

C $\frac{63}{95}$ 1223

В. С. Н. Х.

Промбюро Северо-Западной Области.

Строительство Государственной Волховской
Гидроэлектрической Силовой Установки.

Материалы

по исследованию реки Волхова и его бассейна.

Под редакцией Начальника Отдела Водного Хозяйства и Отчуждений
Инженера В. М. Родевича.

Выпуск ХХІІІ.

Методы и результаты гидрологических предсказаний
на Волховстрое.

В. Н. Лебедева.

Опыт прогноза расходов р. Волхова
по способу корреляции.

А. Ю. Эльстера.

Издание Строительства Государственной Волховской Гидроэлектрической
Силовой Установки.

ЛЕНИНГРАД—1927

Издание Строительства Волховской Гидроэлектрической Силовой Установки.

Вышли и поступили в продажу следующие издания:

- 1) №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 и 8 Бюллетеней Волховской Гидроэлектрической Станции. Цена (без пересылки) за номер по 2 р. — к.
- 2) Материалы по исследованию р. Волхова и его бассейна:
Выпуск I. Инженер *Вальман, В. Н.* — Обзор уровней р. Волхова. Инженеры *Бернадские, Н. М.* и *В. М.* — Вскрытие и замерзание р. Волхова за период 1881—1921 г.г., с 26 графиками и чертежами и 8 таблицами уровней. 217 стр. 1924 г. Цена (без пересылки) 6 р. 50 к.
- Выпуск II. Проф. *Черномский, В. И.* — О лотках и каналах прямоугольного сечения усиленной шероховатости в применении к рыбоходам, плотоходам, быстротокам и взводному судоходству. 31 стр. с 6 таблицами чертежей. 1924 г. Цена (без пересылки). 1 р. 50 к.
- Выпуск III. *Домрачев, П. Ф., Правдин, И. Ф.* — Исследования рыбного промысла р. Волхова и озера Ильменя. Часть I. Инженер *Воронецкий, В. А.* — Описание рыбохода при Волховской Гидроэлектрической Установке. 169 стр. с 4 таблицами и рисунками и 6 чертежами рыбохода. 1924 г. Цена (без пересылки) 2 р. 50 к.
- Выпуск IV. Проф. *Прасолов, Л. И.*, проф. *Ганешин, С. С.* и *Ануфриев, Г. И.* — Почвенные и ботанические исследования по берегам р. Волхова и озера Ильмень (предварительный отчет). 99 стр. с 11 таблиц приложений. 1925 г. Цена (без пересылки). 3 р. 50 к.
- Выпуск V. Инженер *Лоттер, Г. К.* — Изыскания на пойме р. Волхова (Отчет о работах 1922 г.). *Гуреев, В. М.* — Прецизионная нивелировка. 188 стр. с 11 приложениями. 1925 г. Цена (без пересылки) 4 р. — к.

В. С. Н. Х.

Промбюро Северо-Западной Области.

Строительство Государственной Волховской
Гидроэлектрической Силовой Установки.

Материалы

по исследованию реки Волхова и его бассейна.

—...—

Под редакцией Начальника Отдела Водного Хозяйства и Отчуждений
Инженера В. М. Родевича.

Выпуск, XXIII.

Методы и результаты гидрологических предсказаний
на Волховстрое.

В. Н. Лебедева.

Опыт прогноза расходов р. Волхова
по способу корреляции.

А. Ю. Эльстера.

—...—

Издание Строительства Государственной Волховской Гидроэлектрической
Силовой Установки.

ЛЕНИНГРАД—1927

Ленинградский Гублит № 44963. — Тираж 600 экз. · 11³/₄ печ. лист.

Типография Первой Ленинградской Артели Печати., Моховая, 10.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Трудности, выдвигавшиеся природой реки Волхова во время сооружения Гидроэлектрической Станции, возникали часто неожиданно, и для предугадания их была организована в 1922 г. Служба Оповещений Строительства о предстоящем режиме реки, и характере и размере отдельных важных явлений этого режима: вскрытии, ледоставе, уровнях, гребне половодья, расходах воды, зажорах и заторах и пр. День за днем, при бдительном труде, более 3-х лет шла такая работа Службы Оповещений Отдела Изысканий В. С., при чем Заведывающему ею гидрологу В. Н. Лебедеву пришлось во многом разработать новые успешные методы предугадания режима Волхова.

В 1926 г. тревожная надобность для Строительства в сведениях о режиме реки кончилась с сооружением Волховской Гидростанции, но для эксплуатации ее—знание предстоящего состояния Волхова, хотя и по более длительным периодам—совершенно необходимо. Для возможности осуществить такое предвидение явлений режима Волхова в более спокойных формах эксплуатации и изложена настоящая книга, дающая два способа подойти к решению этой задачи; и метод пропорциональной оценки факторов, вызывающих предстоящий водный режим, предлагаемый В. Н. Лебедевым, и метод взаимной корреляции величин расходов и осадков, разработанный А. Ю. Эльстер, и наиболее простой способ подбора гидрологического аналога среди более или менее известных для Волхова в гидрологическом отношении лет 1881—1927 г.г.,—все они могут послужить на пользу при эксплуатации Гидростанции Волхова и должны, казалось бы, подлежать в течение ряда лет опытной проверке.

С этим пожеланием мы и выпускаем один из последних—XXIII—выпуск «Материалов по исследованию р. Волхова» в печати, полагая, что авторам его удалось в исполненных ими исследованиях самостоятельно установить для нашей реки несколько новых гидрологических закономерностей, что и составляет научное достижение, которое нельзя не отметить.

Инж. В. Родевич.

18153

О Г Л А В Л Е Н И Е

XXIII выпуска «Материалов по исследованию реки Волхова и его бассейна».

| | стр. |
|---|------|
| 1. Предисловие— <i>В. Родевич</i> | I |
| 2. <i>В. Н. Лебедев</i> .—Методы и результаты гидрологических предсказаний на Волховстрое | 1 |
| 3. <i>А. Ю. Эльстер</i> . — Опыт прогноза расходов р. Волхова по способу корреляции | 115 |

В. Н. ЛЕБЕДЕВ.

МЕТОДЫ и РЕЗУЛЬТАТЫ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСКАЗАНИЙ
Н А
ВОЛХОВСТРОЕ.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

В течение почти всего периода сооружения Волховской гидроэлектрической станции работы находились под угрозой со стороны р. Волхова, главным образом благодаря явлению осенних, зимних и весенних заторов льда, вызывающих резкие и неправильные подъемы воды, порядка двух саженей, особенно опасные в условиях весеннего и осеннего ледохода. Это явление, помимо возможных разрушений, как показала осень 1922 г., могло, при неблагоприятных условиях, повести к ряду затруднений и производстве работ и к чувствительному повышению их стоимости. Поэтому в конце 1922 г. было приступлено к организации Службы Оповещений, причем для составления предсказаний различных явлений жизни р. Волхова (в первую очередь явлений опасных) был приглашен автор настоящей работы.

С самого же начала пришлось убедиться, что почти ни один из методов, описанных в русской и иностранной литературе, не годится для поставленной цели.

Во первых, для применения обычных методов на притоках озера Ильменя и р. Волхова, а также на месте работ не было достаточного количества прежних гидрометрических и метеорологических наблюдений; во вторых, обычно используемые для предсказаний наблюдения по верхним постам для Волхова почти ничего не давали; в третьих, требовались предсказания долгосрочные (от двух недель до целых месяцев), а для них удовлетворительной методики вообще не существовало; наконец, нигде еще не была разработана (и в технических кругах считалась невозможной) методика предсказаний высоты воды во время ледяных заторов. Поэтому все описанные в настоящей работе методы составлены самим автором и публикуются в первый раз.

Только в двух случаях автору пришлось опираться на прежние методы, но и эти методы существуют недавно. В первом случае, при предсказаниях размера весеннего половодья использованы основы метода, опубликованного автором в 1924 г. в Известиях Российского Гидрологического Института, на основании работ, начатых еще весной 1922 г. по материалам Института. Во вторых, автор, по примеру своих прежних работ, вводит, как составную часть, в формулы и графические построения, служащие для гидрологических предсказаний, долгосрочные предсказания погоды Главной Геофизической Обсерватории; эти предсказания начали составляться еще во время мировой войны, но широкое применение и дальнейшую разработку получили лишь за последние годы.

Несмотря на указанные трудности, основные задачи, поставленные работе по предсказаниям, были постепенно разрешены. Даже исключительные по размеру заторные подъемы воды, угрожавшие Строительству осенью 1923 г., зимою и весной 1924 г. и казавшиеся весьма мало вероятными руководителям технических работ, были своевременно предсказаны. С течением времени Строительство стало широко пользоваться предсказаниями не только в острые моменты, но и для составления общих планов работ на продолжительный срок вперед, затем для установления, иногда за несколько месяцев, сроков проводки судов с громоздкими и ценными грузами, для текущих работ и т. п.

В настоящее время, с окончанием постройки, методы и результаты работ по предсказаниям, в том виде, как они определились к концу работ, предлагаются на суд читателей.

К сожалению, нет возможности опубликовать все материалы и все документы работ. К неопубликованным данным относятся, во первых, подлинные, подписанные автором, тексты предсказаний и подлинные рапорты технического персонала Строительства о фактическом ходе явлений; эти данные хранятся в делах Гидролого-Гидрометрической Части Отдела Водного Хозяйства и Отчуждений Волховской Гидроэлектрической Станции. Сюда относятся: 1) дело № 16 о зимних исследованиях 1922—1923 г., 2) дело № 19 с предсказаниями с мая по декабрь 1923 г., 3) дело № 16 с предсказаниями за года 1924—1926 (4 папки), 4) подлинные телефонограммы Отделу Изысканий Волховстроя с места работ (дело № 9, 1924—26), 5) составленные по ежедневным телефонограммам тетради со сведениями о состоянии реки, 6) проверенные и обра-

ботанные месячные таблицы горизонтов и расходов воды (частично напечатано).

Во вторых, не публикуются обширные черновые таблицы, где зарегистрировано каждое предсказание (выделенное, в подлинных выражениях, из текста письменных сообщений автора Строительству), с указанием даты и номера сообщения; против каждого предсказания в таблице описан фактический ход явления (с указанием технического документа, из которого заимствованы данные) и дана оценка предсказаний (весьма удачное, удовлетворительное, неудачное) ¹⁾.

Как документы, так и черновые таблицы были доступны для обозрения и работы всех желающих в помещении Гидролого-Гидрометрической Части (Ленинград, Моховая 5). В дальнейшем, сведения о месте хранения означенных материалов будут иметься в Государственном Гидрологическом Институте (Ленинград, В. О., 2 линия, д. 23), где сосредоточиваются вообще сведения об исследованиях вод СССР. Означенные материалы поступили в 1927 г. в Техническую часть и в архив Электротока в Ленинграде (ул. Голя, 14).

Кроме того, у автора имеется довольно большой атлас черновых графиков; из этого атласа в приложения к настоящей работе вошло все, что основано на неопубликованных материалах; остальное легко может быть построено по печатным материалам (Волховского Строительства и бывшего Управления Внутренних Водных Путей), методами, указанными в настоящей работе, по образцу графика № 1.

В заключение, считаю долгом отметить постоянный научный контакт, во время моих работ по гидрологическим предсказаниям для р. Волхова, с Бюро Погоды Главной Геофизической Обсерватории. Пользуясь этим случаем, чтобы выразить глубокую благодарность Заведующему Бюро Погоды Б. И. Мультановскому, за чрезвычайно ценные личные разъяснения и дополнения к материалам и предсказаниям Обсерватории, которыми я пользовался в своей работе.

¹⁾ Копия одного из 47-ми листов этой таблицы—см. табличное приложение № 1.

Методы и результаты гидрологических предсказаний для Волховстроя.

І. Введение.

1. Гидрологические предсказания до создания специальной Службы Оповещений.

Волховское Строительство первоначально не предполагало создавать для своих нужд специальную Службу Оповещений о различных явлениях речного режима (вскрытие и замерзание, ожидаемые горизонты и расходы воды и т. п.). Предполагалось, что для этой цели будут достаточны, с одной стороны, уже имевшиеся технические организации Строительства, с другой же стороны—общие указания соответствующих центральных научных учреждений Союза С.С.Р.—Главной Геофизической Обсерватории и Российского Гидрологического Института. В частности, зимою 1922 г. из Гидрологического Института были получены и использованы указания о значительной высоте ожидаемого весеннего половодья. Одно время подымался вопрос о систематическом получении Строительством от Гидрологического Института более детальных предсказаний, но Бюро Предсказаний Института сообщило заинтересованным техническим работникам Строительства, что, по мнению Бюро, режим р. Волхова (особенно ледяной режим), по своей сложности, требует специальной организации для предсказывания соответствующих явлений.

В дальнейшем, для нужд Строительства было необходимо выяснить ожидаемый горизонт к концу осеннего периода 1922 г., а также высоту стояния воды в районе сооружений зимою 1922—1923 г. Эти задачи были разрешены также без специальной орга-

низации, силами Гидролого-Гидрометрической Части Строительства. Заведующий Частью Инженер А. М. Рупдо ¹⁾ воспользовался графиками спада вод р. Волхова в 1899 и 1917 годах, и, по аналогии с этими годами, указал предполагаемые горизонты у Нижних Дубовиков на ожидаемую осень и зиму, а именно: к концу сентября 2.46 саж., к концу октября 2.60 саж., при начале ледостава 2.50 саж. и устойчивый зимний горизонт 2.65 саж. над уровнем Балтийского моря. К предсказанию горизонтов ледостава и зимы была сделана оговорка: «исключая зажорные горизонты». Фактически наблюдались отметки: 30 сентября—2.57 саж., 31 октября — 2.47 саж., при начале ледохода (25/х₁)—2.48 саж. и устойчивый горизонт зимы около 3.30—3.50 саж. (при максимальном зажорном подъеме 3.71 саж.). Таким образом, предсказание оправдалось весьма точно для момента начала ледохода и в известной степени для осенних горизонтов свободного русла; что же касается горизонтов подо льдом, то столь высокие подъемы, как вышеуказанные, о возможном размере которых не имелось указаний в тексте записки, вызвали ряд затруднений для Строительства и замедлили темп производившихся работ.

2. Организация Службы Оповещений и полученные ею задания.

Изложенные обстоятельства послужили поводом для создания специальной «Службы Оповещений» (предписание Главного Инженера Отделу Изысканий от 9 декабря 1922 г. за № 91222).

Те же обстоятельства в значительной мере определили и характер работ по гидрологическим предсказаниям, составляющим содержание настоящего очерка. Центральной задачей при составлении гидрологических предсказаний было—учесть все неблагоприятные возможности в естественном ходе явлений жизни реки, дать им количественное выражение и заблаговременно предупредить Строительство о возможной опасности. Этой центральной задаче были подчинены все остальные, как то: возможно точное указание ожидаемых горизонтов и расходов воды, сроков наступления этих горизонтов, а также сроков вскрытия, ледохода и других явлений. Поэтому всегда, когда в естественной природной обстановке воз-

¹⁾ См. рапорт Отдела Изысканий от 20—21/ix 1922 г. за № 330.

никала хотя бы небольшая угроза, она неизменно отмечалась в предсказаниях, чем умышленно уменьшалась их точность (мало вероятное, но опасное явление указывалось наряду с наиболее вероятным ходом жизни реки). Более того: в тех случаях, когда современная научная методика разработана недостаточно и когда в оценку вероятности неизбежно приходится вводить субъективный элемент, этот последний умышленно вводился «с запасом», с сознательным предпочтением неблагоприятного хода событий—благоприятному. Само собою разумеется, что при этом принимались все возможные меры к тому, чтобы указанный запас был не только «достаточным», но и «необходимым», т.е. чтобы он вводился только в таких случаях, когда в естественной обстановке действительно существовала ясная и реальная угроза.

Конкретные задания, поставленные Службе Оповещений, были нижеследующие: а) служба постоянных наблюдений за состоянием (толщиной, крепостью и проч.) ледяного покрова, передвижек, зажоров, взломов льда, в связи с изменениями горизонтов, температуры и ветров на участке реки от Гостинополя до Новгорода, с надлежащей систематизацией; б) служба систематической и постоянной передачи сих сведений в Центральное Бюро при Управлении Строительства и передачи их отсюда в Управление работ в форме, позволяющей судить об ожидаемых режимах реки и ледяного покрова; в) организация наблюдательных пунктов в нижнем бьефе до Новой Ладogi, с должной систематизацией; г) общее изучение состояния реки и оповещение о ближайших ожидаемых изменениях режима не только во время весеннего и осеннего ледохода, но и в остальные периоды¹⁾.

Для руководства работами собственно по составлению предсказаний был приглашен автор настоящей работы (в последних числах декабря 1922 г.).

Общее руководство необходимыми исследовательскими работами на местах было поручено Инженеру Е. И. Иогансону.

Между обоими группами работ с самого начала существовала непрерывная организационная связь; исследовательские работы, необходимость которых выяснялась в процессе составления предсказаний, осуществлялись под руководством Инженера Е. И. Иогансона.

Настоящий очерк включает в себе только методы и резуль-

¹⁾ Из приказа Главного Инженера от 9/хл 1922 года.

таты работ по предсказаниям; исследовательские работы на местах составляют предмет специального очерка Инженера Е. И. Иогансона «Зимний режим р. Волхова» (вып. XIV «Материалов»).

3. Материалы, использованные при составлении предсказаний.

Ко времени организации Службы Оповещений Гидролого-Гидрометрической Частью уже были обработаны данные ежедневных горизонтов и сроков вскрытия и замерзания р. Волхова на водомерных постах Новгород, Волхово, Гостинополье и Новая Ладога за период времени с 1881 г. по 1921 г.; была составлена кривая расходов у Гостинополья, в зависимости от горизонтов у Гостинополья (за время свободное ото льда) и от горизонтов у Волхово (подо льдом), по данным наблюдений за время существования Строительства (включая рекордный по расходам 1922 г.) и некоторым разрозненным данным за прежнее время. На участках реки, ближайших к району сооружений, имелись только кратковременные наблюдения (почти исключительно самого Строительства), а именно наблюдения над горизонтами воды у водомерных постов: Нижние Дубовики (с февраля 1920 г.¹⁾, расположенного около версты ниже сооружения, несколько ниже моста Северных ж. д. через р. Волхов, село Михаила Архангела, ныне Октябрьское (с июня 1922 г., кроме того, некоторые разрозненные данные за прежние годы)—в районе сооружений немного ниже воздвигнутой впоследствии плотины, Верхние Дубовики (с конца 1921 г.)—немного выше сооружения (около версты выше плотины); часть наблюдений на этих постах была уже обработана в виде ежедневных водомерных графиков. За прежние годы в распоряжении Строительства почти не имелось данных о режиме горизонтов воды в районе, ближайшем к сооружению (не считая некоторых выписок из альбома по сооружению С.-Петербургско-Вологодской ж. д. и пояснительных записок, к нему содержащих ценные данные о весьма высоких зажорных подъемах в период сооружения моста Северных дорог через р. Волхов). Кроме того, имелись наблюдения Строительства на ряде водомерных постов р. Волхова между Новгородом и Гостинопольем, а также на протоках оз. Ильменя; эти наблюдения, по разным причинам, изложенным в методической части очерка, почти не пришлось

¹⁾ Значительная часть наблюдений за 1920 г. внушает сомнения.

использовать для предсказаний; несколько большее значение имели водомерные наблюдения у Потерпелицкой пристани на р. Мсте, где можно было использовать данные прежних лет.

Из этого краткого обзора видно, что по наиболее острым вопросам—размер ожидаемого подъема воды в месте сооружения от осенних, зимних и весенних ледяных заторов—ко времени организации Службы оповещений данных наблюдений за прежние годы почти не имелось. Кроме того, и те данные, которые можно было использовать, относились к исключительным по характеру годам: 1920 и 1921 годы были чрезвычайно маловодными, как по размеру весеннего половодья, так и по степени осеннего питания реки; 1902 год—относительно осенних и зимних зажоров которого имелись данные из альбома по сооружению С.-Петербурго-Вологодской ж. д.—отличался исключительной многоводностью. В виду изложенного, первым шагом автора настоящего очерка было пополнение перечисленных материалов данными за прежние годы. Они были получены тремя путями:

1. Местному техническому персоналу Службы Оповещений было поручено собрать у местного населения опросные сведения о высоте подъема воды на участке реки выше и ниже сооружения во время выдающихся зимних и осенних заторов прежних лет или хотя бы о случаях выдающихся зажорных подъемов, без указания размера подъема; этим же путем были получены данные о среднем размере подъема воды на нижнем участке р. Волхова, необходимом для начала весеннего ледохода. Все эти данные были автором проконтролированы, сомнительные цифры устранены, а остальной материал послужил основой для многих предсказаний, в том числе для предсказаний некоторых весьма опасных зажорных подъемов (например, зимою 1923—1924 г. г.). По вопросу о весенних зажорных подъемах сведения у населения были собраны лично автором, но в этом вопросе население разбиралось значительно хуже и из собранного материала удалось использовать лишь небольшую часть.

2. В архиве Российского (ныне Государственного) Гидрологического Института автором были получены данные об отметках весенних зажорных горизонтов у моста Северных ж. д. за 1908—1913 и 1917 г. г.

3. В конторе участка службы пути на ст. Званка Северных ж. д. автором были обнаружены отметки весенних зажорных горизонтов у того же моста за 1910—1922 г. г.

Хотя все эти данные потребовали взаимных увязок и принятия в некоторых случаях компромиссных решений, и хотя вообще размер зазорного подъема у моста Северных ж. д. лишь в грубых чертах соответствует размеру такого же подъема у сооружения, тем не менее путем использования вышеозначенных материалов удалось в общем определять как порядок величины ожидаемого зазорного весеннего поема, так и размер возможной в этом случае ошибки.

За время существования Службы Оповещений, в дополнение к выше перечисленным водомерным постам, были устроены нижеследующие ¹⁾: Извоз (с конца 1922 г., около 7 вер. ниже плотины), Званка (действовала регулярно с января 1924 г., около 3 вер. ниже сооружения), рейка у кессонов (с зимы 1923—1924 г.), рейка у плотины (использована для предсказаний с зимы 1925—1926 г.), Силовая станция (ниже плотины, с конца 1923 г.), Ледозащитная стенка (выше плотины, с конца 1923 г., дополнительные посты там же—зимою 1925—26 г.), Петропавловское, ныне Халтурино (около 3 верст выше сооружения, откр. с октября 1925 г.), Валим (около 4 верст выше сооружения, откр. только с конца 1925 г.), мыза Моллера (около 7 верст выше сооружения, откр. с конца 1925 г.), Вельсы (ниже Гостинополя, при начале порожиистой части реки, с конца 1922 г.). Последние 5 постов служили для наблюдения над ледяным режимом порожиистой части реки; посты у Извоза и Званки для Службы Оповещений имели значение также главным образом в период ледяных заторов (гидрометрический створ у Извоза за последнее время, кроме того, давал также контрольные цифры расходов воды); посты у Силовой станции и у Ледозащитной стенки, рейки у кессонов и у сооружения характеризовали положение в нижнем и верхнем бьефе сооружения.

Со всех перечисленных вновь открытых постов, а равно и с ранее упомянутых постов, уже существовавших ко времени организации Службы Оповещений, сведения поступали по телефону (из Новгорода и Волхово—по телеграфу) один раз в сутки (примерно к 1—3 часам дня, в зависимости от загруженности линии Званка—Ленинград); на большинстве постов наблюдения велись 3 раза в день (утром, днем и вечером), кроме постов Новгород, Волхово и

¹⁾ Не упоминаются посты, не использованные для предсказаний.

Новая Ладога, где наблюдения производились только утром. В особо опасные короткие периоды производились дополнительные внесрочные наблюдения.

Кроме непосредственных цифровых данных, автором была использована также имевшаяся в Строительстве записка инженера А. М. Рундо о предсказаниях горизонтов воды по водомерным графикам аналогичных лет (этот метод применялся затем автором лишь в некоторых отдельных случаях, как контрольный, дополнительно к другим методам).

Из числа материалов, собранных уже во время работ Службы Оповещений специальными зимними исследованиям инж. Е. И. Иогансона, наибольшее значение для правильного учета состояния реки при предсказаниях имели заснятые профили распределения в русле реки Волхова кристаллического и аморфного льда, с указанием быстроты течения в свободных промежутках.

Что касается довольно обширной метеорологической сети в бассейне р. Волхова, то ее почти не пришлось использовать при предсказаниях, по следующим причинам.

1. Для долгосрочного прогноза требовалось бы: а) с самого же начала знать количественную зависимость различных элементов режима реки (горизонты, расходы, ледяной покров) от метеорологических элементов, тогда как установление этой зависимости даже в форме коррелятивной связи есть задача весьма кропотливая и выполняемая, при современном состоянии знаний, не всегда, и лишь по отношению к некоторым метеорологическим элементам; б) даже в случае установления прочной количественной связи между указанными явлениями, оставалась бы еще нерешенная метеорологией задача долгосрочного предсказания, в абсолютной мере, размера ожидаемых осадков, температур, влажности и пр.

2. Для краткосрочного прогноза речных явлений по уже наступившим метеорологическим явлениям требовалась бы телеграфная связь с большим количеством метеорологических станций в разных частях бассейна, а также значительный персонал для немедленной обработки поступающих по телеграфу данных; и то и другое Службе Оповещений было материально недоступно.

Некоторое практическое значение имела телеграфная связь с метеорологической станцией II разряда Дубовики, расположенной в районе сооружений, откуда получались данные о количестве выпавших осадков, высоте снегового покрова, температуре воздуха

в часы срочных наблюдений и т. п. Иногда использовались также телеграфные данные Главной Геофизической Обсерватории.

Наконец, автором широко использовались собираемые Бюро Предсказаний Гидрологического Института ежегодные массовые анкетные данные о высоте и плотности снегового покрова перед таянием, степени пропитанности почвы влагою, о зимнем уровне мелких рек и колодцев и о других факторах ожидаемого весеннего половодья.

Одной из методических основ предсказаний был учет ожидаемого распределения атмосферного давления и связанного с ним чередования периодов холодных и теплых, дождливых и сухих и т. п. Но в данном случае имело место не простое использование материалов, а тесный научный контакт со специалистами Главной Геофизической Обсерватории, и в основу гидрологических расчетов полагались не первоначальные данные, а законченные синоптические работы Обсерватории (карты, графики, готовые тексты метеорологических предсказаний и т. п.)

II. Методы гидрологических предсказаний.

1. Основа предсказаний — инерция гидрологических и синоптических явлений.

Возможность предсказаний в области гидрологии основана на свойстве соответствующих явлений сохранять в течение некоторого времени либо свой масштаб, либо характер закономерности происходящих в них изменений. Речной бассейн или озеро в каждый данный момент характеризуются известным состоянием (уровень озера, уровень грунтовых вод в бассейне, размер запасов почвенной влаги, размер запасов воды в виде снега, степень промерзания почвы и т. д.) и известной закономерностью происходящих изменений (известная быстрота стока в зависимости от уклона, быстрота понижения уровня озера в зависимости от пропускной способности истока, быстрота повышения зеркала озера в зависимости от его площади, быстрота замерзания реки при данном расходе воды и т. д.). Всю совокупность подобных явлений, позволяющую на основании данного состояния определенного гидрологического элемента значительно сужить пределы возможных колебаний значений этого элемента в ближайшем будущем, можно на-

звать «гидрологической инерцией». В ряде случаев, когда почему либо нельзя составить себе представление о характере ожидаемой погоды, или желательно иметь «запас» на случай возможной ошибки в предсказаниях погоды, гидрологическая инерция является единственной, и притом довольно надежной (в зависимости от продолжительности прежних наблюдений) основой гидрологических предсказаний. В частности, р. Волхов, благодаря своему озерному (точнее—полуозерному) характеру, обладает довольно значительной инерцией, особенно на участке ниже порогов, подпираемом огромным Ладожским озером, на котором изменения уровня происходят весьма медленно.

Бюро Погоды Главной Геофизической Обсерватории (главным образом, благодаря трудам Б. П. Мультановского) установило существование аналогичного явления инерции для сезонных типов распределения атмосферного давления на пространстве Европейской Части С.С.С.Р., как в смысле устойчивости известных черт барического рельефа и соответствующих ему синоптических процессов, так и в смысле устойчивости темпа и направления происходящих изменений; а так как распределение атмосферного давления определяет собою все отдельные элементы погоды (осадки, температура, влажность, испарение и проч.), то задача гидрологических предсказаний на основании данных Бюро Погоды весьма упрощается.

Таким образом, при гидрологических предсказаниях мы имели две категории основных данных: во-первых, данные, характеризующие исходное гидрологическое положение (расходы и горизонты воды, снежные запасы, состояние почвы и т. п.) и, в силу гидрологической инерции, определяющие на ближайший период пределы (обычно довольно тесные пределы) возможных при различной погоде колебаний интересующих нас гидрологических явлений. и, во-вторых, предсказание общего типа погоды на предстоящий период, указывающее, который из возможных в указанных пределах вариантов является более вероятным.

2. Предсказания горизонтов и расходов воды при свободном русле во время весеннего спада, летом и осенью.

Благодаря особенностям Волховского бассейна и недостатку наблюдений на притоках р. Волхова, для предсказаний горизонтов

воды оказался неприменимым обычный метод предсказаний горизонтов по верхним постам. Из притоков оз. Ильменя долговременные наблюдения имелись лишь на р. Мсте; на Ловати и Шелони— только в пределах озерного подпора и в удалении от областей питания этих рек; кроме того, прибывающая с притоков Ильменя вода, растекаясь по поверхности озера, на нижнем участке обычно отражается слабо и с опозданием. Собственно притоки р. Волхова, наоборот, очень быстро оказывают свое влияние на район сооружений, так что во время летних и осенних паводков и во время весеннего половодья нижняя часть течения Волхова нередко кульминирует ранее верхней части или одновременно с ней. Создание на этих мелких притоках сети постов специально для нужд предсказаний не имело бы смысла по следующим соображениям: 1) быстрота стока (порядка одних суток) не оставляет времени для составления предсказания и предупреждения заинтересованных работников Строительства, 2) вследствие отсутствия прежних наблюдений на притоках были бы ненадежными и без того сложные зависимости горизонтов нижнего участка от горизонтов многих мелких притоков, 3) содержание телеграфирующей ежедневно сети на многих мелких притоках обошлось бы слишком дорого.

В виду изложенного, в основу предсказаний горизонтов воды была положена зависимость ожидаемых горизонтов какого либо пункта от *предшествующих* горизонтов *того же* пункта.

Зависимость эта определялась графическим путем (см. график № 1)¹⁾. На оси абсцисс откладывались предшествовавшие горизонты, на оси ординат—последующие горизонты, на основании имеющихся наблюдений за 40 с лишним лет. Около каждой точки ставится номер года, для необходимого во многих случаях исследования индивидуальных причин отклонений данного года и возможной аналогии его с настоящим годом. В пределах двухнедельного промежутка между известным и ожидаемым горизонтом связь обычно получалась довольно тесная; при удлинении этого промежутка точки постепенно разбрасывались по полю графика. Для понимания успешности этого простого приема следует иметь в виду, что в такой же реке, как Волхов, высота горизонта в данный момент не является случайной, а отражает, в большей или меньшей степени, целый ряд медленно изменяющихся явлений

¹⁾ Все графики даются в том виде, как они применялись при предсказаниях, без каких либо дополнений.

жизни бассейна, как то: степень наполнения озера Ильмень, высота стояния грунтовых вод, относительные запасы почвенной влаги и т. п. В тех случаях, когда возникали сомнения относительно возможности пользоваться высотой речного горизонта, как мерилom для оценки общего состояния бассейна, сравнивалось с нормой—количество выпавших за последнее время осадков, учитывалось состояние колодцев и железнодорожных кювет и т. п.; но эти случаи были редки.

Как бы хорошо ни располагались точки на вышеописанном графике зависимости, известное рассеяние точек и, в особенности, «отскакивание» немногих отдельных точек от общей линии зависимости неизбежны. Поэтому, во всех случаях график подвергался дальнейшей обработке, с целью выделения более и менее вероятных вариантов явления (в предположении, что ожидаемая погода неизвестна). Общее направление узкого поля точек на каждом данном графике зависимости обычно видно довольно ясно; нередко можно не только обозначить общее направление поля точек (прямой линией), но и отметить имеющуюся кривизну. В соответствии с этим направлением, на поле графика, занятом точками, проводится основная («медианная») линия зависимости таким образом, чтобы выше и ниже ее оставалось одинаковое количество точек; тогда отклонения вверх и вниз от линии будут одинаково вероятны. Нижняя половина графика (книзу от медианной линии) линией («первой квадрильянной»), параллельной основной линии зависимости, делится также на две части; «вторая квадрильянная» линия соответственно делит на две части верхнюю половину графика. Кроме того, через точки, наиболее удаленные от основной линии зависимости, проводятся верхняя и нижняя предельные линии; их направление избирается в некотором соответствии с направлением медианной линии, нередко параллельно ей, в общем сообразуясь с расположением остальных отскакивающих точек; но, во всяком случае, эти верхняя и нижняя предельные линии должны быть удалены от медианной не менее, чем соответствующие «объемлющие» линии (т. е. линии, проведенные через все крайние точки).

Для предсказания ожидаемого горизонта на оси абсцисс откладывается данный (известный из наблюдений) предшествующий горизонт; из этой точки восставляется перпендикуляр, пересекающий все 5 линий графика; тогда точка пересечения этого пер-

пендикуляра с медианной линией рассматривается как «наиболее вероятный» (статистически) горизонт, ожидаемый при данном исходном положении; пересечение с «первой квадрильянной» линией— как «низший из вероятных», пересечение со «второй квадрильянной»— как «высший из вероятных», пересечения с крайними линиями— как «предельные допустимые» возможные горизонты, при данном исходном состоянии бассейна.

Если на данный период Обсерваторией был предсказан преобладающий тип погоды, то это предсказание приводилось к пятибалльной шкале (от балла «—2» через нуль до балла «+2») преимущественно по признаку антициклоничности или циклоничности ожидаемой погоды (возможные недоразумения устранялись, в случае необходимости, путем личных переговоров с руководителями Бюро Погоды). При применении предсказания Обсерватории точка пересечения заданной ординаты с медианной линией графика зависимости расценивалась баллом «нуль» (нормальная погода), пересечение с первой квадрильянной линией—баллом «—1» (умеренно-засушливая погода), со второй квадрильянной—баллом «+1» (умеренно-дождливая погода), с предельной нижней линией—баллами от «—2^{1/2}» до «—3^{1/2}» (предельная засушливость) и пересечение с верхней предельной линией—соответственными баллами от «+2^{1/2}» до «+3^{1/2}» (предельная дождливость). Промежуточные баллы, если таковые следовало принять на основании предсказания Обсерватории, легко находились интерполяцией по графику.

