // Водное хозяйство России, 2017. №5 с. 51 – 66

**Приложение А – Измеренные расходы воды р. Мста – с. Березовский рядок за 1967 г**

№	Дата	№ створа	сост. реки	ур. воды, см	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Пл. вод. сеч., м <sup>2</sup>	ср. скорость, м/с	наиб. скор, м/с	Ширина, м	ср. глуб, м	наиб. глуб, м	уклон, ‰	спос. измер	примечание
1	05.январь	2	лдст	18	7.86	31.2/19.4	0.41	0.67	36.6	0.85	1.22	1.1	В 8/22	
2	16.январь	2	"	20	7.28	31.9/18.9	0.39	0.59	36.6	0.87	1.25	1.1	В 8/22	
3	26.январь	2	"	15	6.81	30.0/16.5	0.41	0.68	36.6	0.82	1.2	1.1	В 8/22	
4	05.февраль	2	"	15	6.4	30.4/15.8	0.41	0.66	36.6	0.83	1.2	1.1	В 8/22	
5	15.февраль	2	"	22	7.38	33.0/17.7	0.42	0.58	36.6	0.9	1.28	1.1	В 8/24	
6	24.февраль	2	"	10	5.13	28.7/14.4	0.36	0.56	36.4	0.79	1.16	1	В 8/20	
7	07.март	2	"	3	4.42	26.1/13.5	0.33	0.5	35.9	0.73	1.08	0.99	В 8/20	
8	18.март	2	"	20	9.67	32.1/20.2	0.48	0.68	36.6	0.88	1.26	0.89	В 9/27	
9	28.март	2	"	16	14.4	31.1/24.0	0.6	0.77	36.6	0.85	1.22	0.89	В 9/27	
10	07.апрель	2	рлдж	30	25.9	35.7	0.73	1.21	36.9	0.97	1.35	1	В 9/37	
11	10.апрель	2	св	61	39.3	47.4	0.83	1.44	38.4	1.23	1.66	0.89	В 9/43	
12	12.апрель	2	"	88	50.2	58.1	0.86	1.42	39.6	1.47	1.94	0.73	В 9/43	
13	14.апрель	2	"	75	41.7	53	0.79	1.31	39	1.36	1.82	0.67	В 9/43	
14	26.апрель	2	"	52	21.8	43.7	0.5	0.83	37.6	1.16	1.56	0.36	В 9/41	
15	28.апрель	2	"	23	25.2	33.2	0.76	1.17	36.6	0.91	1.28	1.1	В 9/39	
16	01.май	2	"	43	36.7	40.8	0.9	1.44	37.3	1.09	1.48	1.3	В 9/39	
17	07.май	2	"	32	29.1	36.7	0.79	1.27	37	0.99	1.36	1.1	В 9/18	
18	10.май	2	"	69	36.6	50.8	0.72	1.18	38.4	1.32	1.75	0.59	В 9/27	
19	15.май	2	"	83	48.3	56.4	0.86	1.37	39.2	1.44	1.9	0.77	В 9/27	
20	23.май	2	"	8	17.6	27.5	0.64	1.05	36.3	0.76	1.1	1.2	В 8/22	мертв.пр. 1.28 м <sup>2</sup>
21	01.июнь	2	"	18	19.2	31.6	0.61	1.05	36.6	0.86	1.22	0.92	В 9/25	мертв.пр. 0.45 м <sup>2</sup>