При всех предсказаниях (независимо от того, было ли использовано предсказание погоды или нет), кроме полученного расчетного ожидаемого горизонта, сообщалась «вероятная ошибка» этого предсказания, в размеры цены одного балла (по графику), следовательно, в общем случае, размер вероятной ошибки был различен для ошибок вверх и вниз от предсказанного горизонта. Кроме того, обычно сообщались и «предельные допустимые» при данном исходном положении горизонты, на случай крупных ошибок в предсказаниях погоды (пересечения заданной ординаты с предельными линиями графика).

Следует заметить, что степень применимости описанного метода весьма различна в разные периоды летнего полугодия.

Около времени весеннего максимума бассейн, переполненный влагой, чрезвычайно чувствителен к переменам погоды, особенно к выпадению осадков, вследствие чего исходное гидрологическое

положение (в том числе, в первую очередь, степень наполнения озера Ильмень) может быстро измениться. Поэтому в указанный период приходилось, по мере возможности, отказываться от сколько-нибудь долгосрочных предсказаний и некоторое время выжидать, пока режим спада не установится более или менее прочно.

Период спада весенних вод, продолжающийся на Волхове до первой половины августа, наоборот, наиболее благоприятен для применения данного метода. Степень наполнения озера, достигнутая в период весеннего половодья, является важным регулятором стока, почему для этого периода можно получать весьма удачные предсказания горизонтов на 2—2¹/₂ месяца вперед. Составляя графики зависимости летних горизонтов от исходных горизонтов при начале весеннего спада последовательно на 2 недели вперед, на 1 месяц, на 1¹/₂ месяца и т. д., можно получить ряд отметок ожидаемых горизонтов; откладывая на оси абсцисс даты этих ожидаемых горизонтов, а на оси ординат—ожидаемые отметки, и соединяя полученные точки плавной кривой (соответственно наиболее вероятные горизонты с наиболее вероятными, высшие из вероятных с высшими из вероятных и т. д.) можно получить ожидаемый ход спада на каждый день летнего периода с соответствующей «вероятной ошибкой» и «предельной допустимой ошибкой», причем блуждания фактической кривой спада в пределах зоны «вероятных» горизонтов (от «низшего из вероятных» до «высшего из вероятных») будут отражать случайные колебания погоды изо дня в день в пределах общего типа погоды на летний сезон, указанного Обсерваторией.

Начиная со второй половины августа инерция Волховского бассейна начинает уменьшаться. Еще в начале сентября возможно предсказание горизонтов на месячный срок, но уже со второй половины сентября даже двухнедельные предсказания становятся менее надежными и в них приходится часто вводить коррективы после быстрых изменений исходного положения, наступающих вследствие обильных дождей или при упорной тенденции к засухе. Наиболее ненадежным месяцем является октябрь и затем до ледостава положение лишь немногим улучшается.

Выше изложенное относится к предсказаниям горизонтов воды; расходы воды получались для описанного периода по кривой зависимости этих расходов от ожидаемых горизонтов у Гостинополья.

Описанный метод применялся для предсказаний горизонтов указанных сезонов на водомерных постах: Гостинополье, Новая Ладога, Нижние Дубовики и зависящие от последних посты нижнего бьефа сооружения; кроме того, в связи с проводкой судов, направлявшихся через Ладожское озеро, каналы и низовья Волхова к Волховстрою, неоднократно давались предсказания ожидаемых горизонтов у Шлиссельбурга.

Изю всех этих постов наибольшее рассеяние точек на графике зависимости давало Гостинополье. К данному посту, прежде всего, относятся все замечания относительно затруднений в предсказаниях в первые дни весеннего спада и в осенний период перелома режима при начале нового гидрологического года. Кроме того, по отношению к Гостинопольскому посту следует иметь в виду малую амплитуду его показаний, причем относительно небольшой ошибке в предсказанной отметке отвечает довольно заметная процентная ошибка в расходе; так, например, если у Гостинополья была предсказана отметка 0,40 саж. над нулем графика, а фактически оказалось 0,50 саж., то соответственные расходы будут 80 и 95 куб. саж., т.-е. ошибка составит 19% от предсказанного расхода и 16% от расхода фактического.

Несмотря на указанные затруднения, огромное большинство предсказанных Гостинопольских горизонтов не вышло из указанных в предсказании пределов и во многих случаях фактические величины были близки к указанным «наиболее вероятным» (см. ниже отдел «Результаты предсказаний»); таким образом даже в этом наиболее затруднительном случае применение данного метода оправдалось на практике.

Для примера возьмем средний по трудности случай из встречающихся на практике: предсказание горизонта у Гостинополья к началу августа по данным к концу мая. Весною 1924 г. был составлен, по данным за 43 года, график зависимости горизонтов $1/\sqrt{v}$ от горизонтов $28/\sqrt{v}$ (график № 1). Несмотря на довольно сильное рассеяние точек, глаз легко улавливает их общее направление, соответственно которому, по вышеизложенному, на графике проведено 5 линий: медианная (балл «0»), две квадратильянных (баллы «-1» и «+1») и две предельных; так как 1894 год сильно отскакивает от общего поля и, кроме того, исходный горизонт к $28/\sqrt{v}$ (70 соток сажени над нулем графика) был в 1894 г. гораздо ниже, чем в данном 1924 г., точка 1894 года не включена в обра-

ботку ¹⁾. Горизонт 28/v был 95 соток; восстанавливая из соответствующей точки абсциссы перпендикуляр, пересекающий все 5 линий зависимости, имеем горизонты (снизу вверх): 27, 35, 40, 47 и 58. Согласно карте ожидаемого распределения атмосферного давления на первую половину лета 1924 г. и некоторым другим данным Обсерватории ожидалась дождливость в общем без резких отклонений от нормы, с некоторым преобладанием засушливости в начале июня и в конце июля и дождливости—в середине указанного периода. Поэтому из указанных пяти цифр выбираем цифру соответствующую пересечению с медианной линией графика, т.-е. 40 соток (с вероятной ошибкой 7 соток вверх и 5 соток вниз), которым отвечает расход 80 куб. саж. в секунду. Фактический горизонт 1/viii был 38 и отвечающий ему расход—77 куб. саж. Если бы первая половина лета ожидалась умеренно дождливая, то мы бы приняли за наиболее вероятный горизонт 47 соток, с вероятной ошибкой 7 соток в обе стороны (так как выше медианной линии цена одного балла составляет по графику 7 соток).

Если бы не было предсказания Обсерватории (предсказания погоды на долгий срок составляются в строго определенные моменты, а запросы по долгосрочным гидрологическим предсказаниям часто не допускали отлагательства), то за наиболее вероятный горизонт был бы принят горизонт пересечения с медианой, т.-е. 40 соток.

Само собою разумеется, что, при значительном рассеянии точек, как в проведении основной линии зависимости, так и, в особенности, в проведении предельных линий (иногда их выгоднее приближать к типу «объемлющих» линий, чтобы избежать неумеренного запаса)—возможен и неизбежен некоторый произвол. Однако, многочисленные попытки повторного построения одних и тех же графиков в разное время и разными лицами показали, что этот произвол практически почти не дает крупных расхождений в предсказаниях.

Для Новой Ладogi и Шлиссельбурга предсказания, в виду ярко выраженного озерного характера годового хода горизонтов, получались в общем совершенно таким же методом, но были гораздо более точными и допускали надежные расчеты на гораздо более долгий срок, примерно до полугода вперед. Некоторые осо-

¹⁾ Прием выбрасывания одного исключительного года применялся автором довольно редко.

бенности в работе с означенными постами сводятся к следующему.

1. Нужно отличать устойчивые горизонты от случайных, вызванных ветром, в особенности для Шлиссельбурга; если избирается исходный горизонт, напр., к 1/VI, то следует внимательно пересмотреть все записи дней на 10 раньше и позже этой даты, чтобы уловить тот горизонт, который должен быть принят за исходный (хотя бы он не совпадал с фактическим горизонтом к 1/VI).

2. По той же причине, в предсказаниях необходимо оговаривать, что на данный срок дается устойчивый горизонт, который, в случае сильных ветров, может на короткое время исказиться на такую то величину (обычно не свыше 10 соток, но в исключительных случаях у Шлиссельбурга—даже до 30 соток).

3. По той же причине, для тех же постов особенно полезно для контроля строить водомерные графики аналогичных лет, однако, следует пользоваться этими графиками с большой осторожностью, так как аналогия редко бывает полной.

Специальные трудности представили посты участка р. Волхова ниже сооружения (нижний бьеф сооружения), так как горизонты здесь зависят от двух причин: расхода воды (или, что то же, бытового горизонта у Гостинополя) и озерного подпора со стороны Новой Ладogi. Основной метод разрешения вопроса состоял в получении вышеописанным способом ожидаемых горизонтов у Гостинополя и Новой Ладogi, на основании которых получался горизонт у Нижних Дубовиков—наиболее длительного из кратковременных постов нижнего бьефа—и уже из последней цифры, путем небольшой надбавки, получались горизонты постов, ближайших к сооружению.

В летнее полугодие 1923 года отметки у Новой Ладogi мало отличались от соответствующих отметок 1922 года (до поздней осени всего на несколько соток), которые, в свою очередь, были всего на 10—20 соток выше многолетнего среднего уровня этого поста; поэтому, можно было, игнорируя Новую Ладogu, производить расчет по кривой зависимости Нижних Дубовиков от Гостинополя, построенной по данным 1922 года. Реально и весьма остро вопрос стал к весне 1924 г., когда горизонт у Новой Ладogi поднялся на 80 соток выше среднего годового горизонта.

Первый подход к вопросу состоял в установлении эмпирической формулы, связывающей расход воды, горизонт у Новой Ла-

доги и горизонт у Нижних Дубовиков. Предварительно путем пересмотра всех наблюдений (с 1920 по 1923 год) была выбран ряд типичных случаев, когда при одном и том же расходе воды наблюдались различные горизонты у Нижних Дубовиков в зависимости от различных горизонтов у Новой Ладogi. Затем выяснялось, во сколько раз превышение бoльшого горизонта у Нижних Дубовиков над меньшим горизонтом у того же поста (при данном, одинаковом для обоих постов, расходе) меньше соответствующего превышения у Новой Ладogi. Это частное автор назвал «коэффициентом уменьшения подпора». Откладывая на оси абсцисс расходы, а на оси ординат коэффициенты уменьшения подпора и соединяя полученные точки плавной кривой (с увеличением расхода коэффициент уменьшения подпора увеличивается), я получил график зависимости между обоими величинами.

Обозначим теперь:

H —искомый горизонт у Нижних Дубовиков,

Q —ожидаемый одновременный с ним расход воды в куб. саж.,

$H_1, H_2, H_3 \dots$ горизонты, наблюдавшиеся у Нижних Дубовиков в различные годы при том же расходе Q , что и искомый горизонт H .

$h_1, h_2, h_3 \dots$ горизонты у Новой Ладogi, одновременные горизонтам $H_1, H_2, H_3 \dots$

h —ожидаемый горизонт у Новой Ладogi, одновременный с искомым горизонтом H ,

K —коэффициент уменьшения подпора, являющийся функцией от Q и определяемый, по предыдущему, графически.

Тогда ожидаемый у Нижних Дубовиков горизонт H вычисляется по эмпирической формуле

$$H = H_1 + \frac{h - h_1}{K} = H_2 + \frac{h - h_2}{K} = H_3 + \frac{h - h_3}{K} \dots$$

Значения коэффициента K , по первоначальным данным, при расходах не свыше 37 куб. саж. были равны постоянной величине (единице), а при расходах от 37 до 210 куб. саж. изменялись от 1,00 до 2,04. Позднейшие работы показали, что K остается переменной величиной и при расходах ниже 37 куб. саж., но изменяется в незначительных пределах.

Удобство приведенной формулы состоит в том, что можно для контроля использовать данные различных лет. Так, например, по

данным к началу июня 1924 года, горизонт у Нижних Дубовиков на 1 сентября того же года получался: а) исходя из превышения ожидаемого горизонта у Новой Ладogi (205 над нулем графика) над горизонтами 1921 года, наблюдавшимися при том же ожидаемом расходе (58 куб. саж. в сек.)—равным, в абсолютных отметках, 3.03 саж., б) исходя из превышения над горизонтами Новой Ладogi при том же расходе в 1922 году—равным 3.02 саж., в) исходя из превышения над горизонтами Новой Ладogi при том же расходе в 1923 году—равным 3.06 саж. Фактически абсолютная отметка у Нижних Дубовиков к 1/ix 1924 г. была 3.06 саж.

С помощью приведенной формулы, между прочим, удалось весьма удачно экстраполировать ожидаемые горизонты нижнего бьефа весною и в начале лета 1924 г., наблюдавшиеся при небывало высоких горизонтах Ладожского озера.

Летом 1924 года, для более точных расчетов, была построена абака (см. график № 10), где были использованы уже не отдельно выбранные случаи, а весь материал. Так как точек для построения абаки было все же заведомо недостаточно (могли быть использованы наблюдения лишь с 1920 года, причем значительная часть наблюдений этого года сомнительна), то и здесь для заполнения пробелов пришлось пользоваться формулой. Каждая из линий абаки есть кривая расходов у Гостинополя по данным поста у Нижних Дубовиков при определенном горизонте Новой Ладogi. Первоначально почти все данные группировались около 3-х линий, отвечающих горизонтам у Новой Ладogi: 120 соток, 160 соток и 220 соток; промежуточные кривые получены интерполяцией, с пропорциональным увеличением промежутков между кривыми при более высоких подпорах. Кривая дает искомые горизонты у Нижних Дубовиков с ошибкой в среднем около 5 соток, причем ошибка возрастает при более низких расходах, когда сильнее влияние ветров, и нижнее течение Волхова превращается в широкий и глубокий канал с весьма медленным течением.

В качестве примера расчета возьмем то же предсказание, составленное в начале июня на 1/ix 1924 г. Отыщем на линии абсцисс ожидаемый расход 58 куб. саж. и восстановим из найденной точки перпендикуляр до пересечения с ожидаемым горизонтом Новой Ладogi 205 соток (между линиями 200 и 210 соток); от этой точки проводим горизонтальную линию до пересечения с линией Ордина^T и находим искомую отметку 99 соток над нулем графика

или, в абсолютных отметках, 3,07 сажени (фактически было 3,06 саж.)¹⁾.

Ближайшие к сооружению посты нижнего бьефа (Силовая станция, Октябрьское) по отметкам свободного ото льда русла отличаются от Нижних Дубовиков обычно на несколько соток, причем в зависимости от ветра и от состояния работ по сооружению размер превышения неправильного колебался. Для предсказаний размера надбавки отыскивались за прежнее время параллельные наблюдения при близких расходах (если возможно, и при близких подпорах со стороны Ладоги) и заимствованный из них размер искомой надбавки контролировался и исправлялся по фактическому ходу горизонтов. Если вполне подходящих к случаю прежних наблюдений не было, размер надбавки получался прямойлинейной интерполяцией фактически наблюдавшихся превышений отметок на указанных постах (по сравнению с Нижними Дубовиками), при расходах более высоких и более низких, чем расход ожидаемый.

В заключение этой части очерка, необходимо упомянуть о случаях предсказаний горизонтов свободного русла на очень большой срок вперед. По существу дела они являлись лишь методическими попытками, предпринятыми в виду неотложных надобностей Строительства. Так как большое рассеяние точек по полю графика в этом случае затрудняло проведение линии зависимости, то для выделения более вероятных и крайних допустимых предельных вариантов явления применялись более или менее искусственные приемы.

1. Первый прием состоял в том, что составлялось по вышеизложенному предсказание к более раннему сроку, чем следовало по заданию, и уже от этого срока составлялось новое предсказание к заданному сроку, причем в основу полагался либо ожидаемый наиболее вероятный горизонт промежуточного срока, либо, при предсказании к заданному сроку, на оси абсцисс откладывались последовательно все 5 горизонтов, вычисленных на промежуточный срок, и для каждой ординаты брался (по окончательному графику) наиболее вероятный горизонт (пересечение с медианой графика). Оба результата сравнивались между собою и, в случае существен-

¹⁾ Следует заметить, что фактический расход был 50 куб. саж., фактический горизонт у Новой Ладоги—205 соток, что дает по абаке 97—98 соток, т. е. в абс. отм. 3,05—3,06 саж., при фактических 3,06 саж.

ных расхождений, выбирались данные с большим запасом. Если нужен был особенно большой запас, то «предельный горизонт», снятый с промежуточного графика, откладывался на оси абсцисс окончательного графика, и соответствующая ордината продолжалась до пересечения не с медианной линией окончательного графика, а с соответствующей квадрильянной линией (но не до пересечения с предельной линией—это давало бы запас заведомо преувеличенный).

Во всех этих случаях производилась контрольная проработка предсказания обычным методом (не считаясь с значительным рассеянием точек).

2. Второй прием был применен в рекордном случае 1924 года, когда горизонт Ладожского озера достиг предельных величин за несколько десятков лет (требовалось предсказание с лета на следующую весну и лето). Считая недопустимым, чтобы на следующий год произошло еще дальнейшее повышение горизонта, я на графике зависимости использовал только те года, когда не происходило повышения горизонта в следующем году по сравнению с предыдущим. Эти выбранные данные (половина всех точек) дали вполне удовлетворительный график зависимости, значительно сгустивший пределы возможных колебаний горизонтов у Новой Ладоги ¹⁾.

3. Третий прием применялся в тех случаях, когда заведомо не могло быть сколько нибудь заметной естественной связи между предшествующими и последующими явлениями. Исключались некоторые группы крайних, когда либо наблюдавшихся, случаев и указывалась теоретическая вероятность остальных случаев и случаев исключенных; о том, что это не предсказание в собственном смысле, а статистическая справка, указывалось в тексте сообщения.

3. Предсказания незажорных горизонтов и расходов воды на зимнее время.

Из числа постов, для которых давались предсказания в зимнее время, не обнаруживали в это время зажорных явлений Волхово и Новая Ладога.

¹⁾ Неудача предсказания по этому графику на год вперед была случайной (быстрота убыли воды в Ладоге с августа 1924 г., вследствие теплой зимы и ничтожного половодья, далеко превысила все прежние рекорды) полный график зависимости также не устранил бы этой ошибки.

Предсказания зимних горизонтов у Волхово и соответствующих расходов у Гостинополя получались тем же описанным выше графическим методом, как горизонты и расходы свободного русла, с той разницей, что на оси ординат откладывались горизонты у станции Волхово, от которых по зимней кривой расходов можно было перейти к зимним расходам у Гостинополя.

Если как исходные горизонты у Волхово, так и ожидаемые горизонты приходились на время установившегося зимнего режима, то результаты получались в общем весьма точные, но график зависимости отличался характерной особенностью: главная масса точек располагалась весьма узкой полосой, обнаруживая почти функциональную зависимость, но отдельные немногочисленные точки отскакивали далеко вверх. Это соответствовало случаю сильных зимних оттепелей с валовым таянием снега, хоть изредка, но наблюдавшимся в бассейне р. Волхова. Пока вопрос о предвидении таких оттепелей синоптической метеорологией окончательно не разработан, приходилось вводить в предсказания соответствующий запас. Однако, по окончании оттепели (как это было, напр., в феврале 1925 года), обычно вновь восстанавливается тесная зависимость между предшествующими и последующими расходами, со значительной устойчивостью нового исходного положения.

Практически довольно важно бывает предвидеть еще с осени ожидаемый зимний расход воды. С некоторыми предосторожностями этот вопрос может быть разрешен до известной степени удовлетворительно. Для предсказания избирается момент возможно ближе к ледоставу, но еще в условиях совершенно свободного от каких либо ледяных явлений русла (например, вторая половина октября); соответствующие расходы (или бытовые горизонты у Гостинополя) откладываются на оси абсцисс. На оси же ординат откладываются горизонты у Волхово в какой либо момент с заведомо установившимся (по крайней мере в огромном большинстве лет) зимним режимом (например, конец декабря). Получается график, хотя и несколько разбросанный, но не дающий особо значительных отклонений вниз от медианной линии (вероятная ошибка порядка 5 куб. саж., предельная—порядка 10 куб. саж.); отклонения вверх значительно выше, но практически отклонения вниз значительно важнее, так как дают возможность предсказать: ниже какой величины не может спуститься зимний расход, при данном исходном расходе поздней осени.

Что касается зимних горизонтов у Новой Ладogi, то они вполне удачно предсказываются по обычному графику зависимости, даже на долгий срок, и без принятия каких либо особых мер предосторожности.

4. Предсказание расходов воды на период осеннего ледостава.

Предсказания расходов воды на период ледостава—одна из наиболее неблагоприятных задач. За этот период расходы прежних лет не могут быть вычислены с достаточной точностью: поэтому приходилось бы с помощью того или иного искусственного приема «увязывать» расходы, полученные по Гостинoпольской кривой (еще при свободном русле), с расходами, определенными после ледостава по горизонтам станции Волхово; при этом, как показали наблюдения, зимняя кривая расходов устанавливается далеко не сразу после ледостава, не ранее момента наступления устойчивого спада воды подо льдом. Обычно я получал расходы периода ледостава прямолинейной интерполяцией между последними осенними расходами при свободном русле и первыми расходами, ожидаемыми при установившемся зимнем режиме и вычисленными согласно предыдущему. Одна из главных трудностей в этом вопросе—правильно определить ожидаемый срок ледостава (работа совместная со специалистами Обсерватории—см. ниже). От решения этого вопроса зависит правильный выбор прежних аналогичных лет для построения графика зависимости (для данной цели годятся лишь случаи с ледоставом не ранее и не позднее определенного срока, что, уменьшая число точек на графике, также ухудшает результат). Наконец, следует заметить, что прямолинейная интерполяция (а тем более употребляемый некоторыми прием, при котором разница между расходом свободного русла и расходом подо льдом разверстывается и на период времени, предшествующий ледоставу) совершенно не решает вопроса о моменте перелома расходов, т. е. о том моменте, когда, вследствие задержки воды вверху при ледоставе в верхнем и среднем течении реки, и одновременного замерзания притоков, расход на нижнем участке р. Волхова резко падает. А это последнее явление систематически наблюдается на р. Волхове, и притом в разной степени, так как на некоторых участках среднего течения реки (выше Гостинoполя) нередко при ледоставе происходят заторы кристаллического льда.

В виду изложенного, автор, по мере возможности, ограничивался краткосрочными предсказаниями на период ледостава. Когда же были необходимы предсказания долгосрочные, то я иногда применял следующий искусственный прием: на оси абсцисс откладывались месяцы с августа по февраль; на оси ординат откладывались соответствующие средние месячные расходы, частью фактические, частью вычисленные, с *пропуском ноября*; в зависимости от общего хода средних расходов, точки октября и декабря соединялись кривой, с более резким переломом около времени предполагаемого ледостава.

5. Предсказания зажорных горизонтов осени и зимы.

Предсказания осенних и зимних зажорных горизонтов представляли собою одну из центральных и наиболее ответственных задач работ по предсказаниям. Задача эта осложнялась, помимо совершенной неисследованности (до 1923 г.) зажорного режима р. Волхова, еще большою сложностью и разнообразием зажорного режима на различных участках р. Волхова, а также изменениями, вносимыми в этот режим в процессе сооружения гидростанции. Поэтому очерку методики данных предсказаний придется предпослать некоторые сведения о характере осенних и зимних зажорных явлений на различных участках реки.

Выше Гостинополя зажорные явления систематически не изучались (в виду необходимости концентрировать работы на более ответственных участках); но известно, что выше Гостинополя временами происходили заторы кристаллического льда, которые, с одной стороны, при размывании и прорыве, могли доставлять мелкий материал для зажоров на нижнем участке реки, с другой же стороны, несомненно, уменьшали зажоры на нижнем участке двумя путями: а) путем задержки больших ледяных масс во время сплошного ледохода (обстоятельство весьма важное, так как быстрота осенних зажорных подъемов на нижнем участке реки сильно зависит от степени участия кристаллического льда, крупные массы которого, цементируемые образующимся в порогах донным льдом, сразу закупоривают просветы живого сечения реки); б) путем уменьшения секундного притока воды ко времени завязывания зажора на нижнем участке, что, как мы увидим, не могло не отражаться на размере зажорных подъемов. Все эти явления качественно могут счи-

таться установленными с определенностью, но количественно их исследовать не удалось.

Гостинопольский пост в период ледостава зимою имеет ясно выраженный зажорный режим горизонтов, зависящий от подпора нарастающими в порогах массами донного льда. Инженером Е. И. Иогансоном установлена интересная количественная зависимость между размером зажорных подъемов на этом посту и температурой воздуха; практического применения при предсказаниях эта зависимость, однако, не получила, как в виду отсутствия особого практического значения Гостинопольского поста для зимнего режима реки, так и в виду невозможности точно предсказать ожидаемую температуру воздуха. В деле предсказаний Гостинопольский пост сигнализировал нарастание (при подъеме горизонта) или отрывание (при падении горизонта) масс донного льда в ниже расположенных порогах.

Пост у Вельсов давал приблизительно ту же картину колебаний горизонтов, что и Гостинополье, но имел специальное значение по сообщаемым данным о формировании в порогах прочных образований донного льда (т. н. «пятр»), о появлении и исчезновении донного льда на каменистом дне, о проходе через профиль поста масс аморфного и кристаллического льда (что было здесь более заметно благодаря плохому замерзанию этого места) и т. п.

На постах мыза Моллера, Валим и Петропавловское (ныне Халтурино) наблюдения велись лишь зимою 1925—1926 года, когда в районе сооружений, подпертом плотиной, зажорный подъем был незначителен, но огромный зажор, развивавшийся выше подпертого сооружением участка, угрожал, в случае значительных оттепелей, сплыть в район сооружения. Бытовой зажорный режим на указанном участке (в частности, нормальная высота зажорного подпора) неизвестен.

Наблюдения на водомерных постах Верхние Дубовики и Нижние Дубовики являются основой для наших суждений о бытовых зажорных явлениях в районе сооружений до того момента, когда естественные условия были нарушены опущением кессонов (осень 1923 г.). Эти наблюдения, в связи с профилем реки и профилями живых сечений, дают возможность нарисовать следующую картину происхождения ледяных зажоров на нижнем участке р. Волхова.

При переходе от порожистого участка реки (Петропавловские

пороги) к спокойному, глубокому и подпертому Ладожским озером нижнему течению реки происходит быстрая потеря скоростей, вследствие чего нижний участок замерзает раньше. К замерзшему месту (примерно на профиле Нижние Дубовики) сверху непрерывно прибывает как кристаллический лед (в зависимости от пропускной способности участка выше Гостинополя, где иногда образуются заторы кристаллического льда), так и донный лед, образующийся в порожиистой части реки. Забиваясь под ледяной покров, и тот и другой лед забивают русло, вызывают затор, подъем воды, подпор вышележащего участка и — как следствие подпора — замерзание этого участка, образование нового зазора у новой границы неподвижного льда, дальнейшее распространение подпора, замерзание следующего участка и т. д. Роль кристаллического льда, очень существенная в первой стадии зазора, в дальнейшем уступает свое место донному льду, который непрерывно образуется в порогах и, сплывая вниз, забивает промежутки зазора. При этом наиболее благоприятствует зазору погода с резкими колебаниями температуры, достаточно холодная, чтобы вызвать продукцию донного льда и недостаточно суровая для того, чтобы иметь последствием значительное сокращение открытой площади в порогах; образующийся в порогах в более холодные промежутки донный лед при потеплениях отрывается и увеличивает закупорку нижнего участка. Поэтому, при общем увеличении зазорности на реке в более холодные периоды (продуцируется больше донного льда), наблюдается в отдельные моменты обратная зависимость между зазорностью выше (у Гостинополя) и ниже порогов. Оторвавшиеся во время потеплений в порогах запасы донного льда, идущие на дальнейшую постройку зазоров в нижнем участке, при возврате холодов быстро восстанавливаются, при новых потеплениях опять отрываются, и т. д. Где предел возможных зазорных подъемов при самой неблагоприятной погоде? На разрешение этого вопроса были направлены главные усилия. Второй важный вопрос сводился к выяснению возможности предсказания наиболее опасного в смысле зазоров типа погоды. Третий вопрос — установление наиболее опасных периодов в развитии зазора.

В поисках фактора, определяющего наибольший возможный подъем при самой неблагоприятной погоде, я остановился на расходе воды. В самом деле, расход воды определяет: 1) быстроту секундного накопа при данной пропускной способности зазора;

2) размер продукции донного льда при данном размере открытой ото льда площади и данных условиях погоды; 3) размер открытой ото льда площади при данных условиях погоды; 4) горизонт воды, отвечающий подвижному равновесию между забиванием русла формирующимся донным льдом, прочисткой русла увеличенным напором воды и увеличением пропускной способности русла вследствие подъема ледяного покрова при развитии зажора.

Дополнив имевшийся в Строительстве материал опросными данными о порядке величины подъема воды во время более выдающихся прежних зажоров, я получил кривую (см. график № 2), выражающую зависимость высоты наибольшего зажорного подъема у Нижних Дубовиков осенью и зимою от одновременного расхода воды или, что то же, от одновременного горизонта воды у станции Волхово. Несмотря на грубо-ориентировочный характер этой кривой, она послужила основой для расчетов и дальнейших уточнений. В частности, только благодаря этой кривой удалось заблаговременно (более, чем за 2 месяца, не считая предварительных предсказаний) предсказать небывалый (Верхние Дубовики почти на сажень выше зимы 1922—1923 г.) подъем горизонта в районе сооружений зимою 1923—1924 г. и убедить Управление Работ Строительства в необходимости соответствующей подготовки.

В дальнейшем, данные, положенные в основу указанной кривой, были пополнены рекордными данными зимы 1923—1924 года и переработаны следующим образом: 1) для расходов, одновременных наивысшим зажорным подъемам, были по вышеизложенному вычислены соответствующие горизонты свободного русла при данном размере подпора со стороны Ладоги, определяемом одновременными горизонтами Новой Ладоги; 2) были исчислены для каждого максимального зажорного горизонта «зажорные подпоры», определяемые как разность между этим зажорным горизонтом и соответствующим горизонтом свободного русла; 3) был построен график зависимости указанных максимальных зажорных подпоров от одновременных расходов воды; 4) на этом же графике были нанесены типичные случаи отдельных зажорных подпоров (зубцы на зимней кривой горизонтов), не достигавшие (в силу условий погоды или других особых условий) предела; для таких случаев, а также для типичных случаев малой зажорности (выделенных из общей массы наблюдений) на том же графике были проведены свои кривые зависимости; 5) были вычислены средние зажорные

горизонты и соответствующие зажорные подпоры для отдельных периодов зимнего сезона, и для этих подпоров были составлены особые графики зависимости от расходов; б) для тех же периодов были выделены низшие зажорные горизонты с соответствующими подпорами и для них был построен соответствующий график зависимости от одновременных расходов (наименее удачный).

Совокупность этих графиков дала возможность предсказывать: 1) наивысшие предельные допустимые зажорные горизонты за зиму; 2) наивысшие зажорные подъемы, возможные при различных условиях погоды; 3) высшие, средние и низшие зажорные горизонты на определенные периоды времени (с меньшим успехом).

Пост Нижние Дубовики, в районе котского, согласно вышеизложенному, завязывался первый зажор, регулировал весь зажорный режим на вышележащем участке. Поэтому наивысшие зажорные горизонты вышележащих постов в естественных бытовых условиях можно было получить на основании горизонтов Нижних Дубовиков путем прибавления к последней некоторой поправки за собственный зажорный подпор вышележащего участка; для Верхних Дубовиков, в средних условиях, размер этой надбавки можно было принять около 0,40 саж., на профилях постов Октябрьское, Силовая станция и Ледозащитная стенка поправку можно было рассчитать по интерполяции. При высоких расходах размер надбавки, видимо, надлежало бы увеличить раза в полтора.

Уже при первом случае предсказания осенне-зимних зажоров (осень 1923 г.) имело место некоторое искажение работами Строительства естественного режима реки, потребовавшее введения поправок к первоначальным предположениям. Вследствие искусственного сужения русла реки и подпора со стороны кессонов, с верхней стороны сооружений создались благоприятные условия для некоторой задержки шуги (донного льда), а именно: а) замедление течения на некотором расстоянии выше перепада у кессонов, на подпертом последними участке; б) замерзание соответствующего места, с забиванием под неподвижный лед проходящего сверху материала; в) вследствие указанного забивания шуги под лед — местные зажорные подъемы в верхней части района сооружений, с подвижками льда в направлении более слабого ледяного покрова непосредственно выше кессонов; г) частичное забивание русла нагромождением кристаллического льда в районе подвижек, с задержкой проносимого сверху ледяного материала у этого препятствия.

Подобные же явления, в несколько усиленной степени, имели место зимою 1924—1925 г. На горизонтах воды вышеизложенное сказалось следующим образом.

У поста Верхние Дубовики размер зажорного подпора в обе зимы, вместо того, чтобы превышать бытовой зажорный подпор у Нижних Дубовиков, приблизительно соответствовал последнему; но в 1923—1924 году это обстоятельство, при чрезвычайно высоком зимнем расходе, скрадывалось дополнительным подъемом воды верхнего бьефа от подпора кессонами. У Нижних Дубовиков, вследствие задержки шуги в верхнем бьефе, зажорный подпор был ниже теоретического предельного максимума (при том же расходе) примерно на 0,65 саж., у Силовой станции — приблизительно на 0,40 саж. В общем некоторое разобшение верхнего бьефа от нижнего (служением русла и кессонами) воспрепятствовало суммированию зажорных подпоров путем непрерывного и последовательного роста зазора снизу вверх, и имело последствием понижение зажорных подпоров, по сравнению с бытовыми условиями, на всем протяжении реки с измененным режимом.

Зимою 1925—1926 года, уже при существовании плотины, разобшение верхнего бьефа от нижнего увеличилось еще более (вода поступала из верхнего бьефа в нижний только через щиты Стоней и частично через турбинные окна). Зажорный подпор в нижнем бьефе составлял примерно половину бытового подпора при том же расходе (характерная деталь: вследствие особых гидравлических условий ниже перепада, при больших скоростях и открытом русле, непосредственно ниже плотины обратное течение у левого берега по мере развития зазора внизу и распространения ледяного покрова кверху от Нижних Дубовиков производило дополнительный подъем воды, примерно на 0,20—0,25 саж. выше, чем у правого берега). В пределах сооружений, благодаря всасывающему действию перепада, несмотря на довольно значительное накопление в русле зажорного материала, зажорные подпоры были незначительны (0,20—0,30 саж.). Но выше, на границе подпертой сооружением части реки (у Халтурино), мы уже имели в точности максимальные зажорные подпоры, отвечающие данному расходу, т. е. здесь, в аналогичных (хотя и искусственно созданных) условиях, имела место та же количественная зависимость зажоров от расходов, какая в бытовых условиях была констатирована мною у Нижних Дубовиков. Интересно отметить, что, с перенесением основной причины

зажоров (перелом скоростей, определяющий первоначальную границу неподвижного льда при ледоставе) выше по реке, на бывший нижний участок порогов, зажор в течении зимы распространился необычайно высоко по реке и вызвал небывало высокое зимнее стояние воды у Гостинополья и Вельсов (при расходах лишь несколько выше обычных зимних).

Такова фактическая картина изменений, внесенных до весны 1926 г. сооружением в осенне-зимний зажорный режим. Значительную часть этих изменений удалось предвидеть, в частности, почти всю качественную сторону явлений; но количественная сторона вопроса о влиянии сооружения на зажорные горизонты обычно нуждалась в проверке и потому поправки горизонтов за искусственный режим неоднократно приходилось вводить с опозданием. Кроме того, так как эти поправки были все в благоприятную сторону, то применять их следовало с большою осторожностью, помня о необходимости иметь достаточный «запас» на случай переоценки благоприятного влияния искусственных условий.

Познакомившись с различными изменениями условий образования зажоров, происходившими в период сооружения гидро-станции, возвращаемся к основным факторам, определяющим размер наивысшего зажорного подъема.

При столь важной, как описано, роли расхода воды в определении наивысших зажорных горизонтов, существенное значение имело удачное предсказание величины этого расхода к моменту наивысшего развития зажора. К сожалению (как упоминалось в соответствующем месте) как раз на период ледостава предсказание расхода воды представляет много затруднений; кроме того, при огромной разнице в темпе развития зажора (от нескольких дней до целых месяцев, что зависит не только от погоды, но также от ряда естественных гидрологических условий ¹⁾ и от искажения режима сооружением ²⁾, предсказание величины расхода на известный срок было, конечно, невозможно. Поэтому обычно приходилось рассчитывать на неблагоприятный случай, а именно, что наи-

¹⁾ Например: консистенция шуги, видимо зависящая от расхода (слишком большой расход разжижает шугу), степень участия кристаллического льда (отчасти в связи с зажорами кристаллического льда выше Гостинополья) и т. д.

²⁾ Сюда относится, прежде всего, задержка шуги в верхнем бьефе сооружения, замедляющая развитие зажора в нижнем бьефе.

высший зажорный подъем будет иметь место примерно при том же расходе, который ожидался перед ледоставом. Наличие подобного «запаса» в предсказании, естественно, приводило к неточностям, которые при данных условиях были, однако, неизбежны. По мере того, как расход падал, снижались, в порядке дополнительных, менее долгосрочных предсказаний и пределы возможных зажорных подъемов. Наконец, если период развития зазора захватывал и время установившегося зимнего режима, то при относительном постоянстве зимнего расхода задача предсказания предельного зажорного максимума, в общем случае, значительно облегчалась.

Вторым существенным фактором зажорного подъема является, как было указано выше, погода. Как только мне удалось (еще в начале 1923 г.) собрать и проконтролировать достаточное количество данных о прежде бывших значительных зазорах, с указанием даты и хотя бы приблизительного размера подъема, я передал этот материал Заведующему Бюро Погоды Главной Геофизической Обсерватории Б. П. Мультановскому, с просьбой, по возможности, выяснить соответствующую картину распределения атмосферного давления и возможность предсказания последней. Опыт Б. П. Мультановского увенчался полным успехом—удалось установить ряд типичных черт предшествующих зажорным максимумам синоптических периодов и дать сводную карту распределения атмосферного давления в эти периоды. В кратких словах, «синоптический период, предшествующий зазору, характеризуется областью циклонов в районе зазора, перекрытых полосой максимумов ¹⁾, расположенных с юга или центра Скандинавии до Печоры». При последующих работах по предсказаниям размера осенне-зимнего зажорного максимума указания Обсерватории использовались таким образом, что из нескольких линий зависимости (см. график № 3) зажорных подпоров или зажорных горизонтов от расходов воды избиралась та, которая отвечала более тревожному или более спокойному типу ожидаемой Обсерваторией погоды. Однако, в качестве запаса, всегда указывался и предельный допустимый зажорный подпор по верхней кривой указанного графика, или горизонт по графику № 2.

Третий вопрос—об опасных периодах при развитии зазора—разрешался, в значительной степени, также при участии специа-

¹⁾ Областей повышенного атмосферного давления.

листов Обсерватории, поскольку вероятность наступления в тот или иной момент вышеуказанного типа погоды могла быть предсказана, а также поскольку могли быть предсказаны отдельные теплые и холодные волны. При этом следует заметить, что до зимы 1925—1926 г. весьма значительные зажоры развивались ниже сооружения, почему были опасны преимущественно холодные волны, дающие усиленный приток зажорного материала с порожистых мест на нижний участок реки; зимою же 1925—1926 г., когда подавляющая масса зажора была расположена выше сооружения (временами даже сосредоточена в непосредственной близости от него), опасными были, наоборот, теплые волны, угрожавшие мобилизовать всю эту массу и двинуть ее в пределы сооружения. Независимо от погоды, одним из самых опасных периодов ежегодно был момент сплошного ледохода, когда решался вопрос, примет ли кристаллический лед значительное участие в построении зажора (что иногда могло угрожать, при том же окончательном предельном уровне, катастрофическим темпом развития зажора) или зажор будет медленно строиться почти из одного донного льда. Дать какие либо указания по этому вопросу можно было лишь в краткосрочном порядке, на основании телеграфных данных о состоянии кристаллического льда на протяжении реки выше Гостинополя. Соответственно изложенному, с наибольшим запасом давались предсказания зажорных горизонтов на период ледохода и непосредственно за ним следующий, затем— на отдельные угрожаемые по метеорологическим условиям зимние периоды; наконец, на периоды устойчивой зимней погоды, с закономерным нарастанием зажорных подпоров или с закономерным снижением их цифровых величин—давались относительно наиболее точные предсказания.

Таким же, в общем, способом, исходя из закономерных изменений расходов воды и предсказаний ожидаемой погоды, давались предсказания осенне-зимних зажорных горизонтов и на короткие сроки.

Зимою 1925—1926 г., кроме собственно предсказаний, давалась еще возможно чаще (2—3 раза в неделю) характеристика процессов, происходящих в данный момент на различных участках зажора, с перечнем всех зажорных подпоров и с общей характеристикой состояния и степени устойчивости зажора. Как ясно из предыдущего, эти предосторожности вызывались скоплением крупных зажорных масс выше района сооружений.

Вот пример одного из более сложных вычислений зимнего за-
жорного горизонта.

Зимой 1924—1925 г. для работ Строительства имел суще-
ственное значение ожидаемый (зажорный) горизонт нижнего бьефа
непосредственно ниже сооружения. В связи с этим 16 января
1925 г. был предсказан, между прочим, наивысший зажорный
горизонт у Силовой станции на время с 16/1, по 15/II. При этом
ожидался (по графику зависимости зимних расходов)¹⁾ наиболее
вероятный наивысший расход около 16 куб. саж., высший из ве-
роятных—18 куб. саж. и низший из вероятных—14 куб. саж.
На один из периодов этого месяца Обсерваторией ожидалось рез-
кие колебания температуры с возможностью значительных морозов,
при вероятности временных возвратов оттепелей, т. е. условия
определенно тревожные. Поэтому на графике (график № 3) для
расчета зажорных подпоров, мы отыскиваем пересечения ординат,
соответствующих расходам 16, 18 и 14 куб. саж., с *верхней* кри-
вой; эти точки по графику приблизительно соответствуют зажор-
ным подпорам у Нижних Дубовиков 0,65 саж., 0,75 саж. и
0,60 саж. Теперь вычислим, какой горизонт у Нижних Дубовиков
наблюдался бы при свободном русле; для этого, кроме расхода,
нужно знать подпор со стороны Ладожского озера, определяемый
горизонтом у Новой Ладogi. По образцу графика № 1 (но гораздо
точнее) может быть построен график зависимости высших месяч-
ных горизонтов у Новой Ладogi с 15/I по 15/II от горизонтов
15/I; он дает для наиболее вероятного высшего горизонта 169 соток
над нулем графика, для высшего из вероятных—172 сотки и для
низшего из вероятных—167 соток. Для вычисления горизонта
свободного русла у Нижних Дубовиков пользуемся абакой (график
№ 10); по абаке для расхода 16 куб. саж. и горизонта у Новой
Ладogi 169 соток получается горизонт у Нижних Дубовиков
0,58 саж. (над нулем графика), или в абсолютных отметках (от-
метка нуля графика 2,08 + 0,58) 2,66 саж. Прибавляя к этой
величине вычисленный ранее для расхода 16 куб. саж. размер
зажорного подпора 0,65 саж., имеем наивысший для данного
месяца зажорный горизонт у Нижних Дубовиков (наиболее вероят-
ный) 3,31 саж. Подобным же образом, для высшего из вероятных
расхода 18 куб. саж., при горизонте Новой Ладogi 172 соток, мы

¹⁾ График не приложен, но может быть легко построен по образцу гра-
фика № 1, со значительно большей точностью.

имели бы горизонт свободного русла $(0,61 + 2,08)$ 2,69 саж. (абс. отм.), зазорный подпор (по предыдущему)—0,75 саж. и наивысший горизонт за месяц (высший из вероятных)— $2,69 + 0,75 = 3,44$ саж. Для расхода низшего из вероятных (14 куб. саж.) при горизонте у Новой Ладоги 167, имеем горизонт свободного русла 2,64; прибавляя зазорный подпор 0,60, имеем 3,24 саж. Это—зазорные горизонты у Нижних Дубовиков в естественных условиях. Так как нам требуется горизонт у Силовой станции, то при естественных условиях нам надлежало бы прибавить еще некоторую величину, которую можно рассчитать по интерполяции на основании наблюдавшегося в естественных зазорных условиях среднего превышения Верхних Дубовиков над Нижними Дубовиками; как упоминалось, это превышение принято 0,40 саж.; интерполяция для Силовой станции дает ориентировочную надбавку к Нижним Дубовикам 0,30 саж. Следовательно, у Силовой станции в естественных условиях мы имели бы абсолютные отметки $3,31 + 0,30 = 3,61$ (наиболее вероятную), $3,44 + 0,30 = 3,74$ (высшую из вероятных) и $3,24 + 0,30 = 3,54$ (низшую из вероятных). В качестве предсказания «с запасом» можно было бы удовлетворяться этими цифрами; но, если принимать во внимание искусственную задержку шуги в верхнем бьефе, вызываемую сооружением, эти цифры (по предшествовавшим наблюдениям зимы 1923—1924 г. и начала зимы 1924—1925 г.) можно понизить на 0,40 саж. Итак, окончательные ожидаемые наивысшие горизонты у Силовой станции (в абсолютных отметках) на время с 16/1 по 15/II будут: наиболее вероятный—3,21, высший из вероятных—3,34 и низший из вероятных—3,14 саж. Фактический наивысший горизонт (с 16/1 по 15/II) был 3,14 саж.

6. Предсказания наивысших весенних горизонтов и расходов при свободном русле.

Методические основы предсказания размера весеннего половодья на р. Волхове для периода свободного русла—общие с большинством значительных рек европейской части СССР. Они изложены в статье автора «Метод предсказания высоты весеннего половодья рек» («Изв. Российского Гидрологического Института» за 1924 г.). В указанной статье приведена эмпирическая формула

$$N + \frac{P + J}{2} = \frac{h - S}{D} = H \dots \dots \dots (1)$$

В этой формуле N —высота снегового покрова перед таянием, по показаниям массовых наблюдателей Гидрологического Института, выраженным в баллах пятибалльной системы («0» — снега обычные, «+1» — высокие, «-1» — низкие, «+2» — чрезвычайно высокие, «-2» — чрезвычайно низкие);

P —степень пропитанности водою почвы осенью предшествовавшего года, по тем же показаниям («0» — пропитывание обычное, «+1» — сильное, «-1» — малое и т. д.);

J —степень ожидаемой весной циклонической деятельности в пределах речного бассейна (определяется — также по пятибалльной шкале — на основании карты ожидаемого распределения атмосферного давления на весенний сезон, составляемой Главной Геофизической Обсерваторией, оценивая резко выраженные циклонические области баллом +2 или +1½, слабо циклонические — баллом +1/2, области же антициклонические — такими же отрицательными баллами);

h — искомый ожидаемый наивысший весенний горизонт, в тех мерах, которые приняты при наблюдениях;

S — среднее арифметическое из наивысших весенних горизонтов за много лет (в тех же мерах);

D — среднее арифметическое из ежегодных отклонений наивысшего весеннего горизонта данного года от величины S , за много лет (в тех же мерах);

H — высота половодья по пятибалльной системе («0» — обычное, «+1» — высокое, «-1» — низкое, «+2» — чрезвычайно высокое, «-2» — чрезвычайно низкое).

Данная формула применяется для больших судоходных рек европейской части СССР, притом для рек не озерных.

Для рек со значительным озерным питанием при вычислении высоты ожидаемого весеннего горизонта вводится поправка за зимний горизонт (см. главу V указанной выше статья). Для введения этой поправки строится график зависимости наивысших весенних горизонтов от зимних (чем более озерное питание, тем более удовлетворительным будет этот график); на графике проводятся, как ранее описывалось, пять линий зависимости, и каждая из этих линий считается соответствующей баллу половодья (медиана соответствует баллу нуль или случаю нормального половодья, первая кватрильяна — баллу «-1» или половодью низкому, вторая кватрильяна — баллу «+1» или половодью высокому, предельные ли-

нии отвечают баллам от $2\frac{1}{2}$ до $3\frac{1}{2}$, с соответствующими знаками). Таким образом, имея вычисленный по предыдущему балл половодья в бассейне озерной реки, восставляют перпендикуляр из точки линии абсцисс, соответствующей данному зимнему горизонту и на этой ординате, руководствуясь ее точками пересечения с линиями зависимости, соответствующими указанным основным баллам, интерполируют ранее вычисленный балл половодья. Наилучшие результаты этот способ дает для крупных озерных рек, ближе к месту истока, при условии, если весеннее половодье собственных притоков реки не подпирает данного места.

В предсказаниях высоты половодья размер вероятной ошибки вообще принимается равным одному баллу, что в основной формуле соответствует величине D .

Размер предельной допустимой ошибки, считаясь с возможностью полной неудачи предсказаний весенней погоды, принимался равным от $1\frac{1}{2}D$ до $2D$ (допуская ошибку в 3—4 балла в определении величины J). Для озерных рек цена одного балла или определяется по графику или также приравнивается величине D , смотря по реке.

У р. Волхова озерный характер вообще выражен не резко (оз. Ильмень даже рассматривают, как разлив его притоков); нижнее же течение Волхова, кроме того, в период весеннего половодья довольно обильно питается мелкими собственными притоками р. Волхова. Поэтому обычно приходилось комбинировать оба метода.

К описанному основному методу в течение периода работ был сделан ряд дополнений и улучшений. При определении балла ожидаемого половодья, начиная с 1925 года, принималось во внимание мерзлое или талое состояние почвы (также по массовым данным корреспондентов Гидрологического Института), с 1926 года—также плотность снега (по тем же данным). Кроме того, в 1926 г. вместо горизонтов сразу вычислялись ожидаемые расходы воды и уже на основании последних получались горизонты.

Таким образом, к весне 1926 г. основной метод был видоизменен следующим образом.

1. В основной формуле (1) символ « P » получил распространенное толкование—как фактор, характеризующий вообще состояние почвы: балл его должен был представлять собою компромисс между баллом пропитанности почвы и баллом мерзлоты почвы; этот балл состояния почвы можно обозначить символом P_1 .

2. Балл высоты снега (N) заменен баллом запаса воды в виде снега (N_1), причем $N_1 = f(N, \delta)$, где δ —есть балл плотности снега по данным массовых корреспондентов Гидрологического Института. Значения баллов N_1 в зависимости от баллов N и δ находится по особой абаке, составленной Бюро Предсказаний Гидрологического Института. Фактический материал для построения абаки взят, главным образом, из данных наблюдений Павловской Обсерватории.

3. Для учета влияния зимнего расхода наивысший весенний расход q разлагается на два расхода: исходный зимний расход (q_0) и весенняя прибыль (q_1). Первое слагаемое для р. Волхова или известно или может быть легко получено по графикам зависимости зимних расходов. Таким образом, задача сводится к расчету наибольшей секундной весенней прибыли (q_1), т. е. к условиям не-озерной реки, где в нашем климате, при расчете весеннего максимума, обычно можно, в первом приближении, пренебречь зимним расходом,—другими словами, задача сводится к тем условиям, в которых применима основная формула.

4. Таким образом, вместо наивысшего весеннего горизонта (h) в основную формулу вводится величина q_1 ; вместо средней арифметической из наивысших горизонтов (S) берется многолетнее среднее из значений q_1 (это среднее обозначаем Q_1); вместо среднего отклонения горизонтов D берется соответствующее многолетнее среднее отклонение значений q_1 от величины Q_1 , обозначаемое буквою d .

5. В результате, вместо основной формулы мы имеем следующие две формулы:

$$q = q_0 + q_1 \dots \dots \dots (2)$$

$$N_1 + \frac{P_1 + J}{2} = \frac{q_1 - Q_1}{d} = H \dots \dots \dots (3)$$

Таков общий ход развития методики предсказаний размера половодья для р. Волхова.

На отдельных постах предсказания размера половодья представляли ряд особых трудностей, потребовавших специальных работ для их устранения.

У *Гостинополя* специальная задача сводится к определению компромисса между данными, полученными по основной формуле и по методу для озерных рек. Обычно принималась полусумма обоих результатов, но скорее всего на каждый год следовало бы

принимать озерный фактор с особым весом, в зависимости от ожидаемой относительной роли собственного бассейна р. Волхова (ниже оз. Ильмень). Практически для Гостинополя вообще могут быть получены довольно удовлетворительные результаты даже по основной формуле, но некоторую поправку за озерное питание вводить полезно. По всей вероятности лучше всего производить расчеты по расходам воды, по формуле (3); но результаты предсказаний одного исключительного года (1926) пока не дают оснований утверждать это с полной уверенностью.

У станции *Волхово* наилучшие результаты дает полусумма результатов, полученных по основной формуле (1) и по графическому методу. Формула (3) не применялась, так как нет кривой расходов для станции Волхова при свободном русле.

Особые—едва ли вполне разрешимые—трудности представляет предсказание горизонтов и расходов воды у *Новгорода*. Графический метод, игнорирующий расходы воды, для Новгорода применим (применялся до 1926 года), но дает грубоватые результаты, особенно для весьма высоких половодий (он дает сравнительно большой запас). Пересчет всех вычислений на расходы воды, следовательно, и применение формулы (3) наталкивается на отсутствие определенной функциональной зависимости между горизонтами и расходами воды у Новгорода (меняющийся из года в год подпор со стороны впадающих ниже притоков искажает всю картину). Для расчета расходов при меняющихся уклонах в VI выпуске «Материалов по исследованию р. Волхова» инж. В. Н. Вальманом предложен специальный метод (стр. 61—67), но метод приближенный. Вместе с тем, при предсказаниях ожидаемый уклон вообще неизвестен. Чтобы до известной степени выйти из этого затруднения, автор в 1926 году построил график зависимости наблюдавшихся в прежние годы уклонов на участке Новгород—Волхово от наивысших горизонтов у Новгорода. График получился довольно сильно разбросанный, но все же допускающий проведение линии зависимости. Получив по методу инж. В. Н. Вальмана наивысшие весенние расходы у Новгорода за прежние годы и зная соответствующие зимние расходы, автор по формулам (2) и (3) вычислил ожидаемый наивысший весенний расход. Зная этот расход, автор получал сначала приближенную величину наивысшего горизонта, у Новгорода (при среднем весеннем уклоне); по этому горизонту на упомянутом графике зависимости я находил ожидаемый

уклон, по последнему исправлял полученный горизонт. В виду ряда неточностей в описанном подходе он был применен в комбинации с графическим методом и с основной формулой (1) ¹). Результат был едва удовлетворительный (фактический горизонт равнялся предельному допустимому), но главным образом благодаря исключительному характеру весны; вообще же применение описанного сложного метода, в комбинации с другими методами, я считаю полезным ²).

Ожидаемые наивысшие весенние горизонты у *Новой Ладogi* имели значение для Строительства, так как они в известной степени определяют длительный (благодаря влиянию Ладожского озера) высокий горизонт нижнего бьефа, устанавливающийся через некоторое время после прорыва весеннего зажора. В виду доминирующего влияния огромного Ладожского озера, расчет производился только графическим методом, без особых поправок или компромиссов.

Предсказание указанного высокого весеннего горизонта *нижнего бьефа* (при свободном русле) производилось несколькими способами. По первому способу определялся наивысший горизонт нижнего бьефа, соответствующий ожидаемому наивысшему расходу и ожидаемому наивысшему горизонту у Новой Ладogi (определенному, как только что сказано). Этот вариант имел то преимущество, что для горизонта нижнего бьефа давал предсказание с некоторым «запасом» (совпадение во времени наивысшего горизонта у Новой Ладogi и наивысшего расхода у сооружения вообще может иметь место лишь в некоторых особых случаях). Остальные варианты давали горизонт нижнего бьефа в день наивысшего расхода у Гостинополя. Необходимый для этого расчета одновременный горизонт у Новой Ладogi получался двумя способами: строились графики зависимости этих одновременных наивысшему расходу горизон-

¹) В предсказание горизонта у Новгорода в 1926 г. была, кроме того, введена небольшая поправка за ожидаемый подпор сооружением (теоретический подпор при ожидаемом расходе), по данным Гидролого-Гидрометрической Части Отдела Изысканий Волховстроя.

²) В период печатания настоящей работы (весна, 1927 г.) у Новгорода были получены хорошие результаты применения описанного метода: фактический горизонт 438 сант. в точности отвечал предсказанному высшему из вероятных, причем почти вся ошибка приходится на неизбежные неточности в учете подпора от притоков и от сооружения (фактический расход 117 куб. саж. был ниже предсказанного наиболее вероятного всего на 6 куб. саж.).

тов от среднего горизонта февраля старого стиля у Новой Ладogi (как для предсказаний наивысшего весеннего горизонта), причем на одном из этих графиков линии зависимости проводились обычными способами (как для расчета наивысшего весеннего горизонта), а на другом таком же графике у каждой точки отмечался одновременный расход у Гостинополя, и затем по этим точкам интерполировались линии, отвечающие одинаковым расходам у Гостинополя. Последний способ дает наиболее точные результаты для обычных случаев, но наименьший запас для особенных случаев (ветровые подпоры, запоздалое вскрытие устья Волхова). Так как даже кратковременное непредвиденное затопление работ на границе нижнего бьефа не должно было быть допущено, то я из этих трех методов либо пользовался наименее точными (первыми), либо применял компромисс из полученных разными методами данных.

Как и вообще при всех работах по предсказанию горизонтов свободного русла нижнего бьефа, сначала получался (по абакe) горизонт Нижних Дубовиков в зависимости от ожидаемого расхода и ожидаемого горизонта у Новой Ладogi, а затем уже из прежних наблюдений при аналогичном расходе бралась величина необходимой небольшой надбавки для получения горизонтов у Силовой станции и Октябрьского.

Пример предсказания размера весеннего половодья р. Волхова (случай сравнительно менее удачный по результатам предсказания, вследствие весьма редких условий весенней погоды в 1926 году— результаты расчета сообщены Строительству 23/III 1926 г. за № 709. Метод описан выше.

N (балл высоты снега в бассейне р. Волхова, по сравнению с нормой, по данным корреспондентов Гидрологического Института)

$$= + \frac{7}{8}$$

δ (балл плотности снега, по сравнению с нормой, по тем же данным)

$$+ - \frac{1}{8}$$

$N_1 = f(N, \delta)$ (балл запаса воды в виде снега, в зависимости от баллов высоты и плотности снега, вычислен по абакe, составленной Бюро Предсказаний Гидрологического Института)

$$= + \frac{3}{4}$$

| | |
|---|--|
| <i>P</i> (балл осеннего пропитывания почвы, по данным корреспондентов Гидрологического Института) | = + 1 |
| <i>J</i> (балл ожидаемой циклоничности весны, определен по карте ожидаемого распределения атмосферного давления весною 1926 г., составленной Бюро Погоды Главной Геофизической Обсерватории 18/III 1926 г.) | = + 1 |
| <i>H</i> (размер половодья, выраженный в баллах, по формуле (3) | = + $\frac{3}{4}$ + $\frac{1+1}{2}$ = + 1 $\frac{1}{4}$ |
| Q_1 (арифметическое среднее из превышений наивысшего весеннего расхода у Гостинополя над расходом предвесенним) | = 140 куб. саж. |
| d , (арифметическое среднее из ежегодных отклонений превышения весеннего расхода над предвесенним от величины Q_1) | = 28 куб. саж. |
| q_1 (ожидаемое превышение наивысшего весеннего расхода 1926 года над расходом предвесенним, по формуле (3) | = $140 + \left(28 \times 1 \frac{3}{4} \right)$ = 189 куб. саж. |
| q_0 (предвесенний расход 1926 г.) | = 30 куб. саж. |
| q (наивысший весенний расход 1926 года по формуле (2) на стр. 42) = 189 куб. саж. + 30 куб. саж. | = 219 куб. саж. |
| или кругло 220 куб. саж. | |

Вероятная ошибка этого предсказания, по общему правилу определялась бы в размере одного балла или 28 куб. саж., предельная ошибка—от 42 до 56 куб. саж.; поэтому высший из вероятных расходов определялся бы в 249 куб. саж., а предельный допустимый расход—не менее 262 куб. саж., при фактическом наивысшем расходе около 251 куб. саж. (точное вычисление фактического наивысшего расхода при искусственном режиме было невозможно, поэтому цифра 251 куб. саж. выражает лишь порядок величины). Таким образом, метод и в случае столь резкого половодья оправдал себя. Но, считая чрезвычайно мало вероятным, чтобы на

протяжении четырех лет повторилось такое грандиозное половодье, как половодье 1922 года, ничего подобного которому не наблюдалось ранее на протяжении почти полусотни лет (причем на протяжении тех же 4 лет наблюдалось огромное половодье 1924 г., равное половодью 1899 года, наивысшему за весь прежний промежуток наблюдений)—автор позволил себе произвольно уменьшить размер вероятной ошибки, приняв расход высший из вероятных— в 235 куб. саж., и предельный допустимый высший—в 240 к. с. В таком виде предсказание можно считать удовлетворительным только потому, что, как было указано выше, нельзя ручаться за фактическую величину наивысшего расхода 251 куб. саж., и разницы между фактическим расходом и предельным допустимым расходом предсказаний (11 куб. саж. или 4⁰/₀ от величины фактического расхода) находится в пределах ошибки наблюдений.

7. Предсказания наивысших горизонтов во время весеннего затора льда и ледохода.

До закрытия плотины и создания значительного перепада между верхним и нижним бьефом наивысшими горизонтами в районе сооружений и почти на всем нижнем участке р. Волхова были, как правило, горизонты во время весенних заторов льда, а не горизонты в момент наивысшего весеннего расхода. Поэтому предсказание указанных горизонтов имело для Строительства первостепенное значение, в отдельные моменты еще большее, чем предсказание размера осенне-зимних зажоров. Между тем, как по характеру явления (заторы кристаллического льда, наиболее случайные условиям их образования, картина которых, кроме того, ежегодно искажалась работами Строительства), так и по недостатку прежних наблюдений (в 1923 г. у меня имелось всего 15 отметок горизонтов прежних половодий, по железнодорожным наблюдениям, не поддававшимся проверке и не имевшим надежной увязки с наблюдениями Строительства ¹⁾), задача представлялась наиболее трудной.

¹⁾ Наивысшие отметки зажорных горизонтов у моста Мурманской ж. д. через Волхов, считая вниз от подошвы рельса, с соответствующими датами по старому стилю, сопоставлены в следующей таблице.

| | | | |
|------|--------|---------|------|
| 1910 | 15/III | — 11,66 | саж. |
| 1911 | 11/IV | — 10,99 | „ |
| 1912 | 5/IV | — 10,90 | „ |
| 1913 | 24/III | — 10,80 | „ |

Однако, после некоторых подготовительных работ, удалось найти достаточное для практических целей разрешение этой задачи, даже в условиях, совершенно исключительных по своему характеру и в моменты, представлявшие наибольшую опасность для сооружения.

В основу всех расчетов полагался весенний заторный горизонт у Нижних Дубовиков, откуда путем известной надбавки получались горизонты постов в районе сооружения.

На основании всей совокупности работ автора по данному вопросу, можно указать ряд факторов, из суммирования которых получается наивысший горизонт весеннего затора.

Для удобства описания разделим эти факторы на 2 группы: А) Факторы, определяющие горизонт свободного русла, который имел бы место, если бы не было затора, Б) факторы, определяющие размер зазорного подпора.

Первая группа факторов определяет горизонт свободного отойда русла у Нижних Дубовиков в момент наивысшего развития весеннего затора. Сюда относятся: а) одновременный расход, б) одновременный горизонт у Новой Ладogi (по этим двум данным, по абакe, определяется горизонт свободного русла). Из этих двух факторов расход в момент затора брался как полусумма расходов, определенных на основании одновременных горизонтов у Волхово и у Гостинополя, по соответствующим кривым расходов (для

| | | | |
|------|--------|---------|------|
| 1914 | 27/III | — 10,50 | саж. |
| 1915 | 9/IV | — 10,90 | „ |
| 1916 | 2/IV | — 10,68 | „ |
| 1917 | 8/IV | — 10,00 | „ |
| 1918 | 3/IV? | — 9,90 | „ |
| 1919 | 5/IV | — 10,90 | „ |
| 1920 | 25/III | — 11,40 | „ |
| 1921 | 20/III | — 11,36 | „ |
| 1922 | 9/IV | — 10,30 | „ |

В этой таблице при последующем контроле предположительно исправлена дата 1918 г. 3/IV вместо помещенной в книгах участка службы пути 16/III, каковая сочтена опиской, получившейся при переходе со старого стиля на новый: дата 3/IV, соответствующая действительному времени ледохода на нижнем участке Волхова в 1918 г., при переходе на новый стиль дает 16/IV, вместо чего, вероятно, ошибочно занесена в книге дата 16/III.

Для перехода от приведенных в этой таблице отметок у моста к отметкам у Нижних Дубовиков, я, после ряда попыток, не нашел лучшего выхода, как построить график зависимости (график № 9) между этими отметками за годы наблюдений Строительства, предшествовавшие моим работам. Хотя на этом графике всего 4 точки, но при применении он себя в общем оправдал. В виду зазорного характера подъема, быстроты колебаний горизонтов и отсутствия строго одновременных наблюдений, на большую точность вряд ли вообще можно рассчитывать.

Волхово по зимней кривой, для Гостинополя по летней кривой). Горизонты же обоих постов, одновременные затору льда, могут быть, с известным приближением, определены (см. графики №№ 7 и 8) по кривым зависимости между этими одновременными зажору горизонтами и наивысшими весенними горизонтами обоих постов, предсказанными обычными способами (как те, так и другие горизонты определяются общим характером половодья, поэтому между ними существует некоторая связь). Вторым фактором — одновременный затору горизонт у Новой Ладogi; его можно получить по графику зависимости между ожидаемыми у Новой Ладogi наивысшими весенними горизонтами и горизонтом в момент затора, но можно также, из осторожности, заменить наивысшим весенним горизонтом у Новой Ладogi, так как в некоторые годы у Новой Ладogi наивысшие горизонты наблюдаются как раз в момент затора.

Таким образом, по первой группе факторов, для предсказания горизонта свободного русла у Нижних Дубовиков, надо иметь в распоряжении следующие данные.

1. Ожидаемые наивысшие весенние горизонты у Гостинополя, Волхово и Новой Ладogi, предсказанные обычным способом.

2. График зависимости горизонтов у Волхово, одновременных наивысшему весеннему заторному горизонту у Нижних Дубовиков, от наивысших весенних горизонтов у Волхово (для составления этого графика даты заторов за время с 1910 по 1920 год выбраны из железнодорожных данных, см. примечание на стр.).

3. График зависимости горизонтов у Гостинополя, одновременных затору у Нижних Дубовиков, от наивысших весенних горизонтов у Гостинополя.

4. График зависимости горизонтов у Новой Ладogi, одновременных затору у Нижних Дубовиков, от наивысших весенних горизонтов у Новой Ладogi.

5. Кривую зависимости расходов у Гостинополя от горизонтов у Волхово (подо льдом).

6. Кривую зависимости расходов у Гостинополя от горизонтов у Гостинополя (при свободном русле).

7. Абаку для расчета горизонтов свободного русла у Нижних Дубовиков в зависимости от расхода и горизонта у Новой Ладogi.

Вторая группа факторов определяет размер зазорного подпора, т. е. размер превышения наивысшего горизонта в момент

затора над горизонтом свободного русла при том же расходе. Сюда относятся: а) заторный подпор, связанный с расходом (чем больше расход, тем выше может подняться горизонт при том же размере свободных проходов в массе затора); б) зажорный подпор, оставшийся от зимы, вследствие неполного промывания зимнего зазора теплыми внешними водами; в) заторный подпор, связанный со степенью забитости русла кристаллическим льдом (зависит от степени дружности и вообще от характера весны и от толщины льда); г) пропускная способность русла, зависящая от горизонта свободного русла (следовательно, как от расхода воды, так и от подпора со стороны Новой Ладogi).