Продолжение приложения А

22	12.июн	2	тр	12	12.8	29.5	0.43	0.76	36.4	0.81	1.18	0.63	В 8/22	мертв.пр. 1.62 м <sup>2</sup>
23	16.июн	2	"	27	16	34.8	0.46	0.85	36.8	0.95	1.32	0.7	В 8/43	мертв.пр. 1.85 м <sup>2</sup>
24	26.июн	2	"	-3	6.88	23.5	0.29	0.71	34.2	0.69	1	0.86	В 8/22	мертв.пр. 1.37 м <sup>2</sup>
25	05.июл	2	"	8	8.07	27.5	0.29	0.69	36.3	0.76	1.1	0.84	В 8/22	мертв.пр. 2.02 м <sup>2</sup>
26	16.июл	2	"	2	8.12	25.3	0.32	0.61	35.8	0.71	1.4	0.9	В 8/22	мертв.пр. 1.67 м <sup>2</sup>
27	30.июл	2	"	0	10	24.5	0.41	0.79	34.5	0.71	1.01	1.1	В 8/22	мертв.пр. 1.48 м <sup>2</sup>
28	10.авг	2	"	-5	8.96	22.7	0.39	0.84	34.2	0.66	0.98	1.2	В 8/22	мертв.пр. 1.13 м <sup>2</sup>
29	13.авг	2	"	-16	5.1	18.9	0.27	0.62	33.4	0.57	0.86	1.2	В 6/18	мертв.пр. 2.29 м <sup>2</sup>
30	28.авг	2	"	-10	7.74	20.9	0.37	0.77	33.7	0.62	0.92	1.2	В 8/22	мертв.пр. 0.91 м <sup>2</sup>
31	01.сен	2	"	21	19.4	31.6	0.61	1.06	36.6	0.86	1.24	1.2	В 8/22	мертв.пр. 1.38 м <sup>2</sup>
32	18.сен	2	"	-13	6.9	19.9	0.35	0.68	33.6	0.59	0.9	1.2	В 8/22	мертв.пр. 0.78 м <sup>2</sup>
33	22.сен	2	"	6	15.3	26.4	0.58	1.05	36	0.73	1.06	1.2	В 8/22	мертв.пр. 1.00 м <sup>2</sup>
34	06.окт	2	"	-4	10.5	22.7	0.46	0.93	34.2	0.66	1	1.2	В 8/15	мертв.пр. 1.15 м <sup>2</sup>
35	19.окт	2	"	2	14.6	24.9	0.59	0.99	35.8	0.7	1.05	1.2	В 8/15	мертв.пр. 0.94 м <sup>2</sup>
36	26.окт	2	"	17	21	30.2	0.7	1.09	36.6	0.83	1.22	1.2	В 8/16	мертв.пр. 1.43 м <sup>2</sup>

Продолжение приложения А

37	05.ноя	2	"	31	27.2	34.9	0.78	1.22	36.9	0.95	1.35	1.2	В 9/17	мертв.пр. 0.17 м <sup>2</sup>
38	16.ноя	2	св	0	14.1	23.7	0.59	0.93	34.5	0.69	1.02	1.1	В 8/15	мертв.пр. 0.73 м <sup>2</sup>
39	26.ноя	2	заб,шуга	6	9.86	26.1	0.38	0.86	36	0.72	1.08	0.93	В 8/15	мертв.пр. 1.72 м <sup>2</sup>
40	09.дек	2	лдст	42	11.1	39.5/33.8	0.33	0.58	37.3	1.06	1.48	0.76	В 8/24	мертв.пр. 1.37 м <sup>2</sup>
41	17.дек	2	"	19	5.13	31.1/24.6	0.21	0.34	36.6	0.85	1.24	0.35	В 8/22	мертв.пр. 1.36 м <sup>2</sup>
42	30.дек	2	"	35	7.42	37.0/27.4	0.27	0.45	37	1	1.4	0.27	В 8/22	мертв.пр. 0.66 м <sup>2</sup>
	Расход №39 измерен при зажоре													

**Приложение Б – Ежедневные уровни воды р. Мста – п. Березовский  
рядок за 1967 г.**

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	18	15	42	26	42	18	16	0	20	-2	-6	66
2	18	15	40	26	40	12	16	0	15	-4	-1	54
3	18	15	31	26	46	4	16	0	12	-5	8	30
4	18	15	14	29	40	0	17	0	10	-5	28	26
5	17	15	8	32	36	0	7	0	10	-4	31	29
6	11	16	6	40	32	1	0	1	7	-4	30	34
7	4	18	2	33	32	4	-2	0	6	-4	22	38
8	3	20	4	35	41	10	-6	0	4	-4	16	46
9	4	18	36	46	56	12	-4	-2	4	-4	14	42
10	4	10	38	66	68	10	12	-6	0	-5	18	45
11	7	8	12	80	59	10	16	-12	-10	-4	22	45
12	18	10	12	88	66	14	11	-16	-14	-2	20	43
13	20	20	29	83	80	14	8	-14	-16	-2	18	46
14	20	24	27	76	86	17	8	-4	-18	-4	8	51
15	20	20	15	72	82	22	8	-2	-20	-4	2	47
16	20	12	20	66	65	26	1	-4	-21	-4	0	30
17	19	10	20	62	50	26	2	-4	-14	0	-2	18
18	18	9	20	64	42	24	12	-4	-12	3	2	19
19	18	9	19	76	35	22	12	-4	-5	2	18	24
20	18	10	17	75	28	20	12	-4	6	-2	22	46
21	17	10	16	74	22	18	10	-6	7	-11	21	54
22	17	10	14	82	20	14	1	-14	6	-12	18	54
23	17	10	16	79	9	4	-4	-18	0	-9	8	53
24	16	10	20	74	-4	0	-6	-19	-12	4	-6	50
25	15	10	20	66	-8	-3	-2	-8	-16	15	-7	46
26	15	14	18	52	-10	-4	0	-4	-16	17	6	36
27	15	33	17	54	-2	2	1	-4	-16	16	13	32
28	15	43	17	24	16	16	1	-10	-18	14	26	38
29	15		21	30	21	18	0	2	-18	14	60	36
30	15		22	40	20	16	0	16	-12	12	66	34
31	15		22		20		0	18		1		34