Прямую зависимость зажорного подпора от расхода (пункт «а») можно видеть из прилагаемого графика (№ 4); поскольку существует и зависимость обратная (вследствие увеличения пропускной способности русла при большом расходе); она учитывается тем же графиком (уменьшение наклона линии зависимости). График зависимости, как мы видим, весьма разбросанный, но все же он несколько уменьшает пределы возможных колебаний величины зажорного подпора. Степень рассеяния точек на этом графике указывает на значительную роль остальных факторов, кроме расхода воды (пункты «б», «в» и «г»). Из числа этих факторов количественному учету подвергалась только ожидаемая дружность весны; степень этой дружности принималась соответствующей ожидаемой циклоничности весны, в тех же баллах, как и последняя. Попытки определить в абсолютной мере ожидаемый остаток зимнего зажорного подпора (пункт «б») дали хороший результат только для момента низшего предвесеннего горизонта у Нижних Дубовиков; этот подпор, повидимому, определяется одновременным расходом воды (к сожалению, мало точек—только за время наблюдений Строительства). Хуже связь между расходом и зажорным подпором к моменту (несколько более раннему) низшего за зиму расхода воды у Волхово. И тот, и другой момент, однако, в большей или меньшей степени предваряют момент ледохода; между тем, по мере весенней прибыли воды, размывание остатков зимнего зазора может идти с весьма различной интенсивностью, предсказать которую затруднительно, в виду чего, означенный фактор (остатки зимнего зазора перед самым наступлением весеннего зазора) оценивался лишь грубо качественно, на глаз, отчасти исходя из вышеупомянутого зажорного подпора в момент минимального расхода,

отчасти считаясь с ожидаемой Обсерваторией быстротой развертывания весенних процессов. Также на глаз оценивались увеличение пропускной способности русла, вследствие Ладожского подпора (за невозможностью выделить этот фактор из массы более сильных факторов) и влияние толщины льда (по недостатку прежних наблюдений).

Таким образом, по второй группе факторов, для определения ожидаемого размера зажорного подпора во время весенних заторов льда нужны были следующие материалы:

1. График зависимости весенних зажорных подпоров от одновременных расходов (график № 4).

2. Карта ожидаемого распределения областей высокого и низкого атмосферного давления весной данного года (работа Обсерватории).

3. График зависимости зимних зажорных подпоров в момент наименьшего предвесеннего расхода, от этого расхода (для приблизительной оценки шансов на сохранение остатков зимнего зазора к моменту ледохода).

4. График зависимости минимальных предвесенних расходов от зимнего расхода в момент предсказания.

5. Данные о толщине льда, по сравнению с обычной.

6. Данные о высоте стояния горизонта у Новой Ладogi по сравнению с обычным предвесенним уровнем.

В том законченном виде, как описан настоящий метод, он применялся один раз для предсказания высоты весеннего заторного горизонта в 1925 году (с полным успехом—см. ниже). Применение этого метода стало возможным с лета 1924 г., когда автором была построена абака для определения горизонтов свободного русла нижнего бьефа в зависимости от расхода реки и горизонта у Новой Ладogi, что дало возможность ввести в методику понятие «зажорного подпора», как разности между зажорным горизонтом и горизонтом свободного русла.

В 1923—1924 г. применялся упрощенный метод, распадавшийся на следующие операции.

1. Определение ожидаемых наивысших весенних горизонтов (свободного русла) у Гостинополя и Волхово (как и ранее).

2. Определение по графикам зависимости (графики №№ 7 и 8) соответствующих одновременных наивысшему зажорному подъему горизонтов у Гостинополя и Волхово (как и ранее).

3. Определение по особым графикам (№№ 5 и 6) непосредственно наивысших зажорных горизонтов (в отметках вниз от подошвы рельса) у моста Мурманской жел. дор. в зависимости от одновременных горизонтов у Волхово и Гостинополя по основным линиям зависимости, принимая ожидаемую зажорность нормальной.

4. Получение наивысшего зажорного горизонта у моста Мурманской жел. дор., как полусуммы горизонтов, полученных по графикам №№ 5 и 6.

5. Определение поправки за отклонение зажорности от нормы, считаясь (глазомерно) с циклоничностью весны, толщиной льда, плотностью зимней шуги и высотой горизонта у Новой Ладogi по сравнению с нормой. В работах 1923—1924 г. поправки эти были или незначительны, или действовали в разную сторону, или, наконец, давали ожидаемую «зажорность» менее нормальной, и она, из осторожности, принималась равной норме.

6. Введение в предсказание «запаса на зажорность», путем расчета, помимо «наиболее вероятных» зажорных горизонтов, еще «высшего из вероятных», «низшего из вероятных» и «предельного допустимого высшего». Для последнего принималась дополнительная поправка на зажорность $+0,40$ саж. (размер уклонения точки 1917 года от основной кривой зависимости на графике № 5); для «высшего из вероятных» поправка на усиленную зажорность условно принималась равной половине этой величины.

В 1923 году был предсказан только наивысший зажорный горизонт у Нижних Дубовиков; в 1924 г.—также для Силовой станции (прибавляя, по данным прежних лет к горизонту Нижних Дубовиков $0,40$ саж.) и для Ледозащитной стенки (прибавляя к тому же горизонту Нижних Дубовиков $0,80$ саж.); в 1925 г., сохраняя, примерно, тот же размер надбавки ($0,75$ саж.) для Ледозащитной стенки, надбавку у Силовой станции я уменьшил до $0,25$ саж., считаясь с задержкой зажорного материала в верхнем бьефе благодаря влиянию сооружения.

Что касается влияния сооружений, то в 1923 г. автор с ним специально не считался, в 1924 году—принимал, что оно не превысит $0,10—0,20$ саж. (повышение зажорных горизонтов верхнего бьефа по сравнению с естественным режимом); в 1925 году я ограничился лишь вышеуказанным уменьшением надбавки у Силовой станции над горизонтом Нижних Дубовиков. В 1926 г., за невоз-

| | Наиболее вероятный. | Высший из вероятных. | ПРИМЕЧАНИЕ. |
|--|-----------------------|-----------------------------|---|
| Ожидаемый наивысший весенний горизонт свободного русла у Волхово | 250 | 277 | (Компромисс между формулой и графич. метод.). |
| Ожидаемый наивысший весенний горизонт свободного русла у Гостинополя | 122 | 136 | — |
| Ожидаемый горизонт у Волхово в момент наивысшего зазорного подъема у Нижних Дубовиков. | 212 ¹⁾ | 237 ³⁾ | По графику №7. |
| Ожидаемый горизонт у Гостинополя в момент наивысшего зазорного подъема у Нижних Дубовиков. | 101 ¹⁾ | 120 ³⁾ | По графику №8. |
| Ожидаемый наивысший горизонт у моста Мурманской ж. д. (ниже подошвы рельса) в зависимости от одновременного горизонта у Волхово. | — 9,87 ²⁾ | — 9,37 ⁴⁾ | По графику №5. |
| Ожидаемый наивысший зазорный горизонт у моста Мурманской ж. д. в зависимости от одновременного горизонта у Гостинополя | — 10,22 ²⁾ | — 9,63 ⁴⁾ | По графику №6. |
| Ожидаемый наивысший зазорный горизонт у ж. д. моста (принято как полусумма из 2-х предыдущих определений). | — 10,04 | — 9,50 | — |
| Ожидаемый наивысший зазорный горизонт у Нижних Дубовиков. | 4,90 | 5,43 | По графику №9. |
| Ожидаемый наивысший зазорный горизонт у Ледозащитной стенки (к предыдущему прибавлено 0,80 саж) | 5,70 | 6,23 (округлено до 6,20) | — |
| Фактический наивысший весенний горизонт у Ледозащитной стенки | | 6,12 | — |

1) На оси ординат отложен наиболее вероятный наивысший горизонт, полученный выше.

2) На оси абсцисс отложен наиболее вероятный одновременный горизонт, полученный выше.

3) На оси ординат отложен горизонт „высший из вероятных“, полученный выше.

4) На оси абсцисс отложен горизонт „высший из вероятных“ и к результату прибавлена поправка за увеличенную зазорность, в размере 0,20 с.

возможностью учесть ожидаемое влияние сооружения, были даны ожидаемые естественные горизонты нижнего бьефа, с соответственной оговоркой.

Для примера приведем расчет наивысшего зажорного горизонта (небывало высокого) в самый опасный для Строительства момент — весной 1924 года, в наиболее угрожаемом пункте — у Ледозащитной стенки (результат вычислений сообщен Строительству 6/III—1924 г. за № 415). (См. табл. на стр. 53).

8. Предсказание секундного притока воды к сооружению в момент наивысшего заторного подъема.

Так как приток воды к сооружению в момент зажора равен расходу воды у Гостинополя в тот же момент, методика соответствующих расчетов дана на стр. 29 (для перехода от ожидаемых наивысших весенних горизонтов у Волхово и Гостинополя к горизонтам у тех же постов в момент весеннего затора служат графики №№ 7 и 8).

Получение расхода в день затора, как описано, входит в число работ по предсказаниям наивысшего весеннего зажорного горизонта по методу 1925 года (с применением графика № 4). До выработки же этого метода расчет притока воды к сооружению в момент наивысшего затора составлял специальную задачу, почему в настоящей работе о нем упоминается самостоятельно.

Проверить непосредственным измерением правильность предсказания расхода воды в момент затора, очевидно, невозможно (точнее — было невозможно в естественных условиях). Поэтому предсказанный расход сличался с тем расходом, который получался по интерполяции между последним расходом, который можно определить по зимней кривой (или непосредственным измерением подо льдом) и первым расходом, который возможно определить в условиях свободного русла; при этом учитывался общий вид кривой ежедневного графика расходов за предвесенний и весенний периоды. Интерполяция производилась не автором, а техническим персоналом Гидролого-Гидрометрической Части, так что субъективный момент сведен к минимуму. В общем, метод, хотя и грубый, себя оправдал, кроме 1926 года, когда условия были сильно искажены влиянием сооружения.

Пример. Расчет секундного притока к сооружению в момент наивысшего заторного подъема у Нижних Дубовиков весной 1923 г.

| | | | |
|---|------------|-----------|---|
| Ожидаемый наивысший весенний горизонт у Волхово (наиболее вероятный) | 167 соток. | | |
| Соответствующий одновременный зазору горизонт у Волхово (по графику № 7) ¹⁾ | 125 | » | |
| Ожидаемый наивысший весенний горизонт у Гостинополя (наиболее вероятный) | 83 | » | |
| Соответствующий одновременный затору горизонт у Гостинополя ¹⁾ (по графику № 8) | 49 | » | |
| Расход, отвечающий (по зимней кривой) горизонту у Волхово, равному 125 соток. | 74 | куб. саж. | |
| Расход, отвечающий (по кривой ²⁾ для свободного русла) горизонту у Гостинополя, равному 49 соток | 94 | » | » |
| Полусумма обоих расходов | 84 | » | » |
| Фактический расход в день зазора (27/iv 1923 г.), определенный интерполяцией | 87 | » | » |

9. Предсказания сроков и характера ледостава.

До наступления прочных холодов ледостав осуществиться не может, независимо от гидрологических условий в бассейне реки. Поэтому при предсказании времени ледостава приходилось, прежде всего, учитывать мнение специалистов Обсерватории о времени наступления прочных холодов. При этом использовались одновременно три пути: 1) карты ожидаемого глубокой осенью распределения атмосферного давления, с указанием на этой карте областей, подверженных теплым влияниям и подверженных влияниям холодным; 2) ожидаемый ход теплых и холодных волн; 3) подбор аналогичных в синоптическом отношении лет.

Перечисленные данные использовались различными путями.

1. Ожидаемые «холодные» и «теплые» области на синоптической карте расценивались баллами (по пятибалльной системе);

¹⁾ По печатному графику (немного уточненному) получается весьма близкая, но не вполне совпадающая цифра; здесь приведен расчет, сделанный по первому наброску графика.

²⁾ Имеется в виду кривая, которой автор пользовался в 1923 г.

баллами же расценивались типичные сроки наступления ледостава (по степени отклонения от нормы для данного пункта). Таким образом, расценка синоптической карты давала определенный ориентировочный срок ледостава.

2. Ориентировочные сроки проверялись и корректировались по ожидаемому ходу теплых и холодных волн.

3. Третьим методом контроля были аналогичные по синоптике года.

Вся эта работа происходила при непрерывной консультации специалистов Обсерватории. Результатом ее было предсказание времени ледостава в зависимости только от условий ожидаемой погоды, что вполне допустимо при гидрологических условиях, близких к норме.

При более значительных отклонениях от нормы гидрологического состояния бассейна (прежде всего — расхода воды, или что то же, горизонта свободного русла) необходимо было вводить соответствующую поправку. Для этой цели составлялся график зависимости сроков ледостава в зависимости от горизонтов свободного русла к данному моменту; график, разумеется, получался крайне разбросанный и допускающий значительный произвол в проведении линий зависимости (почему такие графики здесь не приводятся). Тем не менее, указанный график давал возможность некоторых манипуляций, а именно: а) возможность исключения некоторых сроков ледостава для очень низких и очень высоких расходов; б) возможность использования точек, отвечающих аналогичным по синоптике годам, путем проведения через эти точки линий, параллельных «линии зависимости» (искусственно и до известной степени произвольно построенной) до пересечения с ординатой, отвечающей данному расходу; в) возможность других искусственных построений, носящих характер методических попыток и нередко неудачных.

Результаты всех этих работ также подвергались обсуждению совместно со специалистами Обсерватории.

Все вышеизложенное относится к предсказаниям долгосрочным.

Для более краткосрочных предсказаний (в пределах одной недели) в последний год работ удалось установить для более спокойных мест реки (Волхово и Нижние Дубовики) довольно хорошую зависимость суммы холода замерзания (суммы суточных отрицательных температур перед замерзанием, а также суммы утрен-

них отрицательных температур перед замерзанием) от величины расхода воды перед ледоходом (к сожалению только по четырем точкам за годы 1921—1924, см. график № 10). Кривая эта подтвердилась и осенью 1925 года (с небольшой поправкой за искусственную задержку ледостава у Нижних Дубовиков, вследствие усиленного движения воды, производимого перепадом у щитов Стоней) и содействовала успешности предсказания срока ледостава в этом году.

Для еще более краткосрочных предсказаний (от 2-х до нескольких дней) весьма полезны были наблюдения над температурой воды, которая в течение продолжительного времени обнаруживает большую инерцию и лишь при приближении к 2-м градусам сигнализирует возможность близкого ледостава.

Что касается *характера* ожидаемого ледостава (крутой или постепенный), то основные указания в этом отношении получались на основании предсказаний погоды, но при этом принималось во внимание, что большой расход, при прочих равных условиях, препятствует крутому ледоставу, а малый расход — способствует ему.

Примеры не приводятся, вследствие большой роли в данном вопросе предсказаний ожидаемой погоды (составляемых Обсерваторией), а также в виду неизбежного элемента произвола при учете влияния гидрологических условий на срок ледостава (зависимость от гидрологических условий маскируется влиянием погоды, количественно мало изученным).

10. Предсказания сроков вскрытия.

У реки Волхова в естественных условиях спокойные части течения были разделены порожистыми, вследствие чего предсказание времени вскрытия на нижнем участке по вскрытию на выше лежащих постах было невозможно (участок, примыкающий снизу к порогам, имел свой местный ледоход, нередко предварявший приход верхового льда).

В виду изложенного, предсказания погоды, по отношению к предсказаниям момента вскрытия на более долгий срок, и здесь имели основное значение (еще в большей степени, чем для предсказаний времени ледостава). Ориентировочным сроком мог считаться указанный Обсерваторией срок наступления прочного весеннего тепла; наряду с этим применялся расчет вскрытия по баллам

относительного тепла и холода, показанным на карте ожидаемого весною распределения атмосферного давления, сопоставляя эти баллы с балловой же расценкой сроков вскрытия по многолетним данным, подобно тому, как применялось при предсказаниях сроков ледостава (стр. 55).

Из гидрологических факторов вскрытия в данных условиях на первое место надлежало бы поставить толщину льда. К сожалению, недостаток прежних наблюдений не позволил это сделать; кроме того, на Волхове толщина льда в предвесеннее время может быстро увеличиваться за счет наледей, что трудно заблаговременно предвидеть.

Были попытки краткосрочного предсказания времени вскрытия по скорости оседания снежного покрова; их нельзя назвать безрезультатными: видимо, в ряде случаев оседание снега на 5—10 сантиметров в сутки указывает на ожидаемое вскрытие нижнего участка Волхова примерно через 5 дней; но общим правилом это пока признать нельзя. Вероятно, лучший результат дал бы подсчет убывания запаса воды в снеге; но для этого не хватает наблюдений над плотностью снега.

Значительно лучшим признаком являлся момент начала прибывания воды; на нижнем участке Волхова ледоход в естественных условиях начинался чаще всего при подъеме воды примерно на полсажени. Уловить характер и темп начавшегося подъема и приблизительно рассчитать по этому признаку дату вскрытия реки удавалось неоднократно. Факты показали, что даже наступление заморозков иногда не останавливает инерции весеннего подъема воды и не задерживает обусловленного последним вскрытия нижнего участка реки (1924 г.).

Серьезным признаком близости вскрытия нижнего участка реки Волхова является также вскрытие мелких притоков и ручьев в собственном бассейне р. Волхова. Промежуток также порядка 5—7 дней.

Примерные расчеты времени вскрытия не приводятся по тем же основаниям, что и расчеты сроков ледостава.

11. Общее заключение о методах гидрологических предсказаний для р. Волхова.

На основании изложенного можно заключить, прежде всего, что методы гидрологических предсказаний для р. Волхова весьма

неравноценны как по надежности, так и по сложности, и по удобству их применения по готовым инструкциям.

Мы видели, что возможность предсказаний основывается на двух явлениях—гидрологической инерции и синоптической инерции. Чем больше относительная роль первой и чем меньше роль второй, тем легче работать гидрологу. В режиме расходов воды наибольшей инерцией обладают явление зимнего стока воды из озера Ильмень и явление разгрузки накопившейся в озере Ильмень весенней воды, в течение первой половины лета, почему для этих периодов обычно (но не всегда) мы имеем наиболее точные предсказания расхода; для горизонтов нижнего бьефа мы имеем огромную инерцию, вследствие медленно меняющегося Ладожского подпора; довольно большой инерцией обладают зимние запасы снега и степень зимней пропитанности почвы влагой—отсюда в общем хорошие результаты предсказаний размера весеннего половодья. На противоположном полюсе находятся предсказания времени ледостава и особенно времени вскрытия—здесь мы в большой степени зависим от удачи предсказаний синоптической метеорологии, которая, при всех своих замечательных успехах, еще не всегда может дать нам необходимый количественный материал для включения в наши расчеты; к этим предсказаниям до известной степени примыкают предсказания расходов позднего лета и осени, когда озерные и почвенные запасы влаги подходят к концу, а осадки на рубеже нового гидрологического года выпадают в большом количестве и с большими колебаниями из года в год. Посредине находятся предсказания явлений, игравших такую большую роль в период строительства Волховской гидростанции—явлений зимних и весенних зажоров (однако, с определенным перевесом влияния гидрологической инерции).

В заключение этой части работы—несколько слов о сроках, на которые можно давать гидрологические предсказания для р. Волхова. Вообще говоря, даже в благоприятные периоды года графики зависимости расходов становятся расплывчатыми уже для двухмесячного предсказания; для долгосрочных предсказаний Обсерватории обычный срок также— $1\frac{1}{2}$ —2 месяца. Поэтому для расходов предсказания в собственном смысле слова уже кончаются за пределами этого срока; дальше идут лишь попытки немного снизить пределы ожидаемых колебаний расходов, тем менее удачные, чем более длительным назначается срок. Тем не менее, в удобные периоды года (июнь—август или январь—март) можно в известные

годы получать хорошие предсказания расходов (даже на каждый день) на трехмесячный срок вперед; но такие предсказания не равноценны с вышеупомянутыми и отдельные эффективные случаи (напр., лето 1924 г.) не должны скрывать от нас имеющегося риска—нужно всегда быть готовым к тому, что жизнь использует весь «запас», имеющийся в предсказании. Даже предсказания для Новой Ладogi становятся менее надежными за пределами трехмесячного периода. По мере перехода на осенний режим, точность предсказаний быстро падает, и даже обычные предсказания на 2 недели вперед следует в это время пересоставлять (задаваясь новым исходным положением), лишь только расходы или горизонты свободного русла выйдут за пределы «вероятных»¹⁾. Таким образом, как только осенний режим скажется заметными отклонениями от предсказанных в долгосрочном порядке величин, следует переходить на двухнедельные и даже на недельные предсказания. Такое положение может сохраняться до окончательного ледостава и даже несколько позднее, пока на водомерном посту у Волхово не прекратится подъем воды, вызванный процессом ледостава, и не начнется устойчивый зимний спад. Все вышеизложенное относится также к срокам, на которые можно давать предсказания высоты воды во время осенне-зимних зажоров, так как эта высота определяется, в основе, расходом воды в момент наивысшего развития зазора; это не мешает, конечно, давать предварительные предсказания за 2—3 месяца до наступления зазора (многоводный сентябрь уже сигнализирует определенную угрозу в этом отношении), с необходимой оговоркой о возможности последующих исправлений. Зимний режим опять дает возможность удлинить предельный срок предсказаний основных до 2-х месяцев и предварительных—до 3-х с оговоркой о возможном изменении картины в мало вероятном случае зимних оттепелей. Основные предсказания высоты весеннего половодья можно давать, в среднем, за 1½ месяца до прохождения гребня половодья, т. е., примерно, за 3 недели до начала половодья (около половины марта); предварительные предсказания можно давать уже в начале марта; предсказания более ранние значительно

¹⁾ Для своевременной оценки положения лучше всего построить график ожидаемого на каждый день хода горизонтов или расходов с проведением пяти линий, отвечающих пяти случаям: наиболее вероятному, высшему из вероятных, низшему из вероятных, предельному допустимому высшему и предельному допустимому низшему.

менее надежны и требуют прогноза Обсерватории об ожидаемой снежности второй половины зимы; те же сроки можно принять для предсказания высоты воды во время весенних зажоров.

Предварительные указания относительно сроков ледостава можно иметь уже в августе—сентябре, пользуясь, с одной стороны, сообщениями Обсерватории о вероятности раннего или позднего наступления холодов, с другой же стороны—степенью фактической и ожидаемой многоводности реки. Но предсказание, которое могло бы считаться основным по данному вопросу, как показал опыт, лишь в редких случаях можно составить ранее, чем за 2—4 недели до ледостава. Для определения момента вскрытия предварительные предсказания значительно менее надежны; основное предсказание лишь в редких случаях можно иметь ранее, чем за 2 недели до вскрытия.

В виду изложенного, как перед ледоставом, так и перед вскрытием приходилось давать ряд краткосрочных предсказаний (на срок от нескольких дней примерно до 1½ недель) по гидрологическим признакам, руководствуясь для определения срока ледостава зависимостью суммы холода замерзания от расхода воды, а также температурой воды, а для определения момента вскрытия—ходом оседания снега и ходом весенней прибыли воды.

III. Результаты предсказаний.

1. Признаки «успешности» предсказаний.

При оценке результатов предсказаний необходимо предварительно решить вопрос—какие предсказания следует считать «удачными»?

В большинстве случаев уже в самом тексте предсказания указывались пределы возможной ошибки; в этих случаях предсказание считалось удовлетворительным, если явление не выходило из указанных пределов ¹⁾. При применении этого правила на практике встречалось одно затруднение: иногда, по желанию Строительства, в тексте не указывались крайние пределы допустимой ошибки, а

¹⁾ К удачным отнесено также несколько предсказаний, данных на большой срок, когда явление вышло из пределов на совершенно незначительную и не имеющую практического значения величину или когда это отклонение находилось в пределах ошибки наблюдения фактических явлений.

только более вероятные пределы (50% всех случаев, возможных при данной гидрологической ситуации, точки которых ложатся ближе всего к линии зависимости). Является вопрос—следует ли считать неудачными случаи, выходящие из этих пределов, но укладывающиеся в крайние пределы, в текст предсказания не включенные, но определенно известные в момент предсказания? Автор разрешал этот вопрос различно, в зависимости от трудности задания, но чаще всего в неблагоприятную для оценки предсказания сторону (чем было обусловлено, между прочим, причисление к «неудачным» большого количества предсказаний осенью 1924 года и зимою 1924—1925 г.), число предсказаний, сосчитанных в подобных случаях, как «удовлетворительные», измеряется единицами и оказать влияния на общий результат (свыше 1.300 предсказаний) не могло.

Но во многих случаях пределы вероятных ошибок вовсе не были указаны в тексте предсказаний. В таких случаях предсказания считались удовлетворительными, если абсолютная ошибка составляла: при предсказании расходов воды не свыше 5 куб. саж. в секунду (кроме случаев весьма малых расходов, для которых требования были несколько строже, в зависимости от величины расхода, и для весьма больших расходов, для которых допускалась ошибка в 4% от расхода); при предсказаниях горизонтов свободного русла у Гостинополя допустимая ошибка составляла не свыше 5 соток сажени, в районе сооружений и на всем нижнем участке—не свыше 10 соток; при предсказаниях зажорных горизонтов—не свыше 40 соток (при общем размере собственно зажорного подъема почти до 2-х сажен).

Для сроков наступления тех или иных явлений, при отсутствии оговоренных в предсказании пределов возможных ошибок, считались удовлетворительными предсказания с ошибкой не свыше 5-ти дней.

Из общего числа успешных предсказаний выделена группа «весьма удачных». Если пределы ошибок были указаны в тексте предсказания, автор руководствовался размером интервала между «наиболее вероятным» и «высшим из вероятных» значений данной величины, или соответственно размером интервала от «наиболее вероятного» до «низшего из вероятных» значений; если фактическое явление отличалось от предсказанного не более, чем на *половину* этого интервала, предсказание считалось «весьма удачным». Если вероятная ошибка в тексте предсказания не была указана, то для

оценки предсказания, как «весьма удачного», допускались ошибки не свыше 2—3 куб. саж. в секунду при определении расхода, 2—3 соток сажени—при предсказании горизонтов свободного русла у Гостинополя, не свыше 5 соток—для горизонтов в районе сооружения и ниже и, наконец, не свыше 30 соток при предсказаниях загорных горизонтов.

Как указывалось в начале настоящей работы, главную целью при учреждении Службы Оповещений было —не допустить такого положения, чтобы какие либо опасные явления в жизни реки могли застать Строительство враспих. Это обязывало учитывать каждую, даже мало вероятную, угрозу и отмечать ее (как мало вероятную) в тексте предсказаний. Само собою разумеется, что подобные мало вероятные явления, возможность которых была отмечена в предсказаниях, в огромном большинстве случаев не наступали; считать предсказание в этом случае неудачным не было оснований, так как малая вероятность явления была указана в самом тексте предсказаний; считать его удачным тоже было бы неосновательно, так как это повело бы к произвольному и искусственному разбуханию числа удачных предсказаний; поэтому подобные предсказания считались «условными», число их подсчитывалось и вычислялся соответствующий процент к общему количеству предсказаний; но для того, чтобы не затемнять картины действительных удач и неудач, при расчете процентных отношений успешных предсказаний ко всем предсказаниям, каждое такое отношение вычислялось по отношению к сумме действительно удачных и неудачных предсказаний. Таким образом, из общего количества предсказаний вычиталось число условных предсказаний (т. е. таких, где мало вероятная угроза не сбылась), и уже по отношению ко всем остальным предсказаниям исчислялось процентное отношение удачных и неудачных. Что же касается тех случаев, когда предусмотренная в предсказании, хотя и мало вероятная, угроза осуществлялась, то все они причислены к удачным; таких случаев немного. К условным отнесено также небольшое количество предсказаний, хотя и не имевших угрожающего характера, но выраженных в терминах: «не исключена возможность», «следует считаться с возможностью», «возможно», «возможно в случае наступления такой то погоды» и т. п. Предсказания же, где был употреблен термин «вероятно», обрабатывались обычным порядком и в случае несоответствия действительному ходу явлений считались неудачными.

2. Общее количество предсказаний и общая успешность предсказаний.

Всего с 1 января 1923 г. по 1 июня 1926 г. было дано 1.342 предсказания (каждое сообщение Строительству обычно включало в себе ряд отдельных предсказаний), из них условных предсказаний 161 или 12%. Из остального количества (1.181 предсказание), принятого за 100%, весьма удачных было 420 или 35%, удовлетворительных 597 (51%) и неудачных 164 (14%); таким образом, общая успешность составляла 86%. Но из этого количества некоторая часть (115 предсказаний, из которых 19—условных) была дана заведомо преждевременно, в виду срочной потребности Строительства хотя бы несколько сгнать возможные пределы различных явлений жизни реки (был, например, дан ряд предсказаний на целый год вперед, с августа 1924 г. по август 1925 г., на каждый месяц); исключая эту группу, мы имеем остаток 1.085 предсказаний, из них весьма удачных 410 (38%), удовлетворительных 549 (51%) и неудачных 126 (11%), т. е. общая успешность равна 89%. Следует сейчас же отметить, что в числе неудачных предсказаний совершенно не было случаев опасных явлений, непредвиденных своевременно; ошибки в огромном большинстве были в сторону «запаса».

Как видно из всех данных, приведенных в настоящей работе, гидрологические предсказания для р. Волхова представляют собою материал не только довольно обширный, но и весьма разнородный по целому ряду признаков: и по своему практическому значению, и по срокам, на которые давались предсказания, и по характеру предсказываемых явлений, и по сравнительной трудности методического подхода. Поэтому мы ни в каком случае не можем ограничиться выше приведенным общими цифрами успешности предсказаний, но должны установить эту успешность отдельно по каждой категории предсказаний и подвергнуть полученные результаты хотя бы по краткому анализу.

3. Типы предсказаний (по различным признакам) и успешность по основным типам предсказаний.

Типы предсказаний, в зависимости от различных признаков, можно разделить на несколько групп.

Первая группировка (по признаку практической важности предсказаний). Практическое значение предсказаний определяется характером и важностью тех технических заданий, которые обслуживаются данным предсказанием. С этой точки зрения все предсказания можно разделить на «важнейшие» и «текущие». В первую категорию войдут предсказания, так или иначе связанные с составлением плана работ Строительства на более или менее продолжительное время вперед. Сюда войдут, например, следующие предсказания: предсказания размера подъема воды во время зажоров или во время весеннего половодья, с целью заблаговременного учета необходимых работ по защите от затоплений и повреждений; предсказания ожидаемого хода горизонтов воды на нижнем участке Волхова и на Ладожском озере, с целью определения времени и возможности проводки к сооружению более крупных судов; предсказания времени наступления расхода заданной наперед величины, позволяющего приступить к производству тех или иных работ и т. п. Указанные предсказания давались на возможно более долгий срок (иногда, как уже упоминалось, по необходимости даже несколько преждевременно) и затем последовательно уточнялись сначала в долгосрочном, а затем и в краткосрочном порядке. Данную категорию предсказаний, в виду связи их с составлением плана работ, можно более точно характеризовать термином «планирующие предсказания»; этого термина я в дальнейшем и придерживаюсь. Категория «текущие предсказания» не была связана с какими либо конкретными техническими заданиями; они давались, согласно указаниям Строительства, на каждые 2 недели вперед, с последующим, в случае необходимости, уточнением или исправлением, и служили Строительству для общей ориентировки в условиях работ на данный срок.

По категории «планирующих предсказаний» общее число 808, из них условных 79 (9⁰/₀); из остальных 729 предсказаний (принятых за 100⁰/₀) весьма удачных 241 (33⁰/₀), удачных 371 (51⁰/₀), неудачных 117 (16⁰/₀) и общая успешность—84⁰/₀. Но если отсюда выбросить, по предыдущему, 115 заведомо преждевременных предсказаний (в том числе 19 условных), то остается 693 предсказания, из них условных 60 (9⁰/₀); из числа остающихся 633 предсказаний весьма удачных оказывается 231 (37⁰/₀), удовлетворительных 323 (51⁰/₀) и неудачных 79 (12⁰/₀): Таким образом, общая успешность по группе планирующих предсказаний, за вычетом предсказаний преждевременных, оказывается равной 88⁰/₀.

Еще большую успешность мы имеем по категории «текущих» предсказаний: общее число 534, условных 82 (15%), остальных 452; из числа последних весьма удачных 179 (40%), удовлетворительных 226 (50%) и неудачных 47 (10%); общая успешность—90%.

Вторая группировка (по срокам предсказаний). По данному признаку (независимо от практической цели предсказаний) все предсказания разделены на долгосрочные и краткосрочные. Долгосрочными считались вообще предсказания на срок не менее 2-х недель; но так как необходимые сведения с мест иногда запаздывали, то фактически предсказания этого типа иногда давались на 1—2 дня позже положенного срока, и в данном случае также причислялись к долгосрочным. Всего долгосрочных предсказаний было дано 918, из них условных 72 (8%); из остальных 846 предсказаний весьма удачных 294 (35%), удовлетворительных 428 (51%) и неудачных 124 (14%); общая успешность—86%. Выбрасывая группу преждевременных предсказаний (цифры их даны выше), имеем долгосрочных предсказаний (не считая условных)—803, из них весьма удачных 284 (38%), удовлетворительных 380 (51%) и неудачных 86 (11%); общая успешность—89%.

Краткосрочных предсказаний оказалось 424, в том числе условных 89 (21%); больше половины последних относятся к зиме 1925—1926 года, когда «нависший» над сооружением, выше по течению реки, загор при каждой оттепели, в случае ее дальнейшего развития, угрожал двинуться в пределы сооружения. Из остальных (за вычетом условных) 335 предсказаний этой категории, весьма удачных было 126 (38%), удовлетворительных 160 (50%) и неудачных 40 (12%); общая успешность краткосрочных предсказаний определялась в 88%.

Третья группировка (по характеру явлений, подлежащих предсказаниям). В данном отношении автор разделяет все предсказания на 20 групп; для краткости и большей точности каждой группе дано условное обозначение (шифр); этим шифром начинается ниже каждый абзац, посвященный данной группе.

Первые две группы обнимают явление осенне-зимних зажоров.