**Приложение В – Измеренные расходы воды р. Луга – г. Кингисепп за 1967 г.**

№	Дата	№ створа	сост. реки	ур. воды, см	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Пл. вод. сеч., м <sup>2</sup>	ср. скорость, м/с	наиб. скор, м/с	Ширина, м	ср. глуб, м	наиб. глуб, м	уклон, ‰	спос. измер	примечание
1	3.1	1	лдст	129	20.7	192/56.8	0.36	0.91	136	1.41	2.75	-	В 4/6	шуга 100 м <sup>2</sup>
2	13.1	1	"	114	17	172/51.5	0.33	0.78	126	1.37	2.6	-	В 4/7	шуга 90.8 м <sup>2</sup>
3	27.1	1	"	100	10.9	156/40.4	0.27	0.53	119	1.31	2.46	-	В 4/8	шуга 85.4 м <sup>2</sup>
4	13.2	1	"	94	16	149/49.7	0.32	0.59	118	1.26	2.4	-	В 5/11	шуга 67.2 м <sup>2</sup>
5	28.2	1	"	93	28.7	148/87.4	0.33	0.45	118	1.25	2.39	-	В 6/16	шуга 22.8 м <sup>2</sup>
6	10.3	1	"	104	32.9	157/107	0.31	0.64	120	1.31	2.5	-	В 5/13	шуга 14.0 м <sup>2</sup>
7	6.4	1	св	307	358	485	0.74	1.06	174	2.79	4.5	-	В 9/18	
8	8.4	1	"	334	406	531	0.76	1.06	176	3.02	4.7	-	В 10/20	
9	10.4	1	"	382	484	611	0.79	1.19	182	3.35	5.2	-	В 10/20	
10	11.4	1	"	406	544	662	0.82	1.27	184	3.6	5.4	-	В 10/20	
11	13.4	1	"	414	537	676	0.79	1.21	184	3.67	5.5	-	В 10/20	
12	15.4	1	"	389	491	631	0.78	1.15	182	3.47	5.2	-	В 10/20	
13	18.4	1	"	361	450	576	0.78	1.12	180	3.2	4.97	-	В 10/20	
14	21.4	1	"	329	367	474	0.77	1.12	176	2.69	4.2	-	В 10/20	
15	25.4	1	"	298	315	414	0.76	1.08	172	2.41	3.8	-	В 9/18	
16	27.4	1	"	266	275	367	0.75	1.04	169	2.17	3.48	-	В 9/18	
17	29.4	1	"	237	229	313	0.73	0.98	167	1.87	3.19	-	В 10/20	
18	4.5	1	"	232	228	302	0.75	1.04	166	1.82	3.14	-	В 9/18	
19	8.5	1	"	279	285	384	0.74	1.04	170	2.26	3.61	-	В 10/20	
20	16.5	1	"	207	195	272	0.72	1.06	164	1.66	3	-	В 10/20	
21	25.5	1	"	166	148	242	0.61	0.97	162	1.49	3.25	-	В 9/16	
22	22.6	1	тр	70	45.8	115	0.4	0.88	110	1.05	2.29	-	В 5/11	мертв.пр. 10.3 м <sup>2</sup>