Группа «1а»—предсказания отметок наивысшего горизонта воды во время осенне-зимних зажоров (независимо от времени наступления наивысших горизонтов); по этой группе число предсказаний

88, из них условных 29 (33%); из остальных 59 предсказаний весьма удачных 13 (22%), удовлетворительных 32 (54%) и неудачных 14 (24%); общая успешность—76%. Таким образом, эта важная и трудная группа на первый взгляд представляется сравнительно менее удачной. Но здесь главный источник «неудач» — искусственный режим сооружения, задерживавший шугу в верхнем бьефе в 1923—1924 и 1924—1925 годах, причем в верхнем бьефе горизонты (небывало высокие в 1923—1924 году) соответствовали расчетным, а в нижнем бьефе были значительно ниже (перераспределение гидравлических уклонов, по сравнению с естественными условиями); поправку за это благоприятное влияние автор остерегался вводить без основательной проверки, которая была закончена в начале 1925 года (см. методическую часть). Обилие условных предсказаний уже объяснено выше, так как из 29 условных предсказаний данной группы 20 предсказаний—те самые краткосрочные предсказания, которые относятся к зиме 1925—1926 года и были вызваны длительной угрозой со стороны выше расположенного зажора.

Группа «1б» — предсказания времени наступления опасных моментов в развитии осенне-зимних зажоров; к ней относятся 151 предсказание, из которых условных 30 (19%); из остальных 121 весьма удачных 41 (34%), удовлетворительных 60 (50%) и неудачных 20 (16%); общая успешность—84%. И здесь большинство условных предсказаний относится к зиме 1925—1926 года, с ее «нависшим» зажором; такого же происхождения часть неудачных предсказаний, обуславливающая некоторое превышение процента неудачных предсказаний этой группы (16%) над средним процентом таких же предсказаний (12%).

Следующие две категории предсказаний аналогичны предыдущим, но относятся к зажорам весенним.

Группа «2а» — предсказания наивысших отметок воды во время весеннего зажора; их всего 56, в том числе условных 11 (20%); из остальных 45 весьма удачных 23 (51%), удовлетворительных 22 (49%), неудачных не было; общая успешность—100%. Высокая успешность по этой группе объясняется не только значительным размером вероятной ошибки, указанной в предсказаниях (до 30 соток сажени), но также большей успешностью в предсказании расхода в момент зажора и меньшими колебаниями в темпе развития зажора по сравнению с зажорами осенне-зимними (в случае

медленного темпа развития осенне-зимнего зажора расход к моменту наивысшего развития зажора успевает значительно снизиться по сравнению с расходом в моменты первых предсказаний этого явления).

Группа «2б» — предсказания хода явления весенних зажоров и особенно опасных моментов этого явления. По ней всего 21 предсказание, из них 9 — условных (43⁰/₀); остальные 12 предсказаний распределяются поровну между весьма удачными, удовлетворительными и неудачными (по 33 с лишним процента); общая успешность — 67⁰/₀. Таким образом, эта немногочисленная группа довольно неблагодарна по результатам предсказаний, чего и следовало ожидать в виду случайного и бурного хода явления весенних зажоров, большой зависимости его от условий погоды и сравнительно меньшей успешности краткосрочных предсказаний погоды по сравнению с предсказаниями долгосрочными (с этим явлением мы еще встретимся).

Дальнейшие две группы — предсказания явлений весеннего половодья при свободном русле.

Группа «3а» — предсказания наивысших весенних расходов и наивысших горизонтов свободного русла; она включает в себе 55 предсказаний, из которых условных было 2 (4⁰/₀); весьма удачных предсказаний в этой группе было 18 (34⁰/₀), удовлетворительных 30 (57⁰/₀) и неудачных 5 (9⁰/₀); общая успешность — 91⁰/₀; при этом все неудачные предсказания — предварительные (4 из 5-ти) и преждевременные (одно).

Группа «3б» включает в себе попытки предсказаний хода весеннего половодья до начала спада, в порядке текущих предсказаний; всего по этой группе было дано 24 предсказания (условных не было), из них весьма удачных 7 (29⁰/₀), удовлетворительных 12 (50⁰/₀) и неудачных 5 (21⁰/₀); общая успешность — 79⁰/₀; следует отметить, что большая часть ошибок падает на немногочисленные долгосрочные предсказания этого явления (3 неудачи из 6-ти предсказаний), которые следует признать определенно неудачными. Причины трудности предсказаний по данной группе изложены выше (чувствительность бассейна в данный период к колебаниям погоды).

Группа «4» — предсказания расхода воды в момент наивысшего весеннего зажорного подъема; таких предсказаний было 10, из них 3 условных; из остальных семи — одно весьма удачное (14⁰/₀),

5 удовлетворительных (72⁰/о) и одно неудачное (14⁰/о). Это единственное неудачное предсказание относится к совершенно искусственному режиму весны 1926 года, когда ледоход был задержан полным разобщением верхнего бьефа от нижнего: благодаря упору, представляемому плотиной в верхнем бьефе, ледоход в этом бьефе начался лишь тогда, когда горизонт поднялся до того уровня, при котором лед с примерзшей к нему шугой, толщиной в общем до 1½ саж., мог перевалить через плотину (при высоте переливающегося слоя 1,10 саж. и под напором двигавшихся сверху ледяных масс); в нижнем бьефе ледоход запоздал вследствие отсутствия напора сверху, где ледоход задерживался плотиной; предвидеть количественную сторону этих искусственных изменений ледяного режима было невозможно.

Дальнейшие 3 группы относятся к летним предсказаниям.

Группа «5а» — предсказания летних расходов воды (от начала спада до 1 сентября включительно); здесь всего 51 предсказание (условных не было); из этого числа весьма удачных 31 (61%), удовлетворительных 20 (39%), неудачных не было; общая успешность 100%. Как упоминалось в методической части работ, лето — один из наиболее благоприятных периодов для предсказаний.

Группа «5б» — предсказания летних горизонтов воды, числом 187, из которых 22 условных (12⁰/о); из остальных 165 предсказаний весьма удачных 90 (55⁰/о), удовлетворительных 63 (38⁰/о) и неудачных 12 (7⁰/о); общая успешность — 93%. Больше половины неудачных предсказаний этой группы приходится на долю преждевременных предсказаний.

Группа «5в» — предсказания сроков наступления (летом) определенных расходов; таких предсказаний всего два, оба удовлетворительные.

Следующие 4 группы относятся к предсказаниям расходов и горизонтов в осенних условиях.

Группа «6а» — предсказания осенних расходов при свободном русле; их всего 62, условных 2 (3⁰/о); из остальных 60 — весьма удачных 7 (12⁰/о), удовлетворительных 43 (72⁰/о) и неудачных 10 (16⁰/о); общая успешность — 84%. Понижение общей успешности осенних предсказаний по сравнению с летними объяснено на стр. 59.

Группа «6б» — предсказания осенних расходов для периода замерзания; всего по этой группе 11 предсказаний, условных нет;

весьма удачных 3 (27%), удовлетворительных 7 (64%), неудачных одно (9%); общая успешность—91%. В виду трудностей предсказания означенного явления и небольшого количества имеющихся предсказаний, считаю возможным, что относительно высокая успешность по этой группе до известной степени случайна.

Группа «6в» — предсказания осенних горизонтов свободного русла; всего их 146, условных 2 (1%); из остальных—весьма удачных 56 (39%), удовлетворительных 76 (53%) и неудачных 12 (8%); общая успешность—92%. Следует, однако, заметить, что в осенних условиях графики зависимости дают довольно большой размер вероятной и особенно предельной ошибки, почему осенние предсказания все же остаются значительно менее точными, чем летние.

Группа «6г»—сроки наступления осенних горизонтов и расходов заданной величины. Таких предсказаний было дано 3, из них одно весьма удачное (33%) и два удовлетворительных (67%); условных и неудачных не было. Стопроцентную успешность по этой группе также следует рассматривать, как случайную, в виду сравнительно меньшей надежности всех осенних предсказаний.

Дальнейшие две группы относятся к предсказаниям зимних расходов и горизонтов (кроме наивысших зазорных горизонтов, предсказания которых разобраны выше).

Группа «7а» — предсказания зимних расходов, ожидаемых в условиях установившегося ледяного режима (причем предсказание во многих случаях давалось значительно раньше наступления ледяного режима, иногда на несколько недель раньше). По этой группе всех предсказаний 49, из них условных одно (2%); из остальных—весьма удачных предсказаний 14 (29%), удовлетворительных 21 (44%), неудачных 13 (27%); общая успешность 73%. Но больше половины неудачных предсказаний по этой группе приходится на долю преждевременных; снимая со счета 7 таких предсказаний, мы имели бы из общего числа (41 предсказание) весьма удачных 34%, удовлетворительных 51%, неудачных 15% и общую успешность—85%, т. е. лишь немного ниже средней. К этим цифрам необходимо несколько пояснений. Во-первых, в виду неправильных колебаний расхода перед ледоставом и в период ледостава, следует отметить значительно меньшую надежность предсказаний зимних расходов, данных до наступления прочного ледостава (сравни методику—стр. 28, а также стр. 59, где объяснена пони-

женная успешность осенних предсказаний, что относится также и к периоду перед ледоставом). Во-вторых, из 7 случаев неудач (остающихся за вычетом 7 преждевременных предсказаний) 4 случая слишком больших фактических расходов обусловлены необычайно интенсивной и длительной оттепелью в феврале 1924 года; с подобными случаями в дальнейшем вообще придется встречаться весьма редко. В третьих, для практических целей гораздо важнее ошибки в сторону преувеличения зимних расходов по сравнению с действительностью; таких ошибок (за исключением предсказаний преждевременных) не было совершенно. Таким образом, приведенный цифровой результат для предсказаний, данных после ледостава, преуменьшает нормальную их точность (в общем весьма высокую); предсказания же, составляемые до ледостава, требуют известной осторожности и нередко дополнительных поправок.

Группа «76»—зимние горизонты (кроме наивысших зимних загорных горизонтов). Всего по этой группе 233 предсказания, в том числе условных 13 (6%); из остальных 220 предсказаний весьма удачных 70 (32%), удовлетворительных 111 (50%), неудачных 39 (18%) и общая успешность—82%. Но почти половина неудачных предсказаний (19)—преждевременные; отбрасывая их, имеем из общего числа 201 предсказаний весьма удачных 35%, удовлетворительных 55% и общую успешность—90%. Но и эту успешность следует считать несколько (немного) преуменьшенную: при предсказаниях на зиму 1924—1925 года с одной стороны, по желанию Строительства, не были указаны крайние допустимые пределы колебаний горизонтов, вследствие чего, при чрезвычайно быстром спаде данного года, фактические горизонты вышли из намеченных пределов; с другой стороны, искусственный режим сооружения, как уже было отмечено, сказался задержкой шуги в верхнем бьефе и чрезвычайно медленным темпом развития загора (при весьма малом расходе) в нижнем бьефе; проверка поправки за искусственный режим как упоминалось на стр. 67, была закончена мною лишь в начале 1925 г.

Следующие две группы охватывают различные явления ледяного режима осени и зимы, не вошедшие в предыдущие группы.

Группа «8а»—предсказание сроков ледостава; всего предсказаний 46, из них условных 4 (9%); из остальных 42-х число весьма удачных предсказаний 9 (21%), удовлетворительных 27 (64%),

неудачных 6 (15%); общая успешность—85%. Немного пониженная успешность (по сравнению со средней успешностью всех предсказаний) отвечает характеру предсказаний, для которых условия погоды играют большую роль, чем для предсказаний расходов и горизонтов воды (хотя все же значительно меньшую роль, чем при предсказании вскрытия).

Группа «8б»—обнимает предсказания различных явлений замерзания и зимнего режима, объединенных тем признаком, что они не представляют непосредственной опасности (например, сало, горизонты начальных периодов замерзания и зажоров, умеренное сползание зазора и т. п.). По этой группе было дано 60 предсказаний, из них условных 10 (17%); из остальных 50 предсказаний весьма удачных 14 (28%), удовлетворительных 31 (62%), неудачных 5 (10%); общая успешность—90%.

Последние две группы относятся к предсказаниям процесса вскрытия реки.

Группа «9а»—предсказания сроков вскрытия (первой подвижки и ледохода). Это—самая неудачная группа. Из 66 предсказаний условных 12 (20%); из остальных 54 предсказаний весьма удачных 14 (26%), удовлетворительных 24 (45%) и неудачных 16 (29%); общая успешность 71%; при этом неудачи нельзя отнести за счет преждевременных предсказаний. Основная причина неудач—значительно более тесная зависимость явления вскрытия от погоды, чем от гидрологических условий; при этом решающими являются не длинные периоды погоды (общий тип погоды на продолжительный период времени предсказывается значительно удачнее), а короткие периоды, для которых предсказания погоды являются гораздо более затруднительными, особенно на большой срок вперед. Вывод, в соответствии с тем, что говорилось на стр. 61, состоял бы, во-первых, в том, чтобы все предсказания, данные более, чем за 2 недели до предполагаемого вскрытия, считать предварительными, и, во-вторых, в том, чтобы внимательно следить за первыми гидрологическими признаками близкого вскрытия (быстрое оседание снега в бассейне р. Волхова, уменьшение запасов воды в виде снега, темп прибыли воды), чтобы хотя за 5—7 дней предупредить о сроке ледохода.

Группа «9б»—предсказания различных явлений, сопровождающих вскрытие и весенний зазор (последовательность явлений вскрытия, длительность ожидаемого весеннего зазора и т. п.). По

этой группе 21 предсказание, из них условных 11 (52%); из остальных десяти предсказаний весьма удачных 4 (40%), удовлетворительных 5 (50%), неудачных 1 (10%); общая успешность—90%.

Большое количество условных предсказаний объясняется опасностью весеннего ледохода и вытекающей отсюда необходимостью отметить в предсказании мало вероятные, но опасные варианты хода явления.

Заканчивая обзор успешности предсказаний по группам различных явлений речного режима, можно сделать следующие общие выводы. Наиболее успешными были предсказания летних и весенних (в том числе зажорных) горизонтов и расходов воды; наименее успешными—предсказания времени вскрытия. Установить точные градации сравнительной успешности для остальных групп затруднительно, так как оценка успешности, как мы видим, усложняется сравнительным количеством преждевременных предсказаний, исключительным характером погоды отдельных лет и некоторыми более случайными моментами. В частности, предсказания зимних расходов и горизонтов фактически следует считать более удачными, а предсказания осенних расходов и горизонтов—менее удачными, чем следовало бы при чисто статистическом подходе. Несколько уменьшенная успешность в весьма важной группе осенне-зимних зажоров (76% против средней успешности 86%) объясняется, главным образом, тем, что было необходимо иметь достаточный запас впредь до окончательного установления размера смягчающего влияния сооружения на высоту зажоров в нижнем бьефе.

Четвертая группировка предсказаний (по характеру методического подхода). Методика текущих предсказаний сравнительно однородна и автор к ним данную группировку не применяет. Для предсказаний же «планирующих» я различаю следующие 4 категории.

Группа «А»—«основные предсказания». Эти предсказания даются в строго определенный момент, когда, с одной стороны, имеется более или менее установившаяся исходная гидрологическая ситуация (примеры: когда только что определилось начало весеннего спада, когда только что получены и срочно обработаны Гидрологическим Институтом сообщения с мест о факторах половодья к моменту наибольшего снежного запаса, когда установился относительно спокойный режим расходов перед замерзанием и т. п.),

с другой же стороны, когда только что установлен Обсерваторией преобладающий тип погоды на долгий срок вперед (т. е., когда составлена сезонная карта ожидаемого распределения атмосферного давления). Эта группа предсказаний дает возможность предугадывать, со сравнительно большею точностью, ход гидрологических явлений на долгий срок (1½—2 месяца).

Группа «Б»—«дополнительные предсказания»; они вносят поправки в основное предсказание за изменившееся исходное гидрологическое положение и за новые перспективы погоды. Являясь обычно более точными, чем основные предсказания, эта группа в отдельных случаях может давать и ухудшенный результат, по сравнению с группой «А». Причины следующие: 1) поправки часто приходится делать в условиях резких колебаний в гидрологическом состоянии бассейна, когда труднее выделить типичное и устойчивое; 2) отдельные периоды погоды, выхваченные из сезона, нередко дают худший результат предсказаний, чем общий тип погоды сезона.

Группа «В»—«предварительные предсказания». Они относятся к тем случаям, когда из общей суммы определяющих факторов не хватает одного—двух, или когда на графиках долгосрочных предсказаний, при значительной разбросанности точек, все же имеется ясно выраженная зависимость, или когда сообщаемое Обсерваторией, по просьбе Строительства, срочное предсказание погоды по необходимости было основано на незаконченных синоптических периодах и т. п.

Наконец, группа «Г»—предсказания заведомо преждевременные, составлявшиеся по особым запросам Строительства в связи с составлением ориентировочных планов работ, и представлявшие собою, как уже указывалось, лишь методические попытки несколько съузить пределы возможных колебаний явления.

Успешность предсказаний по каждой из перечисленных четырех групп показана ниже (стр. 75, 83, 84, 85, 86).

Пятая группировка предсказаний (по пунктам наблюдений). Попытки исследовать эту группировку не дали материала, представляющего интерес для дальнейшей разработки. Общий характер получающихся результатов можно видеть ниже, при обработке предсказаний по группе «А» (стр. 82—83).

Сводная группировка предсказаний. Все предыдущие группировки классифицируют предсказания по какому либо

одному признаку. Это удобно для выявления закономерности именно по данному признаку. Но каждая такая классификация по необходимости является искусственной и каждая такая группа включает в себе все же разнородный материал.

Для естественной классификации материала необходимо руководиться суммой признаков в позволяющей выделить более или менее однородные группы. Для данной цели автор считает наиболее целесообразным положить в основу деление по практическим заданиям («планирующие» и «текущие» предсказания), далее — подразделить первую категорию по признаку методического подхода и по признаку долгосрочности и краткосрочности, и уже в пределах каждой из полученных групп останавливаться на отдельных явлениях и на отдельных, наиболее важных, случаях предсказаний; для категории текущих предсказаний предлагается возможным ограничиться делением по срокам предсказаний, с последующим разбором отдельных явлений по каждой группе.

Таким образом, получаются 7 основных сводных групп (с соответствующими шифрами).

Категория I. Планирующие предсказания.

А. Основные планирующие предсказания.

Ба. Долгосрочные дополнения к планирующим предсказаниям.

Бб. Краткосрочные дополнения к планирующим предсказаниям.

В. Предварительные планирующие предсказания.

Г. Преждевременные планирующие предсказания.

Категория II. Текущие предсказания.

IIа. Текущие долгосрочные предсказания.

IIб. Текущие краткосрочные предсказания.

А. Успешность основных планирующих предсказаний (группа «А»).

Группа основных планирующих предсказаний — наиболее важная из всех — включает 238 предсказаний, из них 9 условных (4%); из остальных 229 предсказаний весьма удачных 100 (44%), удовлетворительных 108 (47%), неудачных 21 (9%); общая успешность 91%. Рассматривая подгруппы отдельных явлений, предсказанных по данной группе (см. табличное приложение № 2), видим,

что больше половины этих явлений имеют общую успешность 100% (высота весенних зажоров, размер весеннего половодья, все летние и все осенние предсказания горизонтов и расходов, предсказания времени ледостава и второстепенных явлений вскрытия). Из остальных подгрупп совершенно неудачны предсказания сроков вскрытия (четыре неудачных из семи, или общая успешность 43%), что подтверждает настоятельную необходимость последующих дополнительных исправлений таких предсказаний; представляются неудачными также предсказания зимних расходов воды (4 неудачных из 10, общая успешность 60%); обращают на себя внимание и предсказания зимних (не наивысших) горизонтов (успешность всего 72%). Остальные подгруппы по меньшей мере удовлетворительны, причем важнейшая из них — предсказания высоты осенне-зимних зажоров — дает общую успешность 90%.

Остановимся на отдельных случаях предсказаний рассматриваемой группы.

Начнем с наиболее важной подгруппы — высота осенне-зимних зажорных подъемов воды (шифр «1а»).

Основное предсказание наибольшей высоты зажоров на осень и зиму 1923—1924 года было дано 22 ноября, за месяц до ледостава и более чем за 2 месяца до наступления наивысшего горизонта; было дано категорическое предупреждение, что «условия зимнего режима настоящего года исключительно тяжелые»; была указана абсолютная отметка у Нижних Дубовиков 4,50 саж. (высота самых больших зажоров, ранее наблюдавшихся в этом месте), как «вполне вероятная» и 5,30 саж., как «предельная допустимая»; фактически у Нижних Дубовиков наблюдалась отметка 4,30 саж. (31 января в 9 час. веч.).

Но тут нужно иметь в виду еще следующее важное обстоятельство. Водомерные посты в районе сооружений были учреждены лишь к концу 1923 года; до их устройства гидравлические уклоны в зажорных (и притом искусственных) условиях между Нижними Дубовиками и различными частями сооружения не были определенно известны. В виду этого Нижне-Дубовицкий пост, имевший наибольшее количество наблюдений, был единственным показателем того, что может произойти в пределах сооружений; расчетный размер подъема у Нижне-Дубовицкого поста и принимался как автором, так и техническим персоналом Строительства, в качестве показателя высоты подъема у сооружений. А там наблюдались

наивысшие отметки: у Ледозащитной стенки 4,96 саж. и немного выше сооружений, у Верхних Дубовиков, 5,36 саж. Таким образом, угроза оправдалась полностью, но искусственный режим сооружения сосредоточил самый опасный подъем в верхнем бьефе.

В следующем году (1924—1925) в основном предсказании высоты осенне-зимних зажоров (от 6/х₁, на зажорный период 1—15/х₁) был дан слишком большой запас: было указано, что в этот период горизонты у Силовой станции не поднимутся выше отметок 4,46 саж. (высший из вероятных) и 3,75 саж. (низший из вероятных), тогда как в указанный период, вследствие искусственной задержки шуги в верхнем бьефе (влияние чего, из осторожности, в данный момент еще не было принято во внимание), при малом расходе, наивысшая отметка была около 3,00; хотя формального противоречия с предсказанием здесь нет (в предсказании сказано: горизонт «не свыше» таких то величин, до которых горизонт фактически и не поднялся), но в виду большой разницы в цифрах предсказание зарегистрировано как неудачное. В ту же зиму, на период наивысшего развития зажора (с 16/1 по 15/п), горизонт был предсказан уже с введением поправки за искусственный режим (предсказание от 16/1); отметка горизонта у Силовой станции не вышла из указанных ей тесных пределов (фактическая отметка 3,14 саж. при наиболее вероятной 3,21 саж. и низшей из вероятных 3,14 саж.).

В 1925 году 15 октября было сообщено, что в предстоящем году размер максимального зажорного подъема «ожидается в пределах от 0,50 до 1,00 саж. над исходным горизонтом как для верхнего, так и для нижнего бьефа». Зажор начался спустя месяц; зажорные подъемы в районе сооружений достигли наивысших пределов еще через 1½—3 месяца. Тем не менее, предсказание (данное для некоторых постов за 4 месяца до наступления максимума) вполне оправдалось, как видно из следующей таблички:

| П о с т. | Исходная отметка перед зажором и ее дата. | Наивысшая отметка за время зажора и ее дата. | Превышение над исходным горизонтом. |
|--|---|--|-------------------------------------|
| Рейка у плотины (верхний бьеф) | 4,28 саж. 13/х ₁ | 4,86 саж. 31/х _п | 0,58 саж. |
| Октябрьское (нижний бьеф) | 2,64 „ 13/х ₁ | 3,41 „ 13/п | 0,77 „ |
| Силовая станция (нижний бьеф) | 2,72 „ 16/х ₁ | 3,20 „ 26/1 | 0,48 „ |

В том же 1925 г. 17/xi были сообщены ожидаемые наивысшие абсолютные отметки за время осенне-зимних зажоров в верхнем бьефе по рейке у плотины: наиболее вероятная 5,20 саж. и предельная допустимая низшая 4,85 саж. Фактически было, как мы только что видели, 4,86 саж. (спуста 1½ месяца после предсказания).

Изложенный перечень охватывает все основные предсказания по подгруппе высоты осенне-зимних зажоров (в виду особого значения этой подгруппы).

По другой весьма важной подгруппе — предсказания наивысшего горизонта во время весенних зажоров (шифр «2а»), где неудачных предсказаний не было, представляет интерес проследить размер ошибки. В 1923 году 26 марта, за месяц до весеннего зажора, был указан наиболее вероятный зажорный максимум 3,98 саж. (у Нижних Дубовиков) и низший из вероятных 3,68; фактическая отметка зажорного максимума — 3,84 саж. (27/iv в 4 ч. дня). В 1924 году 6/ш, больше чем на месяц до зажора, были сообщены нижеследующие рекордно высокие ожидаемые отметки: у Ледозащитной стенки наиболее вероятная 5,70 саж., высшая из вероятных 6,20 саж. (фактическая 6,12 саж. 14/iv в 11 ч. веч.); у Силовой станции наиболее вероятная 5,30 саж., высшая из вероятных 5,80 саж. (фактическая 5,61 саж. 14/iv 9 ч. 21 мин. веч.); у Нижних Дубовиков наиболее вероятная максимальная отметка 4,90 саж. высшая из вероятных 5,40 саж. (фактическая 5,20 саж. 15/iv, 1 час. ночи). В 1925 году, в виду ряда зимних оттепелей и связанных с ними перемен ситуации, основное предсказание было дано только 31/ш, за 9 дней до ледохода (зато было дано за месяц до ледохода весьма удачное предварительное предсказание), а именно: у Ледозащитной стенки наиболее вероятная максимальная отметка 4,65 саж., низшая из вероятных 4,18 саж. (фактическая 4,38 саж. 9/iv); у Силовой станции наиболее вероятная 4,15 саж., низшая из вероятных 3,68 саж. (фактическая 4,10 саж. 9/iv). Наконец, в 1926 году весенний горизонт верхнего бьефа определялся искусственным регулированием, а на нижнем бьефе горизонт был сильно искажен (понижен) искусственным режимом (задержкой льда в верхнем бьефе до момента переваливания льда через плотину); в предвидении этого обстоятельства и в виду невозможности рассчитать количественную сторону явления предсказание (составленное 13/iv, за 16 дней до ледохода) было дано лишь для естественных

условий (т. е. с «запасом»), что и было оговорено; при этом для Силовой станции (т. е. непосредственно ниже сооружения) фактический горизонт оказался сильно пониженным (примерно на сажень) против естественных условий ледохода, но уже у Нижних Дубовиков горизонт вполне уложился в пределы, исчисленные для бытовых условий: предсказанная наиболее вероятная максимальная отметка в естественных условиях 4,90, низшая из вероятных 4,40 саж., фактическая отметка—4,50 саж. Изложенное исчерпывает все основные предсказания высоты воды во время весенних зажоров; таким образом, и это весьма капризное и опасное явление предсказывалось с достаточною для практических целей точностью.

Из предсказаний размера весеннего половодья ограничимся наиболее показательной величиной—наибольшим секундным расходом воды у сооружения.

В 1923 году 26/ш был предсказан наиболее вероятный наивысший весенний расход 154 куб. саж., фактически наблюдалось 139 куб. саж. (28/v, спустя 2 месяца после предсказания); в 1924 году в начале марта было предсказано 237 куб. саж., фактически наблюдалось 225 куб. саж. (25—28/iv); в 1925 году 31/ш был предсказан наиболее вероятный наивысший расход 140 куб. саж. в сек. и низший из вероятных 114 куб. саж., фактически наблюдалось 121 куб. саж. (17—20/iv). Особых пояснений требует 1926 год, рекордный за столетия (наравне с 1922 годом). 23/ш, почти за 1½ месяца до прохождения гребня половодья, был указан наиболее вероятный расход 220 куб. саж. и предельный допустимый высший 240 куб. саж.; фактически приближенными приемами был определен расход 251 куб. саж. в сек. (8/v). Расхождение с крайним пределом предсказания, составляющее около 4% расхода, принято находящимся в пределах ошибки наблюдений и предсказание признано удовлетворительным. Обстоятельства, при которых имела место ошибка, во всяком случае превосходящая обычную ошибку этого рода предсказаний, нижеследующие. После того, как был получен вышеупомянутый расчетный расход (самый расчет изложен на стр. 45—46), имел место ряд снегопадов, причем оттепели были значительно менее интенсивными, чем предполагалось, и стока за это время почти не было; запас воды в снеге (на Хутынской станции близ Новгорода) к 10/iv был больше, чем к 24/ш, и

даже к 20/iv уменьшился лишь незначительно; в 20-х же числах апреля, при выпадении жидких осадков, произошло весьма быстрое таяние снегов (к 23/iv стаял почти весь снег в собственном бассейне Волхова) и в результате разгрузка снежного запаса и прибыль расхода в 1926 году происходили значительно быстрее, чем в рекордном 1922 году: так, в 1922 году потребовалось 24 дня, чтобы расход от 100 куб. саж. возрос до 258 куб. саж., тогда как в 1926 году такое приращение расхода произошло всего в 14 дней. Таким образом, мы имеем все основания считать 1926 год исключительным по условиям весенней погоды; между тем, при составлении предсказания не было сделано обычного запаса за возможность рекордного (по результатам) характера весенней погоды, так как предполагалось чрезвычайно мало вероятным, после небывалого за 50 лет половодья 1922 года, наступление на протяжении 4 лет второго такого же небывалого половодья. Сказанное подтверждает необходимость строгого применения метода и недопущения произвольных снижений размера вероятной и предельной ошибки.

Относительно остальных основных предсказаний горизонтов и расходов свободного русла (летних и осенних) ограничимся немногими замечаниями. В 1923 году, согласно указаниям Строительства, предсказания давались только для нужд навигации и предсказывались только низшие горизонты (наиболее вероятные низшие и предельные допустимые низшие, высшие пределы горизонтов не указывались); фактические горизонты были или близки к предсказанным или выше их; бóльшей точности для указанной цели не требовалось.

С 1924 года в основных предсказаниях указывались горизонты на 2—3 месяца вперед, на каждое 1-е и 15-е число каждого месяца (откуда, приемом, изложенным на стр. 11—26, получались на тот же срок вперед горизонты на каждый день). В ряде случаев горизонты, предсказанные за 2—3 месяца (и соответствующие им расходы), изо дня в день не выходили из тесных пределов вероятных ошибок (т. е. ошибок в несколько соток сажени или несколько кубич. саж. расхода воды); сюда относятся, например, все лето 1924 года, август и почти весь сентябрь 1925 года. В тех же случаях, когда наблюдалась весьма большая засушливость (осень 1924 года) или весьма значительная дождливость (июнь—июль 1925 г. и поздняя осень того же года) фактические гори-

зонты и расходы свободного русла все же не выходили из крайних пределов, указанных в предсказаниях.

Рассмотрим основные предсказания сроков ледостава. В 1923 году основное предсказание было дано 22/х₁ (за месяц до окончательного ледостава, причем были удачные предварительные предсказания); сообщалось, что ледостав ожидается не ранее первой трети декабря; фактически 4—10 декабря был временный ледостав выше Гостинополя; окончательный ледостав на нижнем участке наблюдался 20—22/х₁₁. В 1924 году предсказание было сообщено 21 октября, за 1½ месяца до ледостава; ожидалось вообще для р. Волхова замерзание между 20 и 30/х₁, в районе сооружений— в конце ноября; фактически река замерзла временно у станции Волхово 20—25/х₁, выше Гостинополя 22/х₁, и окончательно стала 5—6/х₁₁, в том числе в районе сооружений 5/х₁₁ (на 5 дней позднее срока); предсказание сочтено удовлетворительным. В 1925 году основное предсказание было дано 15/х; ожидалось около 5/х₁ ледостав в более спокойных местах реки, а около 20/х₁ окончательный ледостав по всей реке, кроме порогов; фактически 10/х₁ (с ошибкой 5 дней) наступил ледостав у ст. Волхово и у дер. Ульяшево (выше Гостинополя); окончательный ледостав произошел на Званке 17/х₁, у Ледозащитной стенки 17/х₁, у Верхних Дубовиков 19/х₁; только в местах, находившихся под влиянием искусственного перепада, созданного сооружением, ледостав задержался на разные сроки, в зависимости от быстроты течения.

Что касается основных предсказаний сроков вскрытия, то причины неудач этих предсказаний уже были изложены при рассмотрении всех вообще предсказаний сроков вскрытия; здесь отметим лишь, что эти причины (зависимость явлений вскрытия от сравнительно коротких периодов погоды) пока неустранимы и выход приходится искать в возможно большом запасе в сторону более ранних сроков и в последовательных дополнениях основных предсказаний краткосрочными на основании гидрологических признаков близости вскрытия.

Сравнительно менее удачны, как уже упоминалось, также основные предсказания зимних горизонтов (кроме наивысших зазорных) и особенно зимних расходов. Все 4 случая неудачных предсказаний зимних расходов уже разобраны выше и отмечена случайность допущенной ошибки (необычайно интенсивные

оттепели зимою 1924—1925 г.). Точно также, неудачные предсказания зимних горизонтов воды (6 предсказаний на один из зимних месяцев 1925 г.) объясняются случайными причинами (изложенными уже выше), как, например, отсутствием в тексте предсказания крайних допустимых пределов. Таким образом, в противоположность предсказаниям вскрытия, по данной группе есть основания систематически получать хорошие результаты.

Успешность основных предсказаний по отдельным пунктам. Материал по этому вопросу разбит на 5 групп¹⁾: 1) расходы у сооружения, 2) горизонты у Гостинополя, 3) горизонты нижнего бьефа (включая Нижние Дубовики), 4) горизонты у Новой Ладogi, 5) горизонты у Шлиссельбурга.

1) Всего по основной группе было 52 предсказания расхода у сооружения, из них 2 условных; из остальных—весьма удачных 18 (36%), удовлетворительных 27 (54%), неудачных 5 (10%), общая успешность 90%.

2) Для Гостинопольских горизонтов основных предсказаний было дано 22, условных и неудачных не было, весьма удачных 18 (84%); удовлетворительных 4 (18%); общая успешность 100%.

3) Основных предсказаний горизонтов нижнего бьефа дано 75, из них условных 2; из остальных предсказаний весьма удачных 27 (37%), удовлетворительных 42 (58%); неудачных 4 (5%); общая успешность 95%.

4) Горизонтов Новой Ладogi по основной группе предсказано было 22, условных не было; весьма удачных предсказаний 12 (55%), удовлетворительных 7 (31%), неудачных 3 (14%); общая успешность 86%.

5) Для Шлиссельбурга было дано всего 12 основных предсказаний; условных и неудачных не было, весьма удачных 10 (83%), удовлетворительных 2 (17%); общая успешность 100%.

Нужно сказать, что все эти цифровые данные совершенно не дают представления об относительной надежности или ненадежности предсказаний на перечисленных пунктах (видимо, 3¹/₂ года для этого слишком малый срок), и потому приводятся лишь для справок. Графики зависимости, по которым производились предсказания, и вся совокупность сведений о гидрологическом режиме р. Волхова, говорят другое. Надежнее всех, без сомнения, предсказания для

¹⁾ Остальной материал не носит массового характера.

Новой Ладogi и Шлиссельбурга (при этом предсказания у Шлиссельбурга точнее в целом, но отдельные дни легче могут быть искажены влиянием ветровых сгонов и нагонов). За ними следовало бы поставить зимние расходы (когда таковые предсказываются после ледостава), высокая успешность предсказаний которых скрадывается исключительною зимою 1924—1925 года; на третьем месте следует поставить предсказания горизонтов нижнего бьефа при свободном русле, на четвертом—расходы и Гостинопольские горизонты при свободном русле, на пятом—горизонты нижнего бьефа при ледяном режиме.

В виду изложенного, успешность предсказаний по отдельным постам в дальнейших группах предсказаний не приведена.

5. Успешность долгосрочных дополнений к основным планирующим предсказаниям (группа «Ба»).

По группе досрочных дополнений к основным планирующим предсказаниям всего было дано 206 предсказаний, из них условных 9 (4⁰/₀); из остальных 197 предсказаний было весьма удачных 57 (29⁰/₀), удовлетворительных 111 (56⁰/₀), неудачных 29 (15⁰/₀); общая успешность 85⁰/₀. Несколько меньшая успешность по этой группе, по сравнению с предыдущей, объясняется, во-первых, тем, что для основных предсказаний выбирается каждый раз особо благоприятный момент и, во-вторых, меньшим размером вероятной ошибки, указанной в предсказаниях (т. е. более строгими требованиями). Из отдельных предсказанных явлений стопроцентную успешность здесь имеют подгруппы: высоты весенних зажоров, размера весеннего половодья, летних горизонтов и расходов, расходов в период ледостава, сроков наступления осенних расходов, зимних расходов, второстепенных явлений вскрытия. Особо неудачных подгрупп (какова, например, была подгруппа предсказаний сроков вскрытия в основной группе планирующих предсказаний) среди дополнительных долгосрочных предсказаний не имеется; в частности, успешность предсказаний времени вскрытия была здесь 80⁰/₀. Кроме того, ниже нормы была общая успешность предсказаний по подгруппам: высоты осенне-зимних зажоров (74⁰/₀), осенних расходов при свободном русле (75⁰/₀), зимних горизонтов (83⁰/₀), сроков ледостава (83⁰/₀); остальные подгруппы были по успешности не ниже нормы (86⁰/₀). Причины ошибок были в общем

те же, что и в группе основных предсказаний; несколько иными являются всего три случая. Первые два относятся к осенне-зимним зажорным горизонтам 1925—1926 года, когда зажорный подпор в районе сооружений, несмотря на забивание русла шугой, был ниже предполагавшегося по аналогии с естественными условиями (объясняется всасывающим влиянием перепада, которое было трудно заблаговременно учесть количественно); третий случай относится к предсказаниям осенних расходов в том же 1925 году, когда расход на 15 ноября был рассчитан для условий свободного русла, но, вследствие начавшегося в верхнем участке реки ледостава и вызванной последним задержки свободного стока, как раз на этот день пришлось резкое снижение расхода (ниже предельной величины).

6. Успешность краткосрочных дополнений к основным планирующим предсказаниям (группа «Бб»).

По группе краткосрочных дополнений к основным планирующим предсказаниям было дано всего 134 предсказания, из них условных 27 (20%); из остальных 107 предсказаний было весьма удачных 46 (42%), удовлетворительных 51 (48%), неудачных 11 (10%); общая успешность 90%. Почти все условные предсказания относятся к указанию различных явлений ледяного режима, возможных в случае наступления той или иной погоды (если эта погода в действительности не наступала). Из шестнадцати подгрупп этой группы (для которых вообще имеются предсказания), двенадцать подгрупп имеют стопроцентную успешность. Остальные подгруппы имеют успешность (в убывающем порядке): сроки ледостава 87%, сроки вскрытия 81% и сроки наступления опасных периодов развития осенне-зимнего зазора 76% (4 неудачных предсказания из семнадцати, все относятся к началу зимы 1923—1924 года, когда, вследствие мягкой погоды, а также благодаря задержке верхового льда зазором кристаллического льда выше Гостинополя, зазор на нижнем участке реки развивался медленнее, чем предполагалось); кроме того, в эту группу вошли 2 случая предсказания отдельных явлений весеннего ледохода 1924 года, оба неудачные (что не помешало правильно предсказать исключительную высоту весенних зазоров в этом году).

7. *Успешность предварительных планирующих предсказаний (группа «В»).*

Общее число предварительных планирующих предсказаний 115, из них условных 15 (13%); из остальных 100 предсказаний весьма удачных было 29 (29%), удовлетворительных 53 (53%), неудачных 18 (18%), общая успешность 82%. Таким образом, как и следовало ожидать для группы предварительных предсказаний, общая успешность здесь несколько ниже средней; но все же она еще довольно высока. Даже среди предварительных предсказаний мы еще имеем ряд подгрупп со стопроцентной успешностью (правда, многие с небольшим числом случаев); таковы подгруппы высоты весенних зажоров, расхода воды в момент этих зажоров, летних расходов и горизонтов, зимних расходов, второстепенных явлений замерзания и зимнего режима. По остальным подгруппам успешность (в убывающем порядке): осенние расходы при свободном русле (87%), сроки ледостава (80%), высота осенне-зимних зажоров (78%), размер весеннего половодья (73%), и время вскрытия (38%); кроме того, была неудачны: одно из двух (не считая условных) предсказаний второстепенных явлений вскрытия и два из четырех предсказаний различных явлений весеннего ледохода. Здесь обращает на себя внимание полная неудача предварительных предсказаний времени вскрытия (весьма понятная после полной неудачи даже основных предсказаний этого явления, причина которой указана выше) и относительная неудача в предсказаниях высоты весеннего половодья (четыре неудачных предсказания из пятнадцати). Но все эти четыре неудачных случая относятся к предварительным предсказаниям размера половодья в 1926 году, особый характер которого был описан, при разборе основного предсказания того же года. В этих 4-х предсказаниях дело идет о размере половодья у Новгорода (горизонт, расход, общая характеристика, сравнение с 1922 и 1924 годами); все это (даже предельные величины) было преуменьшено по сравнению с действительностью, так как ко времени предварительного предсказания (предсказание 9/III по данным к концу февраля) запас воды в виде снега еще далеко не достиг позднейшей величины и, кроме того, еще не было данных о большой ожидаемой циклоничности весеннего периода.

8. Успешность преждевременных планирующих предсказаний (группа «Г»).

Группа преждевременных планирующих предсказаний является в своем роде показательной; она дает представление о том, что получается, если пытаться произвольно расширять область применения методики, выработанной для определенных условий.

По данной группе всего было 115 предсказаний, из них 19 условных; из остальных 6 было весьма удачных 10 (10%), удовлетворительных 48 (50%) и неудачных 38 (40%); общая успешность 60%, следовательно, вероятность удачи приблизительно соответствует шансам на выигрыш в азартной игре (например, в орлянку). На первый взгляд мы имеем даже в этой группе все 7 предсказаний летних расходов в числе удачных (это были предсказания на год вперед!). Но эти предсказания—результат грубого, чисто статистического расчета: были выключены крайние пределы (25% возможных случаев) и эти крайние пределы случайно не имели места. Такими же случайными нужно считать удачи предсказаний сроков вскрытия и высоты весенних зажоров (поскольку для последних не указаны лишь высшие допустимые пределы). Повидимому, не вполне случайна относительная удача в предсказаниях осенних горизонтов 1924 года (предсказаны летом, за несколько месяцев). За то наряду с этим мы имеем процент неудачных предсказаний по подгруппам: зимних расходов—41%, летних горизонтов—44%, высоты осенне-зимних зажоров—67% и зимних горизонтов—94%!

При таких условиях вполне понятно, что описанная группа являлась источником лишних ошибок во всех суммарных подсчетах, куда она входила, и приходилось ее выключать, раньше чем делать какие либо заключения о точности метода и о сравнительной успешности предсказаний по различным крупным группировкам ¹⁾.

¹⁾ С точки зрения практики необходимо, однако, оговориться, что некоторое значение приходится признать и за этой группой, поскольку удавалось при составлении различных ориентировочных планов, несколько съезить пределы возможных колебаний тех или иных явлений, и поскольку неизбежные ошибки заблаговременно исправлялись последующими предсказаниями.

9. *Успешность текущих долгосрочных предсказаний*
(группа «IIa»).

Общее число предсказаний данной группы — 244, из них условных—20 (8⁰/о); из остальных 224 предсказаний было весьма удачных 98 (44⁰/о), удовлетворительных 108 (48⁰/о), неудачных 18 (8⁰/о); общая успешность—92⁰/о. Стопроцентную удачу мы имеем в подгруппах: высоты осенне-зимних зажоров, явлений, сопровождающих весенние зажоры, летних расходов, осенних расходов и сроков их наступления, сроков ледостава. Остальные подгруппы дают процент успешных предсказаний в порядке убывания: зимние горизонты 96⁰/о, летние горизонты 94⁰/о, опасные периоды в развитии осенне-зимних зажоров 90⁰/о, зимние расходы 84⁰/о, осенние горизонты 79⁰/о; кроме того, из 6-ти предсказаний ожидаемого хода явлений весеннего половодья до момента спада (предсказание самого размера половодья сюда не относится) три было неудачных (этот тип предсказаний, как упоминалось принадлежит к числу самых ненадежных и предсказания этого типа скоро были прекращены). Таким образом, долгосрочные текущие предсказания, при простой и четкой методике, дают, в общем, весьма удовлетворительный результат, причем нередко являются вполне удачными даже при предсказаниях на месяц вперед.

10. *Успешность текущих краткосрочных предсказаний*
(группа «IIб»).

Текущих долгосрочных предсказаний было дано всего 290, в том числе условных 62 (21⁰/о); из остальных 228 оказалось весьма удачными 81 (35⁰/о), удовлетворительными 118 (52⁰/о), неудачными 29 (13⁰/о); общая успешность 87⁰/о. Несколько меньшая общая успешность, по сравнению с предыдущей группой, объясняется (см. выше): 1) случайностью в выборе момента предсказания, 2) меньшей точностью краткосрочных предсказаний погоды, по сравнению с более долгосрочными предсказаниями, 3) большими требованиями. Из подгрупп отдельных явлений нижеследующие имели успешность 100⁰/о: летние горизонты, осенние расходы, зимние расходы, второстепенные явления замерзания и зимнего режима,

сроки вскрытия (один случай), второстепенные явления вскрытия (один случай). Остальные подгруппы, в порядке убывающей успешности: осенние горизонты—94%, летние горизонты—91%, ход весеннего половодья до начала спада—89%, зимние горизонты—85%, опасные периоды осенне-зимних и весенних зажоров по 83%, кроме того, из двух предсказаний сроков ледостава одно было неудачное и из четырех предсказаний высоты осенне-зимних зажоров—два неудачных. Из двух последних неудачных предсказаний одно относилось к декабрю 1924 г. и неудача его объяснялась уже неоднократно упоминавшейся причиной—искусственной задержкой шуги в верхнем бьефе сооружения (на что поправка была введена немного позднее); вторая ошибка объясняется меньшей продолжительностью оттепели (в первых числах января 1926 г.), чем ожидалось, вследствие чего дальнейшее повышение расхода и ожидавшийся местный ледоход с зазором в пределах сооружения, уже в значительной степени подготовленный резкой оттепелью, не имели места.

11. Источники ошибок предсказаний.

По вопросу об источниках ошибок предсказаний здесь остается немного добавить к тому, что было уже указано в методической части работы и далее при обзоре предсказаний по группам и при разборе отдельных предсказаний. Из общего числа неудачных предсказаний (164) на основные планирующие падает 13%, на долгосрочные дополнения к планирующим—18%, на краткосрочные дополнения—7%, на предварительные планирующие предсказания—11%, на преждевременные планирующие—23%, на текущие долгосрочные—11% и на текущие краткосрочные—18%. Отсюда опять становится ясным один из главных общих источников ошибок—преждевременное составление предсказаний; этот источник дает 38 неудачных предсказаний. Другой довольно крупный источник ошибок—сохранение (до начала 1925 года), в виде дополнительного запаса, разницы между естественными и искаженными сооружением зимними зазорными горизонтами (запоздание во введении поправки за искусственную задержку сооружением шуги в верхнем бьефе); это дало не менее 15 лишних неудачных предсказаний. Третий источник—отсутствие, в ряде случаев, в тексте предсказаний предельных допустимых величин; сюда можно отнести

также не менее 15 предсказаний. Таким образом, устранение этих крупных источников ошибок могли бы свести число неудачных предсказаний, самое большее, к 90—100 и дать общую успешность предсказаний не менее 92—93%. Из остающихся неудачных предсказаний в подавляющем большинстве случаев причины ошибок, без сомнения, сводятся к недостаточному знанию ожидаемых условий погоды, особенно для предсказаний сроков вскрытия и ледостава и для предсказания расходов исключительной по оттепелям зимы 1924—1925 года. Однако, можно предположить, что некоторые недостаточно исследованные гидрологические явления также были причиной известного числа ошибок; сюда относится, во-первых, процесс обогащения и обеднения почвы влагой и изменение в связи с этим коэффициента стока; во-вторых, продолжительность стока осадков в различных частях бассейна р. Волхова, а также в разных частях бассейна Ладожского озера, подпирающего нижний участок р. Волхова; в третьих, неисследованная за прежние годы толщина льда и ее влияние на сумму тепла, потребного для вскрытия. Первые два фактора, может быть, дали бы дополнительное объяснение затяжной маловодности р. Волхова в осевний период 1924 года; третий фактор, возможно, содействовал бы разъяснению некоторых ошибок в предсказаниях вскрытия. Но исследование перечисленных вопросов, во всяком случае, выходило за пределы масштаба работ Службы Оповещений, как в смысле необходимой густоты гидрометрической и метеорологической сети, так и в смысле объема потребных камеральных работ; кроме того, большинство наблюдательных пунктов пришлось бы устраивать вновь и вряд ли удалось бы скоро получить определенный результат.

IV. Заключение.

Просматривая методическую часть настоящей работы, легко убедиться, что методические основы предсказаний сводятся к весьма немногим приемам: 1) построение графиков зависимости последующих явлений от предшествующих; 2) установление таких типичных числовых значений гидрологических факторов и явлений, которые отвечали бы определенной балловой оценке; 3) использование массовых данных неинструментальных наблюдений для оценки факторов весеннего половодья (по предложенной автором

формуле); 4) осторожное использование опросных данных о прежних зажорных явлениях и явлениях вскрытия; 5) балловая оценка ожидаемых условий погоды на основании предсказаний Главной Геофизической Обсерватории и систематическое введение этих оценок как в формулу, так и в графическую обработку гидрологических данных; 5) установление на определенные сроки крайних возможных пределов явлений (не совпадающих с их абсолютной амплитудой, но обусловленных в каждом случае данной гидрологической ситуацией), которые гарантировали бы от опасных неожиданностей даже в случае крупной неудачи в предсказаниях погоды.

Однако, практическое применение этих основ потребовало строжайшей индивидуализации и разнообразных усложнений. Почти каждый пост, почти каждый период года, почти каждое специальное задание имели свой собственный методический подход, основанный на той или иной комбинации основных методов, причем этот подход менялся в зависимости от накопленного опыта и от изменений, вносимых сооружением.

Описанную методику предсказаний пришлось применять в совершенно исключительные по характеру годы, изобиловавшие небывалыми и катастрофическими положениями (зимние зажоры 1923—1924 года, весенние зажоры 1924 года, небывалый подпор нижнего бьефа со стороны Ладожского озера летом 1924 г. и др.). Нужно сказать определенно, что методика все эти испытания выдержала и за все время предсказаний не было ни одного случая, чтобы работы Строительства пострадали от стихийных явлений, не предусмотренных в предсказаниях. Таким образом, техническое задание, поставленное работам по предсказаниям, выполнено. Этому результату отвечает общая успешность предсказаний (включая и предсказания заведомо преждевременные), равная 86%, при успешности по основным группам предсказаний свыше 90% и при полном отсутствии непредвиденных опасных положений.

Из общих научных результатов работ по предсказаниям важнейшими являются: 1) выработка методов предсказаний высоты воды во время осенне-зимних и весенних заторов льда (зажоров), причем эти методы основаны на анализе зажорных явлений и на предсказаниях отдельных факторов этих явлений; 2) выработка методов долгосрочных (до 2-х месяцев вперед) предсказаний расходов и горизонтов воды для озерных и полуозерных рек, причем

эти методы пригодны даже при отсутствии наблюдений на выше-лежащих постах; 3) простой способ расчета горизонтов на подпираемых участках рек, по расходам и подпирающим горизонтам, на основании минимального количества наблюдений.

Изложенные методы вполне могут быть применены к большому количеству рек С.С.С.Р. Но особенное значение они должны иметь для рек, являющихся источниками гидравлической энергии, так как в наших условиях, на этих реках весьма часто наблюдаются: 1) ледяные заторы, как результат одновременного замерзания мест с различным уклоном и образования донного льда на порожистых местах; 2) озерное питание, как важная предпосылка равномерного снабжения станции гидравлической энергией; 3) подпор участка реки с малым уклоном, расположенного ниже предполагаемой гидростанции.

Следует, однако, иметь в виду, что при применении общих методических основ, изложенных в настоящей работе, придется в такой же мере считаться с местными особенностями, как приходилось считаться автору. Каждый пункт озерной реки, в зависимости от соотношений озерного и не-озерного питания, имеет свой режим половодья и межени, а в связи со своим собственным, индивидуальным характером половодья—свой режим весенних зажоров; в зависимости от уклона и от расположения порогов, от близости озера, от поворотов реки, от колебаний размера живого сечения—каждый пункт имеет свой режим ледяного покрова и всех видов зажоров; важнейший вопрос о способах определения расходов воды, одновременных наивысшему зазору, вопрос, который является ключом ко всей методике предсказания зажоров вообще, пришлось бы решать по разному для различных рек и для отдельных их участков. Наконец, поскольку на реках будут возводиться те или иные сооружения, придется систематически учитывать произведенные изменения режима применительно к местным условиям данной реки и данного участка.

Таким образом, для рек, подобных Волхову, со смешанным полуозерным питанием, со сложным режимом ледяных явлений и зажоров, дело может идти не о механическом применении готовых рецептов, а о научно-исследовательской работе на изложенных выше методических основах.

В. Н. Лебедев.

Образец одного листа (лист 11-й)
черновых ведомостей для реги-
страции успешности предсказаний.

**Ведомость успешности гидрологических предсказаний для нужд Волховстроя
1923 год.**

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|------------|------------|----------------|---|--|--|---------------------------------|-------------|--|
| №№ по пор. | № рапорта. | Месяц и число. | Текст предсказания. | Действительный ход явления. | Наименование документа, откуда взяты сведения о действительном ходе явления. | Оценка успешности предсказаний. | Примечание. | |
| 153 | 976 | 15/ix 1923 | Наиболее вероятный низший горизонт в сентябре в Гостинополе 7,10 . . . | 7,09 29/ix. | Тетради со сведениями о состоянии р. Волхова, полученными по телеграфу и телефону. | В. удачн. | | |
| 154 | | | Наиболее вероятный низший горизонт в октябре у Нижних Дубовиков 2,65 | 2,58 24, 29/ix. | | Удовл. | | |
| 155 | | | Наиболее вероятный низший горизонт в октябре в Гостинополе 7,10 | 7,06 7/x | | В. удачн. | | |
| 156 | | | Наиболее вероятный низший горизонт в октябре у Нижн. Дубовиков 2,65 . | 2,62 8/x. | | " | | |
| 157 | | | Наиболее вероятный низший горизонт за время своб. ото льда в Гостинополе 7,10 | 7,06 7/x. | | " | | |
| 158 | | | Наиболее вероятный низший горизонт за время своб. ото льда у Нижн. Дубовиков 2,65 | 2,58 24/ix, 29/ix. | | Удовл. | | |
| 159 | | | Ледостав ожидается не ранний | Ледостав у Нижн. Дубовиков был 26/xii, на 34 дня позже среднего срока. | | В. удачн. | | |
| 160 | | | Не ранее 15 ноября, а может быть и позже | Фактич. 26/xii у Нижн. Дубовиков. | | Удовл. | | |
| 161 | | | Перспективы осенних зажоров — определенно тревожные | Высота зажоров—на 0,90 саж. выше зимы 1922—23 г. | | В. удачн. | | |
| 162 | | | Если не последует крутого и прочного ледостава (ожидать которого пока нет оснований) | Ледостав был медленный (процесс ледостава с начала xii по конец i). | | Т о ж е. | Удовл. | |
| 163 | | | То следует быть готовыми к подъему горизонта у Нижних Дубовиков до абсолютной отметки 4,50 . | Фактич. 4,30 саж. | | | В. удачн. | |
| 164 | 992 | 22/ix | Предельный допустимый низк. гориз. за сентябрь в Гостинополе 7,02 . . | 7,09 29/ix. | | Т о ж е. | В. удачн. | |
| 165 | | | Предельный допустимый низк. гориз. за сентябрь у Нижн. Дубовиков 2,45 . | 2,58 24, 29/ix. | | | " | |
| 166 | | | Предельный допустимый низк. гориз. за октябрь в Гостинополе 7,02 | 7,06 7/x. | " | | | |
| 167 | | | Предельный допустимый низк. гориз. за октябрь у Нижн. Дубовиков 2,45 . | 2,62 8/x. | " | | | |
| 168 | | | Предельный допустимый низкий горизонт за все время до ледостава в Гостинополе 7,02 | 7,06 7/x. | " | | | |
| 169 | | | Предельный допустимый низкий горизонт за все время до ледостава у Нижн. Дубовиков 2,45 . . | 2,58 24, 29/ix. | " | | | |
| 170 | | | Наиболее вероятный низкий горизонт за сентябрь у Нижн. Дубовиков 2,57 . | 2,58 | " | | | |
| 171 | | | Наиболее вероятный низкий горизонт за октябрь у Нижн. Дубовиков 2,57 . . | 2,62 | " | | | |
| 172 | | | Наиболее вероятный низкий горизонт за все время своб. ото льда у Нижн. Дубовиков 2,57 | 2,58 | " | | | |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
|-----------|------------|----------------|---|--|--|---------------------------------|-------------|--|
| № по пор. | № рапорта. | Месяц и число. | Текст предсказания. | Действительный ход явления. | Наименование документа, откуда взяты сведения о действительном ходе явления. | Оценка успешности предсказаний. | Примечание. | |
| 173 | 1.052 | 2/x | Возобновление спада в течение I полов. октября не ожидается | На общем фоне небольшого подъема были случаи кратковременного спада на 1—2 сотки. | Тетради со сведениями о состоянии р. Волхова, полученными по телеграфу и телефону. | В. удачн. | | |
| 174 | | | Вероятны колебания уровней около абс. отметок 7,10 для Гостинополья . | С 2 по 15/x колебания от 7,06 до 7,13 саж. | | " | | |
| 175 | | | И 2,60 для Нижн. Дубовиков | С 2 по 15/x колебания от 2,62 до 2,68 саж. | | Удовл. | | |
| 176 | | | С последующим возвратом к указанным величинам: для Гостинополья . . . | 15/x—7,13. | | В. удачн. | | |
| 177 | | | для Нижн. Дубовиков . | 15/x—2,66. | | Удовл. | | |
| 178 | | | Причем отклонения вниз от этих уровней (если такие отклонения произойдут) не должны превышать нескольких соток: | | | | | |
| 179 | | | для Гостинополья . . . | Для Гостинополья отклонения вниз = - 0,04 саж. | | В. удачн. | | |
| | | | для Нижн. Дубовиков | Для Нижн. Дубовиков отклонения вниз = + 0,02 саж. | | " | | |
| 180 | | | Отклонения вверх могут быть значительнее . . . | Для Гостинополья отклонения вверх = + 0,03 саж. | | Удовл. | | |
| | | | | Для Нижн. Дубовиков отклонения вверх = + 0,08 саж. | | " | | |
| 181 | — | 18/x | Возобновл. спада (до конца октября) не ожидается . | Было только кратковременное (на 19—20/x) понижение на 0,01 с. в сутки, с последующим подъемом и незначит. повышением к концу месяца. | Т о ж е. | Удовл. | | |
| 182 | | | Ожидаются колебания горизонтов около абсолютн. отм.: 7,15 у Гостинополья | Амплитуда от 7,13 (20/x) до 7,35 (27—28) | | Неудовл. | | |
| 183 | | | И 2,70 у Нижн. Дубовиков | Амплитуда от 2,68 (18/x) до 2,92 (28). | | Неудовл. | | |
| 184 | | | С возможным незначительным (5—8 соток) отклонением вниз от этих величин: | | | | | |
| 185 | | | для Гостинополья . . . | Для Гостинополья отклонения вниз = - 0,02 саж. | | Т о ж е. | В. удачн. | |
| | | | для Нижн. Дубовиков . | Для Нижн. Дубовиков отклонения вниз = - 0,02 саж. | | | " | |
| 186 | | | и с несколько более значит. отклонениями вверх: | | | | | |
| 187 | | | для Гостинополья . . . | Для Гостинополья отклонения вверх = + 0,20 саж. | | Удовл. | | |
| | | | для Нижн. Дубовиков . | Для Нижн. Дубовиков отклонения вверх = + 0,22 с. | " | | | |
| 188 | 1138 | 1/xi | Новые значительные подъемы воды в течение периода (1—15/xi) мало вероятны | С 1 по 13/xi гор. у Гостинополья поднялся на 0,18 саж. | Т о ж е. | Неудовл. | | |
| 189 | | | К концу периода ожидается возврат к горизонтам 7,15—7,20 у Гостинополья | 15/xi у Гостинополья 7,49 с. | | " | | |
| 190 | | | И соответственно 2,70—2,75 у Нижн. Дубовиков . . | 15/xi у Н. Дубовиков 2,96 с. | | " | | |
| 191 | | | В случае (мало вероятно) возобновления подъема воды в крупном масштабе предельный допустимый подъем воды в течение периода: | | | | | |
| 192 | | | у Гостинополья 7,50 . . | 13—15/xi наивысш. гориз. периода = 7,49 саж. | | Удовл. | | |
| 193 | | | у Нижн. Дубовиков 3,50 | 13—15/xi наивысш. гориз. периода = 2,98 саж. | | " | | |
| 194 | | | Подтверждается вероятность весьма крупных зажоров | Зажор на 0,90 выше зазора 1922—23 г. | | В. удачн. | | |
| 195 | | | (но не ранее декабря) . . . | До декабря зажоров не было. | | Удовл. | | |
| 196 | | | С подъемом воды у Н. Дубовиков до абс. отметки 4,50 | Фактич. 4,30. | | В. удачн. | | |
| 197 | | | Ледостав ожидается не ранее конца ноября, вероятно в первой трети декабря . . | Ледостава в ноябре еще не было нигде; 4—10/xi ледостав выше Гостинополья; с 5/xi у Волхово; на нижнем участке—20—22/xi. | | Удовл. | | |

**Сводная таблица успешности
предсказаний.**

Успешность гидрологических предсказаний для Волховстроя

по основным группам предсказаний и по отдельным явлениям.

| | 1а | | 1б | | 2а | | 2б | | 3а | | 3б | | 4 | | 5а | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|----|-----|---|---|-----|-----|----|-----|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | | | | | | | | | | | | | | | | |
| I А | В с е х | | | | | | | | | | | | | | | | 11 | — | 11 | — | 16 | — | 1 | — | 14 | — | — | — | 6 | — | 18 | — |
| | Условных | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | — | 2 | — | 2 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | 1 | — | 0 | — |
| | Остальных | | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 100 | 9 | 100 | 14 | 100 | 1 | 100 | 14 | 100 | — | — | 5 | 100 | 18 | 100 |
| | Весьма удачных | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 20 | 1 | 11 | 11 | 79 | 0 | 0 | 4 | 29 | — | — | 1 | 20 | 12 | 67 |
| Удовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 70 | 7 | 78 | 3 | 21 | 0 | 0 | 10 | 71 | — | — | 3 | 60 | 6 | 33 | |
| Неудовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 10 | 1 | 11 | 0 | 0 | 1 | 100 | 0 | 0 | — | — | 1 | 20 | 0 | 0 | |
| I Ба | В с е х | | | | | | | | | | | | | | | | 30 | — | 29 | — | 1 | — | 2 | — | 8 | — | — | — | — | — | 1 | — |
| | Условных | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | — | — | — | — | 0 | — |
| | Остальных | | | | | | | | | | | | | | | | 29 | 100 | 29 | 100 | 1 | 100 | 2 | 100 | 8 | 100 | — | — | — | — | 1 | 100 |
| | Весьма удачных | | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 14 | 10 | 35 | 1 | 100 | 1 | 50 | 3 | 38 | — | — | — | — | 1 | 100 |
| Удовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 18 | 62 | 16 | 55 | 0 | 0 | 1 | 50 | 5 | 62 | — | — | — | — | 0 | 0 | |
| Неудовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 7 | 24 | 3 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | — | — | 0 | 0 | |
| I Бб | В с е х | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | — | 24 | — | 14 | — | 6 | — | 13 | — | — | — | 2 | — | 3 | — |
| | Условных | | | | | | | | | | | | | | | | 3 | — | 7 | — | 1 | — | 4 | — | 1 | — | — | — | 2 | — | 0 | — |
| | Остальных | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 100 | 17 | 100 | 13 | 100 | 2 | 100 | 12 | 100 | — | — | 0 | — | 3 | 100 |
| | Весьма удачных | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 6 | 35 | 8 | 62 | 0 | 0 | 5 | 42 | — | — | — | — | 3 | 100 |
| Удовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 100 | 7 | 41 | 5 | 38 | 0 | 0 | 7 | 58 | — | — | — | — | 0 | 0 | |
| Неудовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 4 | 24 | 0 | 0 | 2 | 100 | 0 | 0 | — | — | — | — | 0 | 0 | |
| I В | В с е х | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | — | 4 | — | 18 | — | 2 | — | 15 | — | — | — | 2 | — | 2 | — |
| | Условных | | | | | | | | | | | | | | | | 0 | — | 0 | — | 4 | — | 2 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | 0 | — |
| | Остальных | | | | | | | | | | | | | | | | 9 | 100 | 4 | 100 | 14 | 100 | 0 | 100 | 15 | 100 | — | — | 2 | 100 | 2 | 100 |
| | Весьма удачных | | | | | | | | | | | | | | | | 5 | 56 | 0 | 0 | 2 | 14 | — | — | 6 | 40 | — | — | 0 | 0 | 1 | 50 |
| Удовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 22 | 2 | 50 | 12 | 86 | — | — | 5 | 33 | — | — | 2 | 100 | 1 | 50 | |
| Неудовлетворительных | | | | | | | | | | | | | | | | 2 | 22 | 2 | 50 | 0 | 0 | — | — | 4 | 27 | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| | | | | | | | | | | | | | | 5б | | 5в | | 6а | | 6б | | 6в | | 6г | | 7а | | 7б | | 8а | | 8б | | 9а | | 9б | | В С Е Г О. | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------------|-----|-----|-------|
| | | | | | | | | | | | | | | Абс. | % | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 59 | — | 1 | — | 10 | — | 2 | — | 27 | — | — | — | 10 | — | 21 | — | 6 | — | 18 | — | 7 | — | 1 | — | — | — | 238 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | — | 0 | — | 1 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | 2 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | 9 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 59 | 100 | 1 | 100 | 9 | 100 | 2 | 100 | 26 | 100 | — | — | 10 | 100 | 21 | 100 | 6 | 100 | 16 | 100 | 7 | 100 | 1 | 100 | — | — | 229 | 100%. |
| | | | | | | | | | | | | | | 41 | 69 | 0 | 0 | 1 | 11 | 0 | 0 | 10 | 39 | — | — | 3 | 30 | 6 | 29 | 2 | 33 | 6 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 44% |
| | | | | | | | | | | | | | | 18 | 31 | 1 | 100 | 8 | 39 | 2 | 100 | 16 | 61 | — | — | 3 | 30 | 9 | 43 | 4 | 67 | 7 | 44 | 3 | 43 | 1 | 100 | 108 | 47% | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | 4 | 40 | 6 | 28 | 0 | 0 | 3 | 19 | 4 | 57 | 0 | 0 | 21 | 9% | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 5 | — | — | — | 25 | — | 2 | — | 36 | — | 2 | — | — | — | 3 | — | 12 | — | 16 | — | 15 | — | 15 | — | 4 | — | 206 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | — | — | — | 1 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 4 | — | 1 | — | 0 | — | 2 | — | 9 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 5 | 100 | — | — | 24 | 100 | 2 | 100 | 36 | 100 | 2 | 100 | — | — | 3 | 100 | 12 | 100 | 12 | 100 | 14 | 100 | 15 | 100 | 2 | 100 | 197 | 100%. |
| | | | | | | | | | | | | | | 3 | 60 | — | — | 0 | 0 | 1 | 50 | 17 | 47 | 0 | 0 | — | — | 2 | 67 | 5 | 42 | 0 | 0 | 5 | 36 | 2 | 13 | 2 | 100 | 57 | 29% |
| | | | | | | | | | | | | | | 2 | 40 | — | — | 18 | 75 | 1 | 50 | 15 | 42 | 2 | 100 | — | — | 1 | 33 | 5 | 41 | 10 | 83 | 7 | 50 | 10 | 67 | 0 | 0 | 111 | 56% |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | — | — | 6 | 25 | 0 | 0 | 4 | 11 | 0 | 0 | — | — | 0 | 0 | 2 | 17 | 2 | 17 | 2 | 14 | 3 | 20 | 0 | 0 | 29 | 15% |
| | | | | | | | | | | | | | | 5 | — | — | — | 3 | — | 1 | — | 2 | — | — | — | — | — | 1 | — | 2 | — | 8 | — | 13 | — | 27 | — | 5 | — | 134 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | 2 | — | 6 | — | 1 | — | 27 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 5 | 100 | — | — | 3 | 100 | 1 | 100 | 2 | 100 | — | — | — | — | 1 | 100 | 2 | 100 | 8 | 100 | 11 | 100 | 21 | 100 | 4 | 100 | 107 | 100%. |
| | | | | | | | | | | | | | | 3 | 60 | — | — | 1 | 33 | 0 | 0 | 1 | 50 | — | — | — | — | 1 | 100 | 2 | 100 | 2 | 25 | 2 | 18 | 9 | 43 | 2 | 50 | 45 | 42% |
| | | | | | | | | | | | | | | 2 | 40 | — | — | 2 | 67 | 1 | 100 | 1 | 50 | — | — | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 62 | 9 | 82 | 8 | 38 | 2 | 50 | 51 | 48% |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 0 | 0 | 4 | 19 | 0 | 0 | 11 | 10% |
| | | | | | | | | | | | | | | 11 | — | 1 | — | 8 | — | — | — | 11 | — | — | — | — | — | 1 | — | 1 | — | 10 | — | 3 | — | 9 | — | 8 | — | 115 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | — | — | — | — | 1 | — | 0 | — | 0 | — | 1 | — | 1 | — | 6 | — | 15 | |
| | | | | | | | | | | | | | | 11 | 100 | 1 | 100 | 8 | 100 | — | — | 11 | 100 | — | — | — | — | 0 | — | 1 | 100 | 10 | 100 | 2 | 100 | 8 | 100 | 2 | 100 | 100 | 100%. |
| | | | | | | | | | | | | | | 8 | 73 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | 0 | 0 | — | — | — | — | 1 | 100 | 3 | 30 | 1 | 50 | 2 | 25 | 0 | 0 | 29 | 29% | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 3 | 27 | 1 | 100 | 7 | 87 | — | — | 10 | 91 | — | — | — | — | 0 | 0 | 5 | 50 | 1 | 50 | 1 | 13 | 1 | 50 | 53 | 53% | | |
| | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | — | — | 1 | 9 | — | — | — | — | 0 | 0 | 2 | 20 | 0 | 0 | 5 | 62 | 1 | 50 | 18 | 18% | | |

| | 1а | | 1б | | 2а | | 2б | | 3а | | 3б | | 4 | | 5а | |
|---|--------------------------------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|-----|
| | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % |
| I | Всех | 5 | — | 1 | — | 3 | — | — | — | 4 | — | — | — | — | 7 | — |
| | Условных | 2 | — | 1 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | — | — | — | 0 | — |
| Г | Остальных | 3 | 100 | 0 | — | 3 | 100 | — | — | 4 | 100 | — | — | — | 7 | 100 |
| | Весьма удачных | 0 | 0 | — | — | 1 | 33 | — | — | 0 | 0 | — | — | — | 0 | 0 |
| | Удовлетворительных | 1 | 33 | — | — | 2 | 67 | — | — | 3 | 75 | — | — | — | 7 | 100 |
| | Неудовлетворительных | 2 | 67 | — | — | 0 | 0 | — | — | 1 | 25 | — | — | — | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|---|-----|----|-----|---|---|---|-----|---|---|---|-----|---|----|-----|
| IIА | Всех | 4 | — | 14 | — | 4 | — | 1 | — | 1 | — | 6 | — | — | 17 | — |
| | Условных | 2 | — | 4 | — | 4 | — | 0 | — | 1 | — | 0 | — | — | 0 | — |
| IIБ | Остальных | 2 | 100 | 10 | 100 | 0 | — | 1 | 100 | 0 | — | 6 | 100 | — | 17 | 100 |
| | Весьма удачных | 2 | 100 | 5 | 50 | — | — | 0 | 0 | — | — | 2 | 33 | — | 11 | 65 |
| | Удовлетворительных | 0 | 0 | 4 | 40 | — | — | 1 | 100 | — | — | 1 | 17 | — | 6 | 35 |
| | Неудовлетворительных | 0 | 0 | 1 | 10 | — | — | 0 | 0 | — | — | 3 | 50 | — | 0 | 0 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------|----|-----|----|-----|---|---|---|-----|---|---|----|-----|---|---|-----|
| IIIБ | Всех | 24 | — | 68 | — | — | — | 9 | — | — | — | 18 | — | — | 3 | — |
| | Условных | 20 | — | 16 | — | — | — | 3 | — | — | — | 0 | — | — | 0 | — |
| IIIБ | Остальных | 4 | 100 | 52 | 100 | — | — | 6 | 100 | — | — | 18 | 100 | — | 3 | 100 |
| | Весьма удачных | 0 | 0 | 19 | 37 | — | — | 3 | 50 | — | — | 5 | 28 | — | 3 | 100 |
| | Удовлетворительных | 2 | 50 | 24 | 46 | — | — | 2 | 33 | — | — | 11 | 61 | — | 0 | 0 |
| | Неудовлетворительных | 2 | 50 | 9 | 17 | — | — | 1 | 17 | — | — | 2 | 11 | — | 0 | 0 |

У С Л О В Н Ы Е о б о з н а ч е н и я :

Римская цифра I—категория важнейших („планирующих“) предсказаний.