Продолжение приложения В

23	29.6	1	"	66	45.4	110	0.41	0.98	108	1.01	2.25	-	В 5/11	мертв.пр. 9.45 м <sup>2</sup>
24	10.7	1	"	55	34.6	95.5	0.36	0.73	98.5	0.97	2.14	-	В 5/9	мертв.пр. 7.74 м <sup>2</sup>
25	23.7	1	"	40	21.4	82.6	0.26	0.6	90	0.92	1.99	-	В 4/8	мертв.пр. 5.55 м <sup>2</sup>
26	18.8	1	"	47	31.3	100	0.31	0.71	94	1.06	2.18	-	В 4/8	мертв.пр. 6.21 м <sup>2</sup>
27	26.8	1	"	45	23.3	98.5	0.24	0.53	92.5	1.06	2.16	-	В 4/8	мертв.пр. 5.82 м <sup>2</sup>
28	13.9	1	"	37	30	90.7	0.33	0.76	90	1.01	2.08	-	В 4/8	мертв.пр. 4.72 м <sup>2</sup>
29	26.9	1	"	40	27.4	93.8	0.29	0.69	90.5	1.04	2.11	-	В 4/8	мертв.пр. 4.91 м <sup>2</sup>
30	4.10	1	"	41	31.6	95.4	0.33	0.64	90.5	1.05	2.12	-	В 4/8	мертв.пр. 4.96 м <sup>2</sup>
31	12.10	1	"	49	31.4	103	0.3	0.62	96	1.07	2.2	-	В 4/8	мертв.пр. 6.28 м <sup>2</sup>
32	30.10	1	"	102	79.4	167	0.48	0.78	120	1.39	2.72	-	В 6/18	
33	11.11	1	св	85	73.6	148	0.5	0.88	114	1.3	2.55	-	В 6/16	
34	20.11	1	"	127	105	201	0.52	0.79	134	1.51	2.97	-	В 8/20	
35	30.11	1	заб,шуга	173	72.5	270	0.27	0.46	161	1.67	3.43	-	В 8/20	
36	28.12	1	лдст	177	33.2	278/82.9	0.4	0.88	162	1.72	3.47	-	В 7/13	шуга 168 м <sup>2</sup>

## Приложение Г – Ежедневные уровни воды р. Луга – г. Кингисепп за 1967

г.

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	132	96	94	366	216	131	70	44	48	48	93	182
2	131	98	96	370	206	127	72	44	47	40	86	186
3	130	98	98	365	212	121	62	36	48	39	86	180
4	129	98	98	324	241	118	54	32	46	42	83	162
5	124	98	98	306	258	116	60	36	38	30	86	157
6	120	102	99	306	275	119	59	44	42	37	81	168
7	116	100	102	319	280	112	56	91	42	46	76	174
8	114	98	102	336	278	108	53	60	38	58	86	172
9	113	93	104	358	270	109	50	48	43	61	91	172
10	114	92	14	378	263	99	53	40	40	61	88	170
11	115	96	106	404	254	91	54	37	39	54	84	172
12	114	96	110	416	246	100	60	34	37	54	88	169
13	115	94	128	412	238	107	62	32	37	65	96	168
14	114	94	138	401	226	112	56	32	37	84	100	168
15	108	92	157	391	215	113	52	31	36	60	98	170
16	108	93	177	378	208	109	48	32	35	66	100	175
17	106	93	198	367	214	98	48	33	34	96	108	177
18	104	94	206	362	217	94	44	44	32	130	121	180
19	107	95	220	358	215	88	42	42	32	105	134	177
20	104	95	255	345	206	80	40	40	31	108	140	178
21	102	97	258	330	200	74	44	58	30	92	126	179
22	104	96	261	326	190	70	46	55	30	98	144	181
23	102	94	263	320	180	76	42	48	32	120	158	180
24	98	94	264	312	166	92	43	46	34	117	149	180
25	98	96	265	303	172	80	48	46	38	110	140	184
26	100	96	270	274	174	72	47	46	40	111	129	182
27	99	94	265	263	171	68	42	50	42	106	124	182
28	97	93	260	248	156	62	40	46	46	100	126	176
29	97		264	238	148	67	38	46	54	108	158	174
30	100		311	232	141	66	38	48	48	100	174	173
31	98		350		138		40	51		104		174