Римская цифра II—категория текущих предсказаний.

Группы предсказаний: IA—планирующие основные, IBA—долгосрочные дополнения и правки к основным планирующим предсказаниям, IB—предварительные планирующие IIБ—текущие краткосрочные предсказания.

Предсказания по отдельным явлениям: 1а—наивысший горизонт воды во время осенних затоплений, 1б—наивысший горизонт воды во время весенних затоплений, 2а—наивысший горизонт воды во время весеннего затопления, 2б—опасные моменты весенних затоплений, 3а—летние расходы, 3б—летние расходы при свободном русле, 4—осенние расходы при явлениях ледяного режима, 5а—летние расходы при явлениях ледяного режима, 5б—летние расходы при явлениях ледяного режима, 6а—осенние расходы при явлениях ледяного режима, 6б—осенние расходы при явлениях ледяного режима, 6в—осенние расходы при явлениях ледяного режима, 7а—зимние расходы, 7б—зимние горизонты (кроме наивысших загорных), 8а—сроки ледоопасности, 9а—сроки вскрытия, 9б—различные явления вскрытия.

Цифры, отпечатанные жирным шрифтом—общее число случаев предсказаний.

Цифры, отпечатанные обычным шрифтом—число случаев в процентах всего

| | | 5б | | 5в | | 6а | | 6б | | 6в | | 6г | | 7а | | 7б | | 8а | | 8б | | 9а | | 9б | | В С Е Г О. | |
|---|--------------------------------|------|-----|------|---|------|-----|------|-----|------|-----|------|---|------|-----|------|-----|------|-----|------|---|------|-----|------|---|------------|----------------|
| | | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | Абс. | % | | |
| I | Всех | 30 | — | — | — | 10 | — | 4 | — | 10 | — | — | — | 17 | — | 18 | — | 2 | — | — | — | 2 | — | 2 | — | 115 | |
| | Условных | 14 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | — | — | 0 | — | 2 | — | 19 | |
| Г | Остальных | 16 | 100 | — | — | 10 | 100 | 4 | 100 | 10 | 100 | — | — | 17 | 100 | 18 | 100 | 2 | 100 | — | — | 2 | 100 | 0 | — | 96 | 100% |
| | Весьма удачных | 1 | 6 | — | — | 1 | 10 | 0 | 0 | 4 | 40 | — | — | 2 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | — | — | 1 | 50 | — | — | 10 | 10% |
| | Удовлетворительных | 8 | 50 | — | — | 6 | 60 | 3 | 75 | 6 | 60 | — | — | 8 | 47 | 1 | 6 | 2 | 100 | — | — | 1 | 50 | — | — | 48 | 50% |
| | Неудовлетворительных | 7 | 44 | — | — | 3 | 30 | 1 | 25 | 0 | 0 | — | — | 7 | 41 | 17 | 94 | 0 | 0 | — | — | 0 | 0 | — | — | 38 | 40% неудачных. |

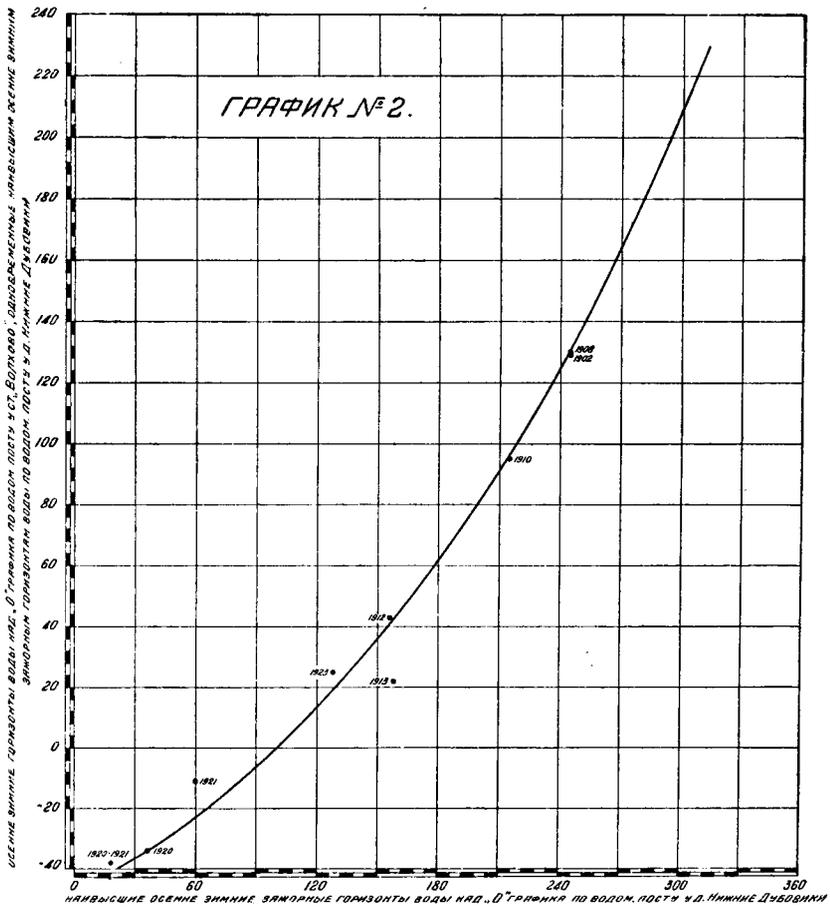
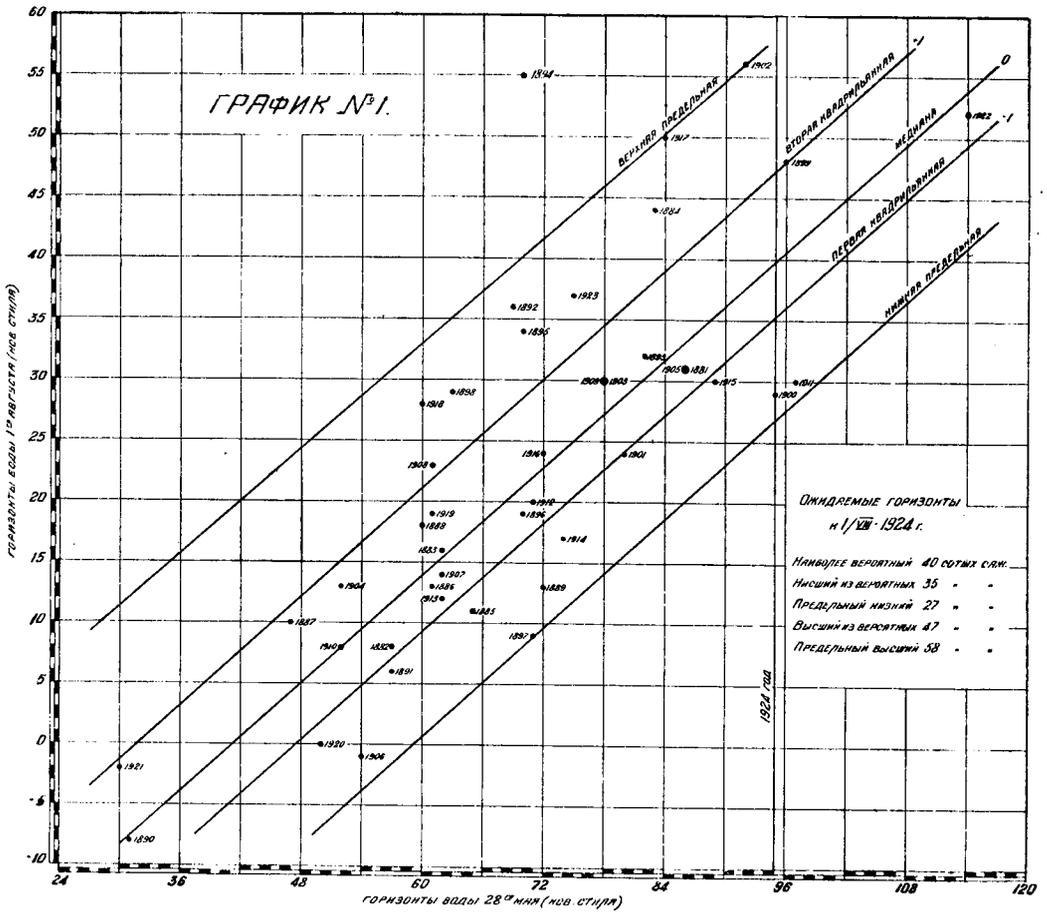
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|--------------------------------|----|-----|---|---|---|-----|---|-----|----|-----|---|-----|----|-----|----|-----|---|-----|---|---|---|---|---|---|-----|---------------|
| IIА | Всех | 52 | — | — | — | 3 | — | 1 | — | 25 | — | 1 | — | 13 | — | 97 | — | 2 | — | 3 | — | — | — | — | — | 244 | |
| | Условных | 5 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 1 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | 0 | — | 3 | — | — | — | — | — | 20 | |
| IIБ | Остальных | 47 | 100 | — | — | 3 | 100 | 1 | 100 | 24 | 100 | 1 | 100 | 13 | 100 | 97 | 100 | 2 | 100 | 0 | — | — | — | — | — | 224 | 100% |
| | Весьма удачных | 23 | 49 | — | — | 3 | 100 | 1 | 100 | 8 | 33 | 1 | 100 | 5 | 38 | 35 | 36 | 2 | 100 | — | — | — | — | — | — | 98 | 44% |
| | Удовлетворительных | 21 | 45 | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 | 46 | 0 | 0 | 6 | 46 | 68 | 60 | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | 108 | 48% |
| | Неудовлетворительных | 3 | 6 | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 21 | 0 | 0 | 2 | 16 | 4 | 4 | 0 | 0 | — | — | — | — | — | — | 18 | 8% неудачных. |

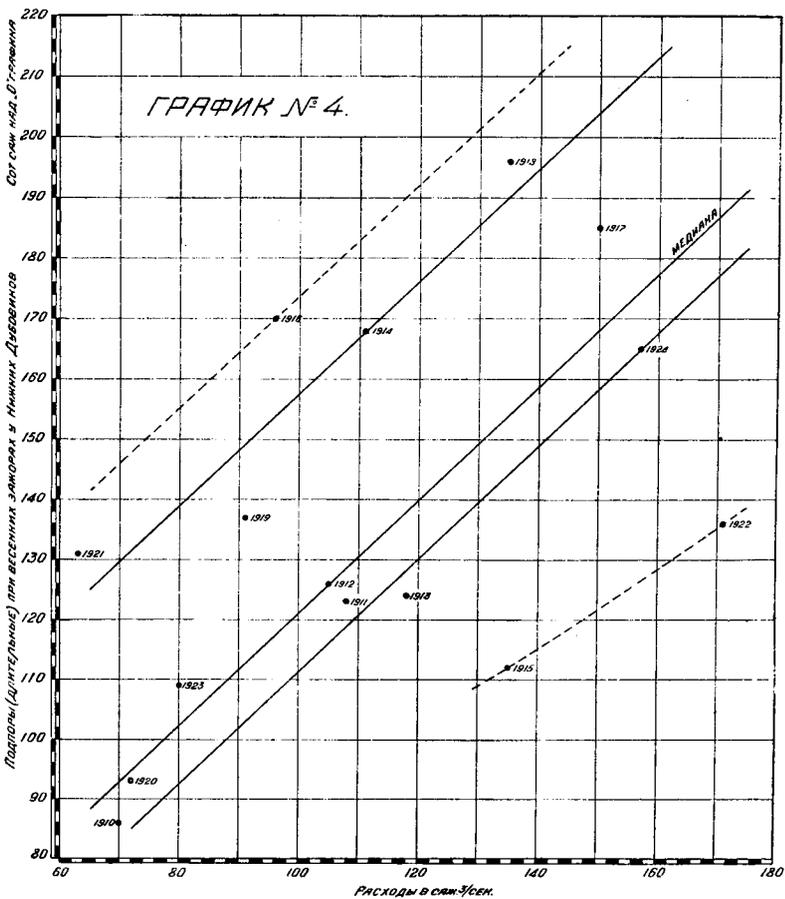
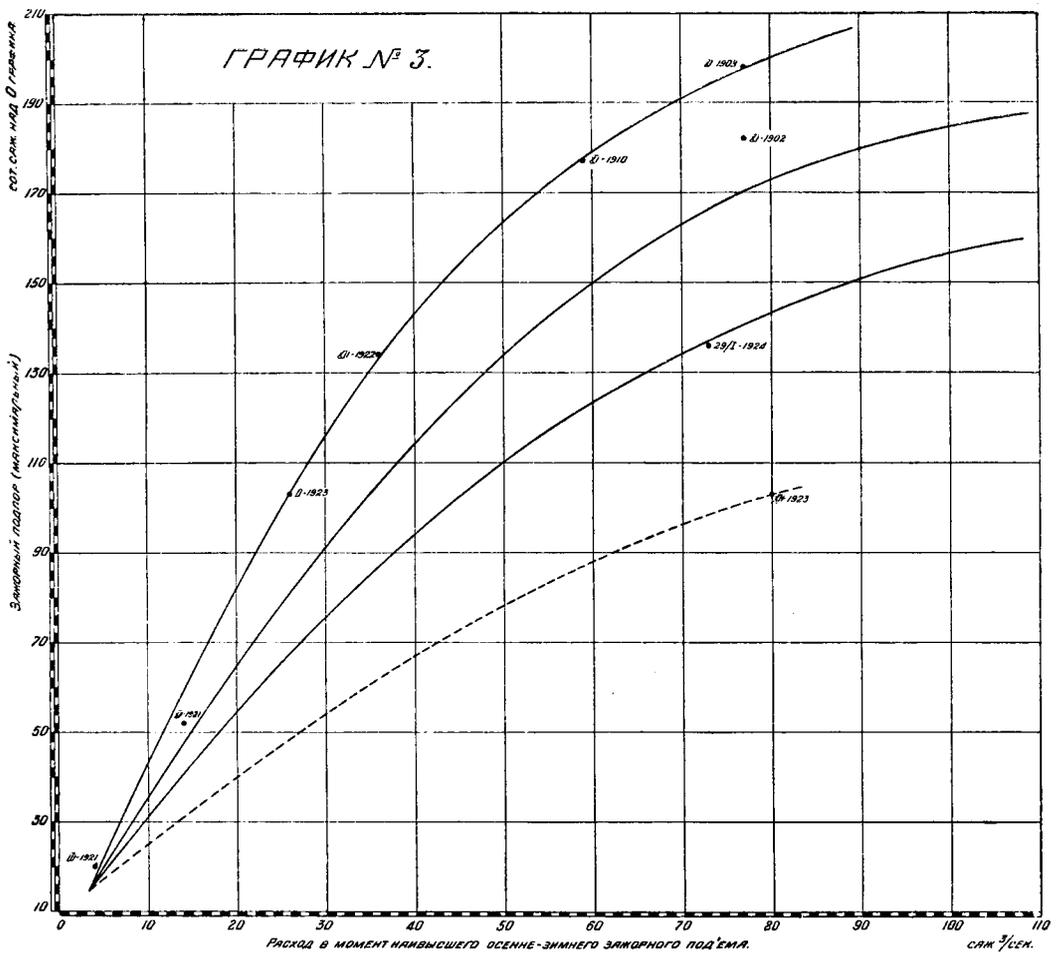
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------|--------------------------------|----|-----|---|---|---|-----|---|-----|----|-----|---|---|---|-----|----|-----|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|-----|----------------|
| IIIБ | Всех | 25 | — | — | — | 3 | — | 1 | — | 36 | — | — | — | 4 | — | 82 | — | 2 | — | 8 | — | 6 | — | 1 | — | 290 | |
| | Условных | 3 | — | — | — | 0 | — | 0 | — | 1 | — | — | — | 0 | — | 13 | — | 0 | — | 1 | — | 5 | — | 0 | — | 62 | |
| IIIБ | Остальных | 22 | 100 | — | — | 3 | 100 | 1 | 100 | 35 | 100 | — | — | 4 | 100 | 69 | 100 | 2 | 100 | 7 | 100 | 1 | 100 | 1 | 100 | 228 | 100% |
| | Весьма удачных | 11 | 50 | — | — | 1 | 33 | 1 | 100 | 16 | 46 | — | — | 1 | 25 | 21 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 | 35% |
| | Удовлетворительных | 9 | 41 | — | — | 2 | 67 | 0 | 0 | 17 | 48 | — | — | 3 | 75 | 38 | 55 | 1 | 50 | 7 | 100 | 1 | 100 | 1 | 100 | 118 | 52% |
| | Неудовлетворительных | 2 | 9 | — | — | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | — | — | 0 | 0 | 10 | 15 | 1 | 50 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29 | 13% неудачных. |

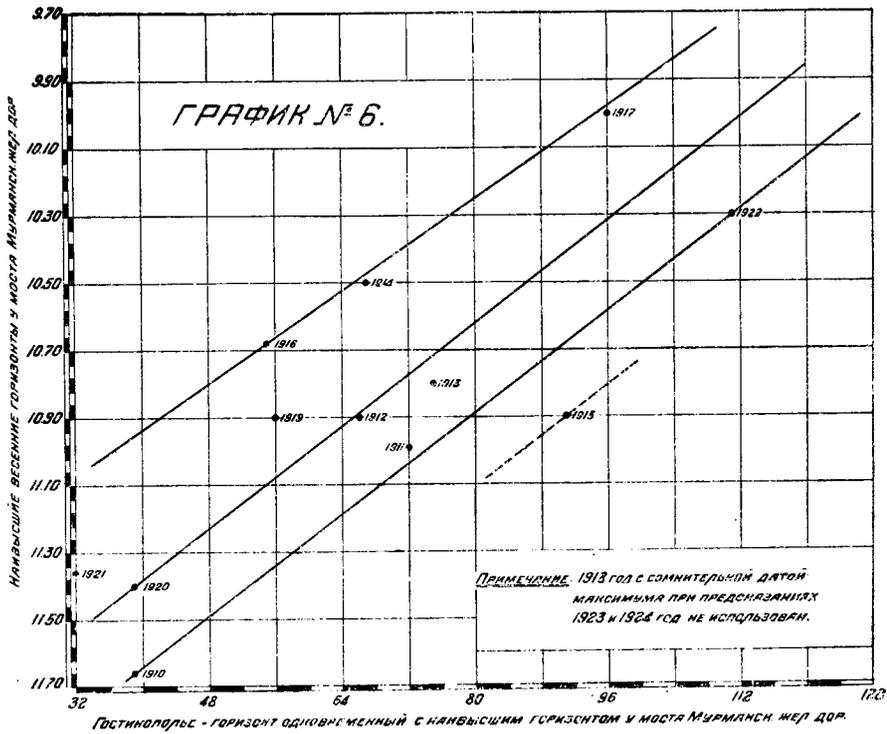
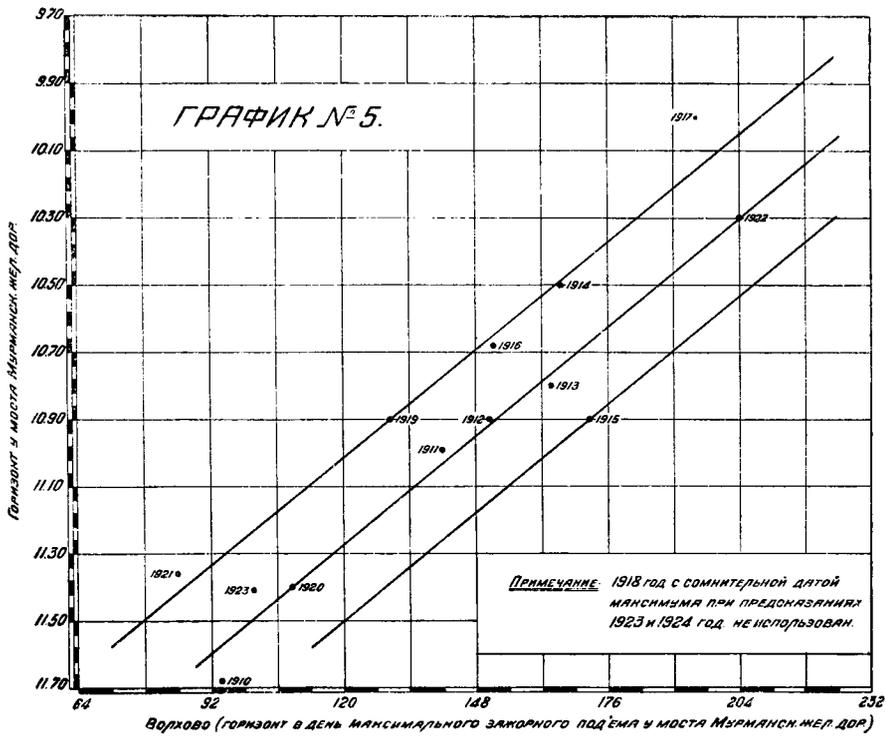
поправки к основным планирующим предсказаниям, IБб—краткосрочные дополнения и поправки к основным планирующим предсказаниям, IГ—преждевременные предсказания, IIА—текущие долгосрочные предсказания, IIБ—текущие краткосрочные предсказания.

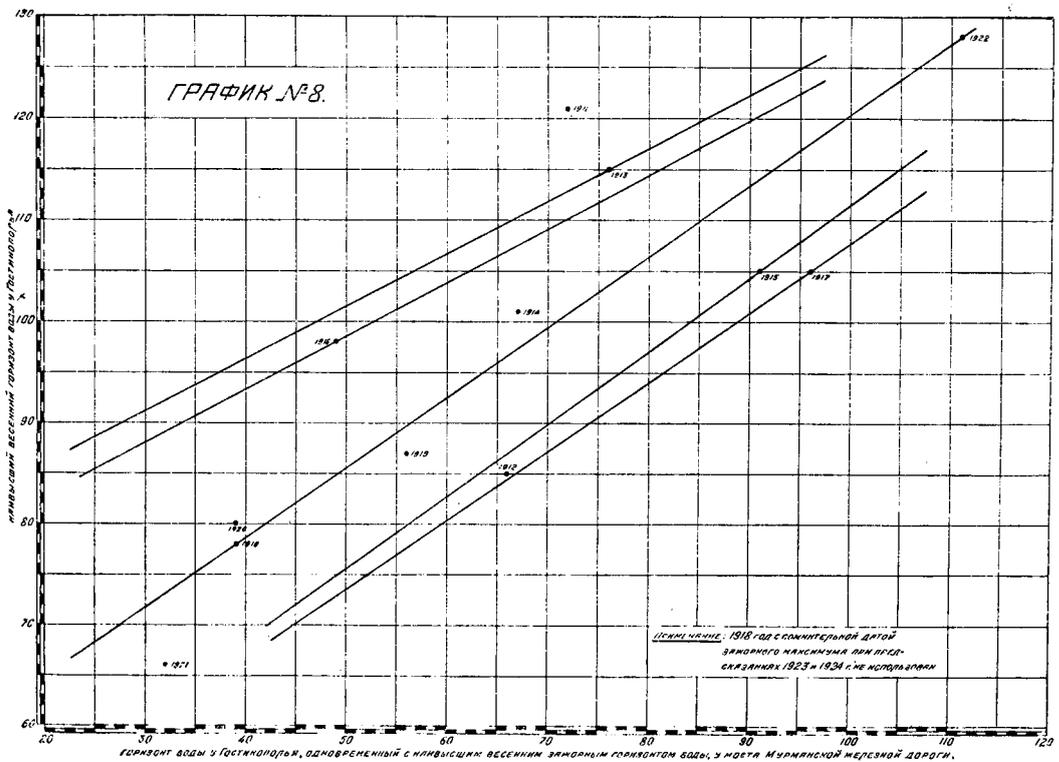
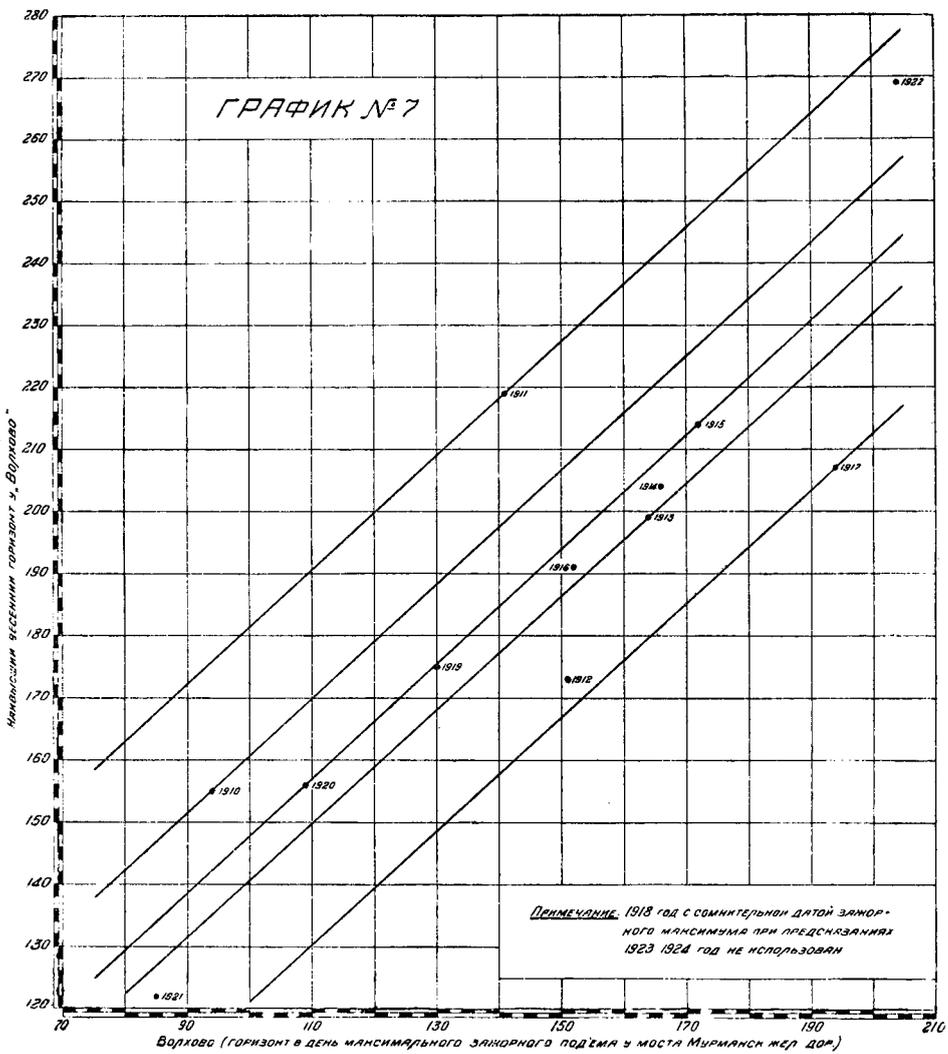
и зимних ледяных затоплений, Iб—опасные моменты осенних и зимних затоплений, 2а—наивысший горизонт воды во время весеннего половодья, 3б—ход весеннего половодья до начала спада, 4—расход горизонты, 5в—время наступления летом определенных расходов, 6а—осенние расходы при зонтах, 6г—сроки наступления осенних расходов и горизонтов определенной величины, става, 8б—различные явления замерзания и зимнего режима, не представляющие особой

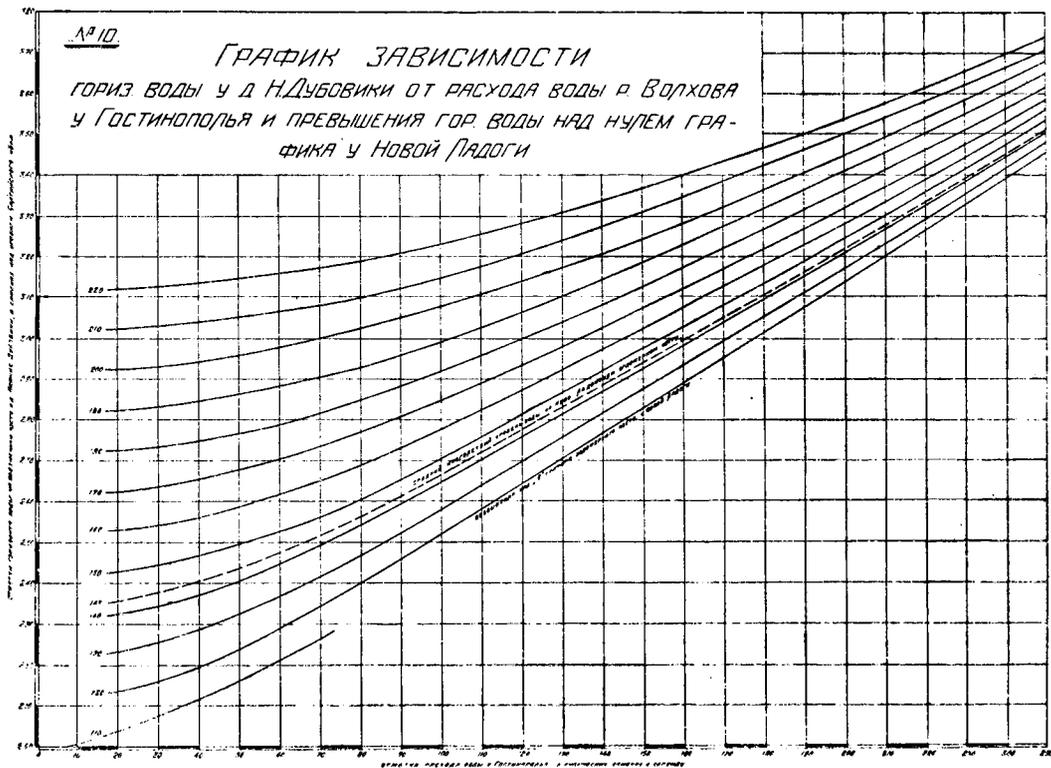
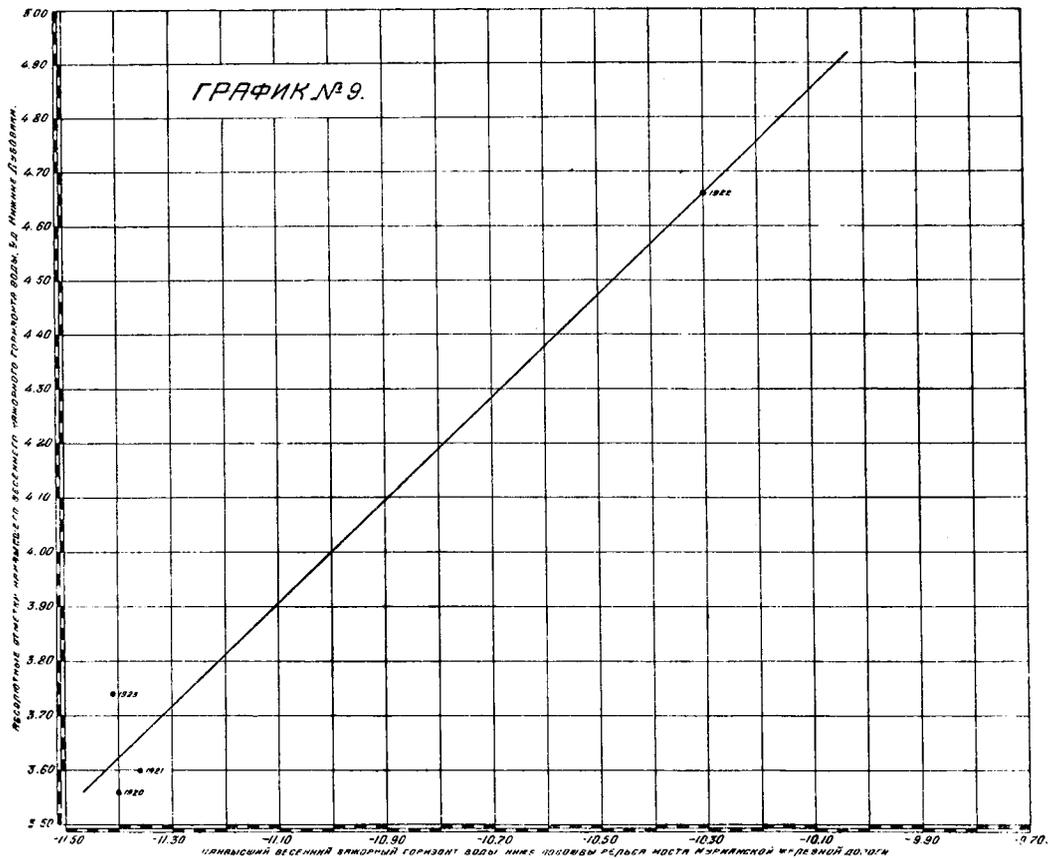
числа случаев по данной группе.