**Приложение Д – Измеренные расходы воды р. Ловать – д. Сельцо за 1967 г.**

№	Дата	№ створа	сост. реки	ур. воды, см	Расход воды, м <sup>3</sup> /с	Пл. вод. сеч., м <sup>2</sup>	ср. скорость, м/с	наиб. скор, м/с	Ширина, м	ср. глуб, м	наиб. глуб, м	уклон, ‰	спос. измер	примечание
1	09.январь	1	лдст	26	8.64	74.0/41.8	0.21	0.39	79.4	0.93	1.34	0.41	В 8/20	
2	17.январь	1	"	27	9.25	75.0/43.7	0.21	0.35	79.3	0.94	1.32	0.37	В 7/17	
3	26.январь	1	"	26	8.08	74.1/43.5	0.19	0.29	79.3	0.93	1.32	0.3	В 8/18	
4	06.февраль	1	"	21	7.35	71.8/41.0	0.18	0.29	79.3	0.91	1.29	0.3	В 8/18	
5	16.февраль	1	"	21	7.90	71.7/39.7	0.2	0.34	79.3	0.91	1.29	0.35	В 8/18	
6	26.февраль	1	"	20	7.82	70.6/36.2	0.22	0.35	79.3	0.89	1.29	0.38	В 8/18	
7	08.март	1	"	24	9.27	72.6/39.2	0.25	0.4	79.1	0.92	1.31	0.39	В 8/18	
8	18.март	1	"	87	39.5	122/89.0	0.44	0.72	80.4	1.1	1.94	0.5	В 8/24	
9	02.апрель	1	рлдж	133	146	162	0.9	1.22	83.3	1.94	2.44	0.56	В 9/41	
10	08.апрель	1	св	156	184	181	1	1.34	84.3	2.13	2.64	0.57	В 9/45	
11	13.апрель	1	"	175	210	193	1.09	1.42	86.1	2.24	2.84	0.38	В 9/45	
12	16.апрель	1	"	164	199	189	1.05	1.39	85.1	2.24	2.74	0.4	В 9/43	
13	23.апрель	1	"	148	170	176	0.98	1.31	84.7	2.08	2.58	0.54	В 9/41	
14	27.апрель	1	"	134	147	165	0.89	1.25	83.6	1.97	2.4	0.54	В 8/40	
15	07.май	1	"	108	109	141	0.77	1.07	81.9	1.72	2.12	0.42	В 8/40	
16	14.май	1	"	92	89.2	129	0.69	1.03	81.4	1.59	2	0.43	В 8/40	
17	21.май	1	тр	63	46.5	106	0.44	0.83	80.2	1.32	1.72	0.4	В 8/24	
18	04.июнь	1	"	48	24.2	91.8	0.26	0.78	79.6	1.15	1.56	0.44	В 8/22	
19	15.июнь	1	"	41	19.8	86.5	0.23	0.66	79.5	1.09	1.46	0.37	В 8/20	
20	23.июнь	1	"	34	14.7	80.8	0.18	0.54	79	1.02	1.38	0.41	В 8/18	
21	08.июль	1	"	32	13.9	80.2	0.17	0.49	79.1	1	1.39	0.44	В 8/20	
22	14.июль	1	"	20	10.8	71	0.15	0.4	78.8	0.9	1.27	0.4	В 7/19	мертв.пр. 0.56 м <sup>2</sup>
23	26.июль	1	"	13	8.92	64.4	0.14	0.34	78.2	0.82	1.18	0.38	В 7/17	мертв.пр. 4.14 м <sup>2</sup>

Продолжение приложения Д

24	03.авг	1	"	9	8.14	60.7	0.13	0.32	78.4	0.77	1.14	0.32	В 7/15	мертв.пр. 4.63 м <sup>2</sup>
25	17.авг	1	"	7	7.49	59.7	0.13	0.33	77.7	0.77	1.1	0.3	В 7/15	мертв.пр. 3.80 м <sup>2</sup>
26	24.авг	1	"	5	6.88	58.9	0.12	0.27	77.7	0.76	1.1	0.3	В 7/15	мертв.пр. 3.93 м <sup>2</sup>
27	12.сен	1	"	5	7.83	59.3	0.13	0.31	77.7	0.76	1.11	0.3	В 7/19	мертв.пр. 3.30 м <sup>2</sup>
28	19.сен	1	"	12	10.1	64	0.16	0.35	78.4	0.82	1.17	0.3	В 7/17	мертв.пр. 4.27 м <sup>2</sup>
29	28.сен	1	"	9	9.27	62.3	0.15	0.34	78.2	0.8	1.11	0.3	В 7/17	мертв.пр. 7.12 м <sup>2</sup>
30	10.окт	1	"	16	12.5	65.9	0.19	0.45	78.6	0.84	1.2	0.29	В 7/21	мертв.пр. 4.82 м <sup>2</sup>
31	19.окт	1	"	14	12.2	64.4	0.19	0.41	78.5	0.82	1.18	0.27	В 7/19	мертв.пр. 3.13 м <sup>2</sup>
32	29.окт	1	"	15	12.4	65.5	0.19	0.41	78.6	0.83	1.19	0.27	В 7/21	мертв.пр. 2.92 м <sup>2</sup>
33	06.ноя	1	"	35	22.1	81.2	0.27	0.63	79.4	1.02	1.4	0.23	В 8/20	мертв.пр. 0.24 м <sup>2</sup>
34	14.ноя	1	"	63	43.7	104	0.42	0.79	80.3	1.3	1.7	0.24	В 8/24	
35	22.дек	н.250 м	лдст	90	20.6	174/138	0.15	0.32	75.6	2.3	3.32	0.38	В 7/21	шуга 23.5 м <sup>2</sup>
36	29.дек	н.250 м	"	54	15.9	144/108	0.15	0.32	74.2	1.94	2.94	0.43	В 7/21	шуга 19.0 м <sup>2</sup>
Расходы №35,36 измерены при зажоре ниже поста														

**Приложение Е – Ежедневные уровни воды р. Ловать – д. Сельцо за 1967**

**г.**

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	24	23	21	134	118	58	42	9	7	10	19	72
2	24	22	21	134	114	54	46	9	7	10	22	68
3	24	21	22	136	113	51	46	9	6	10	28	56
4	24	20	22	138	114	48	44	8	5	12	33	56
5	25	20	23	142	110	44	41	8	6	12	34	58
6	25	21	24	148	109	44	38	8	8	12	35	62
7	26	21	24	152	108	42	34	8	6	13	36	68
8	26	18	24	156	106	42	32	8	5	14	40	74
9	26	18	25	157	110	40	30	7	5	15	42	74
10	26	18	26	161	107	38	26	7	4	16	44	78
11	27	18	27	166	103	38	26	6	4	17	56	78
12	28	19	32	171	100	37	24	6	6	17	62	86
13	28	19	40	175	96	37	22	5	8	18	64	91
14	28	20	46	174	93	38	20	5	10	16	64	100
15	28	21	48	170	86	42	20	5	10	15	62	103
16	27	21	52	164	78	47	20	6	10	14	61	100
17	27	21	68	161	72	46	19	7	10	14	62	90
18	26	21	90	160	67	44	18	8	10	14	64	91
19	26	21	106	160	64	40	17	8	12	14	72	94
20	26	22	114	158	63	38	16	8	10	14	74	96
21	26	21	118	155	63	36	15	8	7	13	74	95
22	26	21	125	152	63	34	14	8	6	13	78	90
23	25	21	140	149	62	34	13	6	6	14	84	84
24	25	21	151	145	62	34	13	6	6	14	88	79
25	25	20	168	142	61	34	12	5	6	14	84	75
26	26	20	189	138	62	32	14	4	6	15	76	70
27	25	20	194	134	65	32	14	5	7	16	64	64
28	24	20	178	129	66	32	13	5	9	17	58	60
29	24		155	126	67	36	12	6	9	17	64	55
30	24		139	122	66	39	11	6	9	18	72	50
31	24		134		62		10	6		19		46

**Приложение Ж – Ежедневные расходы воды р. Мста – п. Березовский  
рядок за 1967 г, взятые из ежегодника**

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	7.60	6.53	9.40	19.6	35.6	20.5	10.8	11.0	18.9	11.6	9.57	7.90
2	7.81	6.53	9.14	19.7	34.6	17.7	10.5	11.0	17.0	10.7	11.5	8.30
3	7.81	6.53	8.16	20.1	37.8	14.1	10.2	11.0	15.8	10.2	15.1	8.27
4	7.81	6.34	5.79	21.8	34.6	12.4	10.2	11.0	15.0	10.2	25.8	8.14
5	7.62	6.34	4.92	23.1	32.6	12.7	8.00	11.0	15.0	10.5	27.2	8.32
6	6.66	6.46	4.71	26.8	30.5	13.0	6.04	11.2	13.9	10.5	26.8	8.99
7	5.33	6.75	4.31	28.2	30.5	13.8	5.46	10.9	13.5	10.5	20.9	12.1
8	5.18	7.04	4.64	28.8	30.1	14.0	4.77	10.9	12.7	10.6	20.4	13.1
9	5.18	6.75	9.47	32.7	32.8	14.2	5.32	10.1	12.7	10.6	17.8	11.3
10	5.18	5.60	10.1	41.6	34.5	13.4	9.52	8.55	11.2	10.4	19.6	10.3
11	5.67	5.31	6.30	45.2	30.8	12.7	10.4	6.49	7.55	10.8	21.6	9.64
12	7.17	5.60	6.37	48.4	35.4	13.4	9.46	5.22	6.32	11.7	23.0	9.08
13	7.48	7.04	9.32	43.6	43.7	12.6	8.93	5.59	5.81	11.8	22.3	9.08
14	7.26	7.65	9.67	40.3	48.5	12.7	9.36	8.49	5.26	11.1	17.8	9.12
15	7.26	7.04	7.71	37.6	45.8	14.2	9.64	9.18	4.71	11.3	13.6	7.64
16	7.26	5.89	8.86	33.7	38.1	15.1	7.87	6.61	4.56	11.4	13.0	5.24
17	7.13	5.42	9.11	30.7	35.1	15.4	8.70	8.73	6.48	13.4	12.1	5.08
18	6.96	5.27	9.82	31.1	32.4	14.8	11.7	8.86	7.20	15.0	13.9	5.00
19	6.96	5.27	9.95	35.4	32.0	14.2	12.1	8.86	9.88	14.7	21.1	5.44
20	6.96	5.25	10.1	34.9	28.4	13.6	12.3	8.98	14.7	12.8	25.3	10.0
21	6.80	5.25	10.3	34.6	25.3	12.8	11.9	8.44	15.5	8.91	22.5	10.1
22	6.80	5.25	10.6	38.3	24.2	11.7	9.25	6.08	15.4	8.45	23.2	9.85
23	7.00	5.08	11.4	37.0	18.7	8.84	7.84	5.06	12.7	9.60	18.3	9.11
24	6.87	5.08	13.2	35.1	11.2	7.68	7.38	4.86	7.91	15.3	11.4	8.32
25	6.73	5.08	13.7	29.2	9.60	6.87	8.71	8.27	6.54	20.5	11.0	7.13
26	6.73	5.60	13.5	22.3	8.80	6.45	9.49	9.72	6.54	21.1	10.2	6.67
27	6.73	8.18	14.0	23.7	12.1	7.68	9.92	9.72	6.54	20.6	9.09	6.91
28	6.73	9.54	14.7	23.9	20.2	10.8	10.0	7.74	5.93	19.5	8.98	7.78
29	6.73		16.7	29.5	21.4	11.3	9.88	12.2	5.86	19.5	8.12	6.96
30	6.53		17.9	34.6	20.9	10.9	10.0	17.5	7.82	18.6	8.35	7.45
31	6.53		17.9		21.1		10.0	18.1		13.5		8.13

**Приложение 3 – Ежедневные расходы воды р. Луга – г. Кингисепп за  
1967 г, взятые из ежегодника**

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	21.1	10.8	27.1	318	209	110	43.9	22.4	29.3	32.8	74.4	68.1
2	20.9	11.0	27.6	339	196	106	44.4	22.4	28.9	29.2	68.8	65.0
3	20.7	11.0	29.0	354	204	100	39.2	20.0	29.8	28.9	68.8	57.4
4	20.5	11.4	29.8	318	241	97.0	35.1	18.9	29.0	30.2	66.4	47.2
5	19.6	11.8	30.6	313	263	94.0	37.2	20.0	26.2	25.5	68.8	42.8
6	18.8	12.7	31.7	358	286	96.0	36.3	22.4	27.7	28.1	64.8	45.0
7	18.0	12.8	33.5	382	292	88.3	34.5	25.2	28.1	32.4	61.2	45.5
8	17.7	12.9	34.4	406	289	83.7	32.8	28.0	27.0	37.8	68.8	43.1
9	17.0	13.0	35.9	445	279	83.7	31.0	24.1	29.0	39.2	72.8	41.6
10	17.2	13.2	36.8	484	270	74.4	32.3	21.4	28.1	39.2	70.4	39.5
11	17.4	14.6	38.4	544	258	67.7	32.2	21.0	28.1	36.0	67.2	38.5
12	17.2	15.4	40.9	560	248	73.6	34.2	20.2	27.4	36.0	70.4	36.2
13	16.9	15.8	50.3	537	237	78.5	34.5	20.0	27.8	41.6	76.8	36.0
14	16.7	16.5	56.2	514	222	81.9	31.6	20.0	27.8	51.7	80.0	34.5
15	15.7	16.2	67.6	491	208	82.8	29.6	20.0	27.4	39.8	78.4	35.0
16	15.3	17.1	80.0	478	198	78.4	27.6	20.3	27.4	42.6	80.0	34.8
17	14.5	17.9	96.7	464	206	69.0	27.2	22.4	27.0	60.7	87.2	35.2
18	14.2	18.8	104	450	210	65.4	25.7	24.4	26.2	65.0	100.0	36.1
19	14.2	19.8	116	422	208	60.5	24.5	24.1	26.2	69.3	113.0	35.2
20	13.4	20.5	140	395	196	55.0	23.4	23.4	25.9	72.4	119.0	34.0
21	13.1	21.7	145	367	188	50.8	24.4	30.4	25.5	61.8	105.0	34.2
22	13.0	21.5	147	356	176	47.9	24.7	29.3	25.5	67.4	123.0	34.6
23	12.7	22.6	148	347	164	50.8	23.3	27.2	26.2	86.1	139.0	34.4
24	11.8	22.6	152	335	148	60.4	23.3	26.4	27.0	84.5	129.0	34.4
25	11.4	23.8	155	322	154	52.5	24.5	26.8	28.5	80.1	119.0	35.5
26	11.6	24.6	159	284	157	47.3	24.2	26.8	29.2	82.8	94.0	34.9
27	11.1	25.6	158	270	153	44.6	22.5	28.8	30.2	79.4	76.2	34.9
28	10.9	26.0	157	250	137	41.2	21.4	27.7	32.0	76.0	63.0	33.4
29	10.9		165	237	128	43.1	20.9	27.7	35.6	83.7	69.5	33.0
30	11.2		217	230	120	42.6	20.5	28.9	32.8	77.6	72.2	32.8
31	11.0		274		117		21.1	30.1		81.9		34.5

**Приложение И – Ежедневные расходы воды р. Ловать – д. Сельцо за  
1967 г, взятые из ежегодника**

Число	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	8.36	7.49	8.28	139	132	30.9	18.2	8.05	7.74	9.72	13.7	36.0
2	8.36	7.26	8.46	146	128	28.1	20.1	8.16	7.74	9.72	15.3	35.7
3	8.36	7.18	8.78	152	124	25.9	20.1	8.16	7.37	9.72	18.2	35.4
4	8.36	6.90	8.78	159	120	24.2	19.1	7.88	7.14	10.6	21.3	35.4
5	8.44	6.90	9.25	165	117	22.0	17.7	7.88	7.47	10.6	21.6	34.6
6	8.44	7.36	9.58	171	113	22.0	16.4	7.88	8.21	10.6	22.2	33.8
7	8.72	7.36	9.79	178	109	20.9	14.7	7.88	7.58	11.1	22.9	32.9
8	8.72	6.81	9.79	184	106	20.6	13.8	7.88	7.24	11.6	25.4	32.1
9	8.72	6.81	10.1	189	103	19.5	13.2	7.52	7.33	12.0	27.1	31.3
10	8.72	6.81	10.5	194	101	18.5	11.8	7.52	6.98	12.5	28.5	30.5
11	9.00	6.97	10.8	200	97.7	18.5	12.0	7.17	7.07	13.0	37.3	29.6
12	9.22	7.18	12.6	205	94.8	18.1	11.4	7.17	7.78	13.1	42.6	28.8
13	9.47	7.18	15.6	210	92.0	17.8	11.1	6.85	8.66	13.6	44.3	28.0
14	9.47	7.43	18.2	206	89.2	18.2	10.8	6.85	9.36	12.8	44.3	27.2
15	9.47	7.91	19.1	203	81.6	20.2	11.0	6.85	9.48	12.3	43.1	26.4
16	9.22	7.91	21.3	199	74.0	22.5	11.0	7.17	9.48	12.0	42.2	25.5
17	9.22	7.91	29.3	195	66.3	22.0	10.8	7.53	9.48	12.0	43.6	24.7
18	8.94	7.91	39.5	191	58.7	21.0	10.5	7.88	9.60	12.2	45.4	23.9
19	8.72	7.91	46.6	187	52.6	18.5	10.1	7.88	10.5	12.2	53.3	23.1
20	8.72	8.40	53.7	182	48.9	17.3	9.86	7.88	9.60	12.2	55.1	22.2
21	8.50	8.40	60.8	178	46.7	16.1	9.47	7.88	8.48	11.6	55.8	21.4
22	8.50	8.40	67.9	174	45.1	15.0	9.15	7.88	8.18	11.6	59.5	20.6
23	8.02	8.40	75.0	170	42.0	14.7	8.90	7.17	8.18	12.2	65.8	19.9
24	8.02	8.40	82.1	164	40.4	14.7	8.90	7.17	8.18	12.2	69.5	19.3
25	8.02	7.79	89.2	158	38.0	14.7	8.52	6.85	8.18	12.0	65.8	18.6
26	8.07	7.79	96.3	153	37.2	13.8	9.30	6.52	8.18	12.4	56.3	17.9
27	7.81	7.96	103	147	38.4	13.8	9.44	6.85	8.59	12.8	43.2	17.2
28	7.55	7.96	110	143	38.6	13.8	9.04	6.95	9.32	13.3	36.8	16.6
29	7.55		118	139	38.7	15.5	8.78	7.27	9.32	13.1	36.5	15.9
30	7.55		125	136	37.4	16.8	8.57	7.27	9.32	13.6	36.2	15.5
31	7.75		132		34		8.28	7.27		13.8		15.2