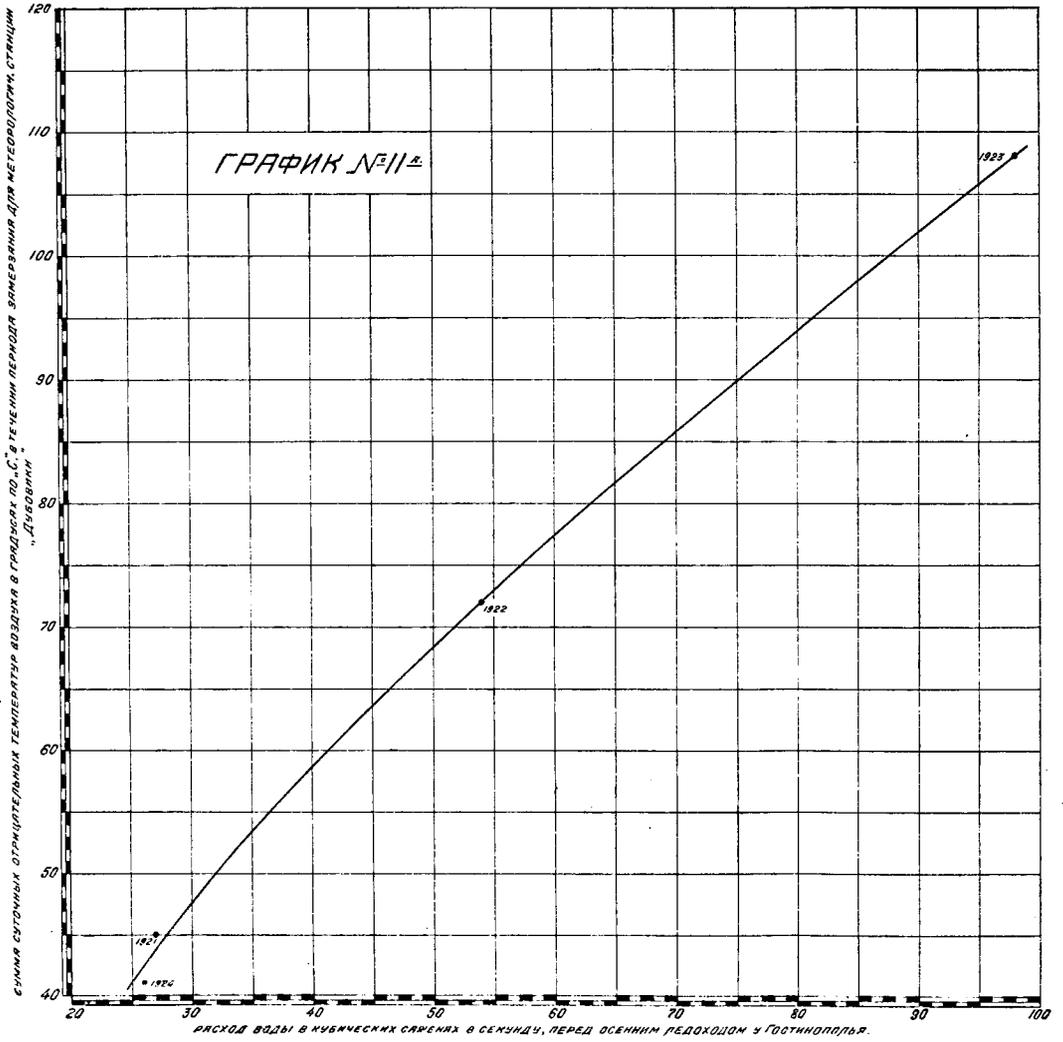
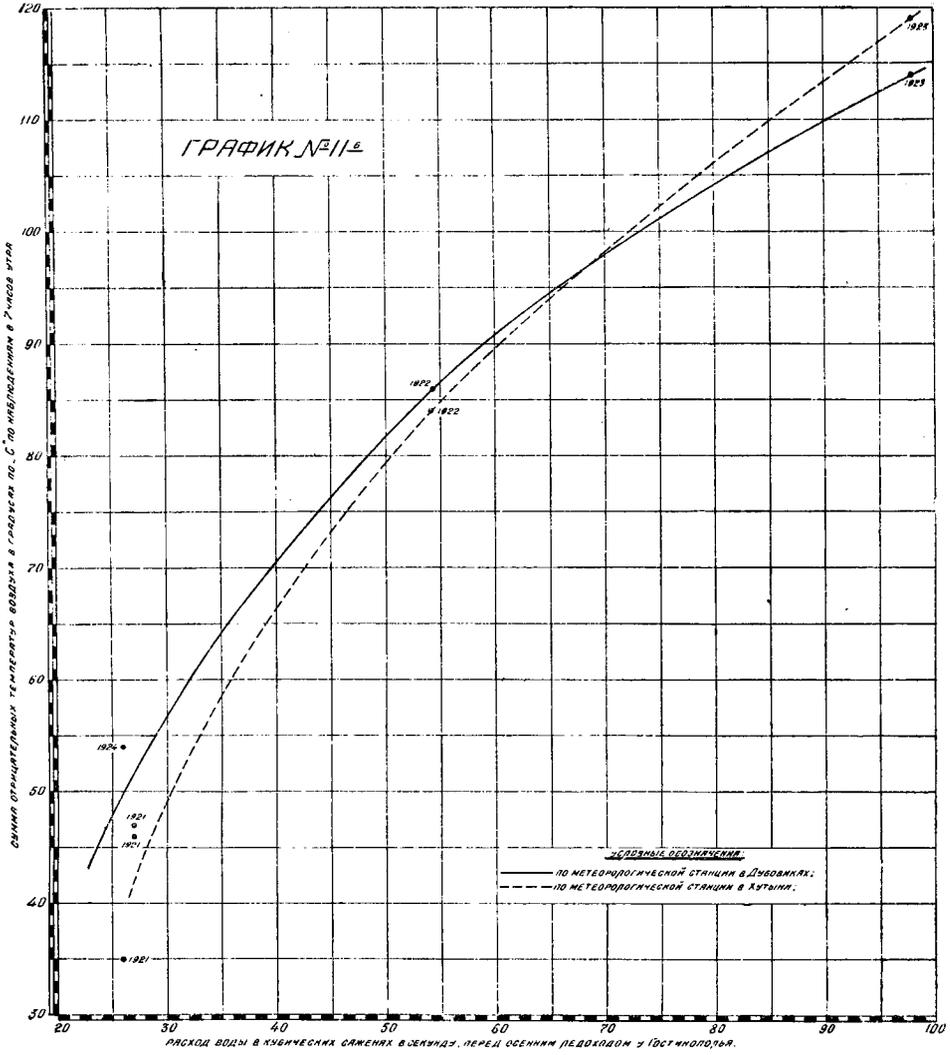


ГРАФИК №11Е



О Г Л А В Л Е Н И Е

(к статье В. Н. Лебедева).

| | стр. |
|--|-----------|
| Предисловие | 3 |
| Оглавление | 105 |
| I. Введение | 7 |
| 1. Гидрологические предсказания до создания специальной службы оповещений | 7 |
| Работа Гидрологического Института. Работа А. М. Рундо. | |
| 2. Организация Службы Оповещений и полученные ею задания | 8 |
| Приказ 9/xii 1922 г. Основное задание и определяемый им характер работ по предсказаниям. | |
| Две основные группы работ Службы Оповещений. | |
| 3. Материалы, использованные при составлении предсказаний . | 10 |
| Обработанные наблюдения прежних лет. Материалы новых постов района сооружений. Старые наблюдения на притоках Ильменя. Дополнительные разрозненные данные. Материалы, собранные по заданиям автора. Материалы, собранные автором. Посты, устроенные за время существования Службы Оповещений и использованные для предсказаний. Порядок получения сведений. Записка А. М. Рундо. Значение для предсказаний исследовательских работ Службы Оповещений на местах. Метеорологическая сеть в бассейне р. Волхова и возможности ее использования для предсказаний. Использование материалов Гидрологического Института. Научный контакт с Обсерваторией. | |
| II. Методы гидрологических предсказаний | 14 |
| 1. Основа предсказаний — инерция гидрологических и синоптических явлений | 14 |
| Гидрологическая инерция. Синоптическая инерция. | |

2. Предсказания горизонтов и расходов воды при свободном
русле во время весеннего спада, летом и осенью 15
 Непригодность прежних методов. Метод предсказаний по
данным одного пункта. Обработка графиков зависимости.
Включение в графическую обработку данных Обсерватории.
Определение вероятных и предельных ошибок предсказания.
Периоды и сезоны, дающие лучшие и худшие результаты.
Переход к расходам воды. Перечень постов, к которым применялся метод.
Замечания относительно применения метода к Гостиннопольскому посту.
Пример предсказания горизонта и расхода для Гостиннопольского поста.
Применение метода к Новой Ладогге и Шлиссельбургу.
Предсказания горизонтов для постов нижнего бьефа сооружения.
Причины, определяющие горизонты нижнего бьефа.
Предсказания горизонтов нижнего бьефа в 1923 г.
Вывод формулы для расчета горизонтов у Нижних Дубовиков
по расходу воды и горизонту у Новой Ладогги.
Пример применения этой формулы. Способ построения абаки
для расчета горизонта у Нижних Дубовиков по ожидаемому
расходу и ожидаемому горизонту у Новой Ладогги.
Пример предсказания по этой абаке. Получение горизонтов
у Силовой Станции и Октябрьского по горизонтам Нижних
Дубовиков.
Искусственные приемы для предсказания горизонтов
свободного русла на очень большой срок вперед.
3. Предсказания незажорных горизонтов и расходов воды на
зимнее время 26
 Предсказания зимних горизонтов и расходов после установления
ледяного режима. Предсказания зимних расходов, составляемые
до ледостава.
Предсказания зимних горизонтов у Новой Ладогги.
4. Предсказания расходов воды на период осеннего ледостава . 28
 Трудности предсказания. Предлагаемый выход.
5. Предсказания зажорных горизонтов осени и зимы 29
 Сложность и разнообразие зажорного режима р. Волхова.
Зажорный режим выше Гостиннополя. Зажорный режим у
Гостиннополя. Зажорный режим у Вельсов, мызы Моллера,
Валима и Халтурино. Причины образования ледяных зажоров
на нижнем участке р. Волхова, в частности, в районе
сооружений. Расход воды, как основной фактор наивысшего
зажорного подъема. Первоначальный график

зависимости осенне-зимних зажорных горизонтов у Нижних Дубовиков от одновременного горизонта у Волхово, соответствующего определенному расходу у Гостинополя. Понятие о «зажорном подпоре» и расчет зажорных подпоров у Нижних Дубовиков. Построение графиков зависимости зажорных подпоров у Нижних Дубовиков от расходов. Переход от зажорных осенне-зимних горизонтов у Нижних Дубовиков к таковым же горизонтам в районе сооружений.

Искажение осенне-зимнего зажорного режима сооружением. Возможность введения поправок за искусственный режим.

Предсказание величины расхода в момент наивысшего осенне-зимнего зажорного подъема.

Учет влияния ожидаемой погоды на размер осенне-зимних зажорных подъемов.

Вопрос об опасных периодах развития осенне-зимних зажоров.

Характеристика зажорных процессов зимою 1925—1926 года.

Пример расчета наибольшей высоты осенне-зимнего зажора.

6. Предсказания наивысших весенних горизонтов и расходов воды при свободном русле 39

Метод и формула для предсказаний размера весеннего половодья, применявшиеся автором при работах Бюро Гидрологических Предсказаний Российского Гидрологического Института. Вероятная и предельная ошибка этого метода.

Применение метода к р. Волхову. Дополнения к методу. Видоизменение метода при предсказаниях на весну 1926 года.

Применение метода к Гостинопольскому посту, к посту у станции Волхово. Особые трудности при предсказании наивысших весенних горизонтов и расходов воды у Новгорода. Применение метода к посту у Новой Ладоги.

Различные варианты для расчета наивысших весенних горизонтов свободного русла для нижнего бьефа сооружения; последовательность работ при этом расчете. Пример предсказания размера весеннего половодья реки Волхова.

7. Предсказания наивысших горизонтов во время весеннего затора льда и ледохода (52—60) 47

Значение весенних ледяных заторов для сооружения. Недостаток материала. Две группы факторов, определяющие наивысший весенний зажорный горизонт у Нижних Дубовиков.

Факторы, определяющие теоретический горизонт свободного русла у Нижних Дубовиков в день наивысшего весеннего зажорного подъема: расход воды, одновременный наивысшему зажорному подъему и его предсказание, одновременный зажору горизонт у Новой Ладоги и его предсказание. Различные данные и технические материалы, необходимые для предсказания теоретического горизонта свободного русла в день наивысшего весеннего зажорного подъема. Факторы, определяющие размер зажорного подпора у Нижних Дубовиков в момент наивысшего весеннего зажорного подъема воды. Зависимость весеннего зажорного подпора от одновременного расхода воды, от условий весенней погоды. Попытка определить остаток зимнего зажорного подпора перед ледоходом. Глазомерная оценка остальных факторов. Различные данные и материалы, необходимые для предсказания размера зажорного подпора у Нижних Дубовиков во время весенних заторов.

Упрощенный метод предсказаний весенних зажорных горизонтов у Нижних Дубовиков, применявшийся в 1923 и 1924 г.г.

Расчет наивысших весенних горизонтов у Силовой станции и Ледозащитной стенки по предсказанным весенним зажорным горизонтам у Нижних Дубовиков. Учет влияния сооружения.

Пример предсказания наивысшего весеннего зажорного горизонта.

8. Предсказания секундного притока воды к сооружению в момент наивысшего весеннего зажорного подъема 54
Ссылка на ранее изложенную методику. Способ контроля данных предсказаний.
Пример предсказания секундного притока воды к сооружению в момент наивысшего весеннего зажорного подъема.
9. Предсказания сроков и характера ледостава 55
Предсказания осенней погоды, составлявшиеся Обсерваторией, и их применение к предсказанию сроков ледостава при гидрологических условиях, близких к норме. Введение долгосрочной поправки за значительные отклонения от

нормы гидрологических условий бассейна. Введение поправки за расходы воды для предсказаний сроков ледостава на более короткий срок. Использование наблюдений над температурой воды для краткосрочных предсказаний сроков ледостава. Предсказания характера ожидаемого ледостава.

10. Предсказания сроков вскрытия 57

Невозможность в естественных условиях р. Волхова предсказывать сроки вскрытия для нижнего участка по началу ледохода на верхних постах. Значение предсказаний Обсерватории и их использование. Вопрос об учете толщины льда. Краткосрочные предсказания времени вскрытия по гидрологическим признакам.

11. Общее заключение о методах гидрологических предсказаний для р. Волхова 58

Степень надежности методов в зависимости от степени гидрологической инерции данного явления.
На какие сроки можно давать предсказания для р. Волхова?

III. Результаты предсказаний 61

1. Признаки «успешности» предсказаний 61

Выход явления из указанных ему пределов, как признак неудачи предсказания.

Пределы допустимой ошибки в абсолютной мере.

Признаки для зачисления предсказания в категорию «весьма удачных».

Необходимость выделения группы «условных» предсказаний, указывающих на наличие мало вероятной угрозы, исключение этой группы при подсчете успешности.

2. Общее количество предсказаний и общая успешность предсказаний 64

Общее количество и общая успешность предсказаний.

Исключение группы преждевременных предсказаний и общая успешность без этой группы. Отсутствие непредвиденных опасных явлений. Необходимость детального рассмотрения успешности предсказаний по отдельным группам.

3. Типы предсказаний (по различным признакам) и успешность по основным типам предсказаний 64

Группировка по признаку практической важности предсказаний: состав важнейших («планирующих») предсказаний, характеристика «текущих» предсказаний, успеш-

ность «планирующих» предсказаний, включая преждевременные и без последних, успешность «текущих» предсказаний.

Группировка по срокам предсказаний: успешность долгосрочных предсказаний, включая преждевременные и без них, успешность краткосрочных предсказаний.

Группировка по характеру явлений, подлежащих предсказаниям. Успешность предсказаний наивысших отметок горизонта воды во время осенне-зимних зажоров; искусственный режим, созданный сооружением, как источник отдельных ошибок. Успешность предсказаний времени наступления опасных периодов в развитии осенне-зимних зажоров, источники некоторых ошибок. Успешность предсказаний наивысших отметок воды во время весенних зажоров; причины высокой успешности этой группы. Успешность предсказаний хода явления весенних зажоров; причины неудач. Успешность предсказаний наивысших весенних расходов и наивысших весенних горизонтов свободного русла. Успешность попыток предсказаний хода весеннего половодья до начала спада. Успешность предсказаний расхода воды в момент наивысшего весеннего зажорного подъема. Успешность предсказаний летних расходов воды. Успешность предсказаний летних горизонтов воды. Успешность предсказаний сроков наступления (летом) расходов заданной наперед величины. Успешность предсказаний осенних расходов воды для свободного русла. Успешность предсказаний расходов воды на период замерзания реки. Успешность предсказаний осенних горизонтов свободного русла. Успешность предсказаний сроков наступления (осенью) расходов и горизонтов заданной наперед величины. Успешность предсказаний зимних расходов воды, включая преждевременные предсказания и без них, разбор и объяснение случаев неудачных предсказаний этой группы. Успешность предсказаний зимних горизонтов воды (кроме наивысших зимних зажорных горизонтов), включая преждевременные предсказания и без них, источники ошибок..

Успешность предсказаний сроков ледостава. Успешность предсказаний различных второстепенных явлений замерзания и зимнего режима. Успешность предсказаний сроков вскрытия, причины наименьшей успешности этой группы, предлагаемый выход. Успешность предсказаний различ-

ных второстепенных явлений, сопровождающих вскрытие и весенние зажоры. Общий вывод из сравнения успешности предсказаний по отдельным явлениям жизни реки.

Группировка предсказаний по характеру методического подхода. Характеристика группы «основных предсказаний». Характеристика предсказаний «дополнительных к основным». Характеристика «предварительных предсказаний». Характеристика группы заведомо «преждевременных» предсказаний.

О группировке предсказаний по пунктам наблюдений. Окончательная сводная группировка предсказаний; необходимость естественной группировки по всей сумме признаков, естественные группы предсказаний.

4. Успешность по группе основных планирующих предсказаний . 75

Высокая общая успешность по группе основных планирующих предсказаний. Подгруппы, имеющие успешность 100%. Подгруппы с наименее удачными результатами.

Общая успешность специально по подгруппе высоты подъема воды во время осенне-зимних зажоров. Разбор в отдельности каждого случая основных предсказаний высоты подъема воды во время осенне-зимних зажоров.

Разбор в отдельности каждого случая основных предсказаний высоты воды во время весенних зажоров.

Разбор в отдельности каждого случая основных предсказаний размера весеннего половодья.

Успешность важнейших случаев основных предсказаний горизонтов и расходов воды при свободном русле.

Разбор всех случаев основных предсказаний сроков ледостава.

Замечание о невозможности существенно улучшить долгосрочные предсказания вскрытия р. Волхова гидрологическими методами и предлагаемый выход.

Возможность дальнейших улучшений предсказаний зимних горизонтов и расходов.

Успешность основных предсказаний по отдельным пунктам наблюдений: успешность основных предсказаний расхода у сооружений, успешность основных предсказаний горизонтов у Гостинополя, успешность основных предсказаний горизонтов нижнего бьефа, успешность основных предсказаний горизонтов у Новой Ладоги и Шлиссельбурга, недостаточность этих данных для получения сравнительной картины успешности предсказаний по перечис-

- сленным пунктам, вероятное распределение тех же пунктов по степени надежности предсказаний на основании методических признаков.
5. Успешность долгосрочных дополнений к основным планирующим предсказаниям 83
Общая успешность по группе долгосрочных дополнений, причины несколько меньшей успешности по сравнению с основной группой. Подгруппы, имеющие успешность 100%. Отсутствие особо неудачных по результатам подгрупп. Подгруппы с успешностью несколько меньше средней. Источники ошибок.
 6. Успешность краткосрочных дополнений к основным планирующим предсказаниям 84
Общая успешность по группе краткосрочных дополнений. Подгруппы, имеющие успешность 100% и их решительное преобладание в данной группе.
Пояснения к отдельным неудачным случаям остальных подгрупп.
 7. Успешность по группе предварительных планирующих предсказаний 85
Общая успешность по группе предварительных предсказаний. Подгруппы, имеющие успешность 100%. Успешность по остальным подгруппам. Пояснения к случаям неудачных предсказаний.
 8. Успешность по группе преждевременных планирующих предсказаний 86
Общая незначительная успешность преждевременных предсказаний. Случайная удача по отдельным подгруппам. Подгруппы, наиболее неудачные по результатам.
Группа преждевременных предсказаний, как источник ошибок при суммарных подсчетах.
 9. Успешность по группе текущих долгосрочных предсказаний . 87
Высокая общая успешность текущих долгосрочных предсказаний. Подгруппы, имеющие успешность 100%. Успешность предсказаний по остальным подгруппам.
 10. Успешность по группе текущих краткосрочных предсказаний 87
Общая успешность текущих краткосрочных предсказаний, причины несколько пониженной успешности. Подгруппы, имеющие успешность 100%. Успешность по остальным подгруппам. Пояснения к отдельным случаям.
 11. Источники ошибок предсказаний 88

Распределение неудачных предсказаний по основным группам предсказаний. Три существенных, но устранимых источника ошибок: преждевременное составление некоторых предсказаний, влияние искусственного режима сооружения, неуказание предельных ошибок в тексте предсказания. Недостаточное знание ожидаемых условий погоды. Возможное значение неполноты сведений о гидрологическом режиме р. Волхова.

IV. Заключение 89

Основные методические приемы работ по предсказаниям. Усложнение, комбинирование, индивидуализация этих основных приемов, в зависимости от местных условий и характера заданий.

Соответствие результатов предсказаний поставленной практической цели.

Общие научные результаты работ по предсказаниям. Возможность применения выработанных методов предсказаний к другим рекам СССР, в частности, к рекам, являющимся источниками гидравлической энергии. Необходимые предосторожности при применении описанных методов.



О п и с ь п р и л о ж е н и й.

Табличное приложение № 1 (на 4-х страницах) 93
 Табличное приложение № 2 99
 Оглавление 105—114
 Графики для гидрологических предсказаний (№№ 1—11-а и 11-б)
 (в конце книги).



А. Ю. ЭЛЬСТЕР.

ОПЫТ ПРОГНОЗА РАСХОДОВ р. ВОЛХОВА

ПО СПОСОБУ КОРРЕЛЯЦИИ.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

В последние годы для покрытия потребности промышленности в электрической энергии, у нас, кроме тепловых установок, сооружаются и гидроэлектрические установки на реках.

Тепловые электростанции работают обычно на черном угле (каменный уголь), тогда как на гидростанциях электрическая энергия вырабатывается при помощи белого угля (воды).

Если на тепловой электростанции для выработки потребного количества электрической энергии необходимо заблаговременно запастись вполне определенное количество черного угля, то для гидроэлектрической установки белый уголь заготавливает сама природа, и человек должен только заранее знать, какой запас белого угля заготовит природа, для чего необходимо производить наблюдения над теми явлениями природы, от которых зависит водный режим реки.

Эту задачу выполняют метеорологические станции, на которых производятся наблюдения над осадками, температурой, испарением и др. явлениями.

Чем большее число метеорологических станций обслуживают речной бассейн гидростанции, тем с большей точностью и уверенностью можно предусмотреть, на какую работу воды можно рассчитывать, а, значит, и какое количество электрической энергии выработает гидростанция на предстоящий период.

Способ, при помощи которого, зная количество осадков или расходы воды предшествующего периода, можно за месяц или несколько месяцев вперед предопределить расход воды на каждый месяц,—способ, основанный на теории корреляций К. Пирсона, дает вполне удовлетворительные прогнозы стока.

Применение этого способа для предопределения расходов р. Волхова с целью установления руководящих правил для вычисления предопределяемых расходов р. Волхова на каждый месяц и составляет содержание нижеследующего изложения.

Зависимость расходов в Волховском бассейне от осадков и расходов.

Для определения зависимости между расходами р. Волхова и осадками и расходами был применен способ корреляции. Этот способ дает возможность зависимость между рассматриваемыми элементами выразить численно — коэффициентом.

Коэфф. корреляции R , как известно, заключается между пределами $1 \geq R \geq -1$, и чем ближе по численной величине этот коэфф. к 1, тем большая зависимость существует между рассматриваемыми элементами.

При помощи коэфф. корреляции можно зависимость между взятыми элементами представить в виде следующего линейного уравнения: $Y = ax + b$,

где « Y » и « x » — частные значения элементов.

Из вышеуказанного уравнения, называемого уравнением регрессии, можно определить вероятное частное значение одного элемента, когда частное значение другого элемента известно; из того же уравнения регрессии можно также и заранее предопределить, напр., расход (средний секундный) какого либо месяца, если известно соответствующее количество осадков или расход предшествующего периода.

Таким образом способ корреляции К. Пирсона дает возможность при помощи уравнения регрессии предопределить в целях прогноза и для р. Волхова на каждый месяц расход (средний секундный), если известно соответствующее количество осадков или расход предшествующего периода.

Для предопределения расходов (средних секундных) на каждый месяц для р. Волхова как по соответствующим суммам осадков,

так и по расходам предшествующего периода, предварительно определялись коэффициенты корреляции, затем составлялись уравнения регрессии, из которых определялись расходы (средние секундные) соответствующего месяца за 38 лет, из сравнения этих последних с действительно наблюдавшимися определялась средняя ошибка в % %.

При вычислении как коэфф. корреляции, так и расходов по ур. регрессии для упрощения вычислений брались не расходы (средние секундные) для каждого месяца, а месячный сток, выраженный в м/м., высоты слоя стока, равномерно распределенного по площади всего бассейна; этот сток умножением на соответствующий коэфф. легко переводится в средний месячный секундный расход.

Расходы предопределялись по новому стилю на каждый месяц, начиная с ноября, так как за годовой период принят гидрологический год—с ноября по октябрь, который подразделялся на периоды стока: 1) зимний (с ноября по март); 2) весеннего половодья (с апреля по июнь) и 3) межень (с июля по октябрь).

1. Ноябрь.

1) Зависимость между расходами ноября и осадками.

Для предопределения расходов ноября по осадкам предшествующего периода предварительно, для определения наибольшей зависимости между расходами ноября и соответствующими суммами осадков предшествующего периода, определялись коэффициенты корреляции между расходами ноября и суммами осадков: 1) с марта по июнь, 2) с апреля по июнь, 3) с мая по июнь, 4) с мая по июль, 5) с мая по август, 6) с мая по сентябрь и 7) с мая по октябрь, и были получены следующие коэффициенты корреляции:

| Осадки за месяцы. | III—VI | IV—VI | V—VI | V—VII | V—VIII | V—IX | V—X |
|--------------------|--------|-------|------|-------|--------|------|------|
| Коэфф. корреляции. | 0,26 | 0,43 | 0,50 | 0,62 | 0,68 | 0,72 | 0,82 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами ноября и суммами осадков с мая по октябрь, и выражается коэффициентом—0,82, далее коэфф. корреляции постепенно уменьшается для сумм осадков за май—октябрь, май—август и т. д.

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены нижеследующие линейные уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 1.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|------------------------------|----|
| V—VI | $Y = 0,142 \quad x - 3,4$ | 1 |
| V—VII | $Y = 0,139 \quad x - 14,5$ | 2 |
| V—VIII | $Y = 0,102 \quad x - 15,4$ | 3 |
| V—IX | $Y = 0,0985 \quad x - 20,7$ | 4 |
| V—X | $Y = 0,09875 \quad x - 25,5$ | 5 |

По вышеуказанным уравнениям регрессии №№ 1, 2, 3, 4 и 5 были predeterminedены расходы ноября, затем определены ошибки в % % наблюдаемых расходов.

Получились нижеследующие расходы ноября и ошибки: (см. таблицу расходов № 1).

Из этой таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных расходов (стока) получились: 1) для 1891 г., 2) 1897 г., 3) 1901 г., 4) 1907 г., 5) 1919 г. и 6) 1921 г. Кроме того, менее значительные ошибки получились в годы: 1) 1889, 2) 1892, 3) 1900, 4) 1906, 5) 1915, 6) 1920 и 7) 1924 г.

Надо заметить, что ноябрь месяц для Волховского бассейна является переходным временем от осени к зимнему периоду: в ноябре обычно около 22 числа, наблюдается ледостав и появляется прочный снеговой покров, вследствие чего поверхностный сток почти прекращается, а расход уменьшается вследствие появления ледяного покрова. Однако, в иные годы при значительно пониженной температуре ноября ледостав устанавливается и в начале ноября и даже в конце октября; в таких случаях расход в ноябре уменьшается даже при почти нормальных количествах осадков предшествующего периода и вследствие этого в такие годы при predeterminedении расхода ноября по осадкам предшествующего периода из уравнений регрессии получают наибольшие ошибки.

Таблица расходов № 1.

| №.№ по порядку. | Г о д ы | Сток в ноябре в мм. | | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | | | | |
|-----------------|----------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | По наблюд. | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (4). | По уравнению (5). | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (4). | По уравнению (5). |
| 1 | 1887 . . | 25,3 | 17,5 | 13,7 | 15,8 | 19,4 | 20,1 | 30,8 | 45,8 | 37,5 | 23,3 | 20,5 |
| 2 | 8 . . | 9,1 | 11,2 | 9,3 | 7,2 | 4,7 | 7,9 | 23,0 | 2,1 | 20,8 | 48,3 | 13,1 |
| 3 | 9 . . | 8,8 | 4,1 | 5,1 | 6,8 | 5,9 | 3,2 | 53,4 | 42,0 | 22,7 | 32,9 | 63,6 |
| 4 | 90 . . | 12,3 | 13,2 | 12,0 | 11,5 | 12,2 | 12,2 | 7,3 | 2,4 | 6,5 | 0,8 | 0,8 |
| 5 | 1891 . . | 5,4 | 12,4 | 11,8 | 13,4 | 15,4 | 12,6 | 129,6 | 118,5 | 148,1 | 185,1 | 133,3 |
| 6 | 2 . . | 10,5 | 16,9 | 19,3 | 16,2 | 13,2 | 14,1 | 60,9 | 83,8 | 54,2 | 25,7 | 34,2 |
| 7 | 3 . . | 17,4 | 8,0 | 10,7 | 11,5 | 14,1 | 13,9 | 54,0 | 38,5 | 33,9 | 18,9 | 20,1 |
| 8 | 4 . . | 23,5 | 21,5 | 25,4 | 23,6 | 24,7 | 22,8 | 8,5 | 8,0 | 0,4 | 5,1 | 2,9 |
| 9 | 5 . . | 15,0 | 10,9 | 14,3 | 11,1 | 9,2 | 9,8 | 27,3 | 4,6 | 26,0 | 38,6 | 34,6 |
| 10 | 6 . . | 9,8 | 10,7 | 9,5 | 13,6 | 13,2 | 11,8 | 9,1 | 3,0 | 38,7 | 34,6 | 20,4 |
| 11 | 7 . . | 3,8 | 10,7 | 10,1 | 8,9 | 10,1 | 8,6 | 181,5 | 165,7 | 134,2 | 165,7 | 126,3 |
| 12 | 8 . . | 20,8 | 17,3 | 22,1 | 14,1 | 17,0 | 18,4 | 16,8 | 6,2 | 32,2 | 18,2 | 11,5 |
| 13 | 9 . . | 12,6 | 17,2 | 10,2 | 10,4 | 10,8 | 12,7 | 36,5 | 19,0 | 17,4 | 14,2 | 0,8 |
| 14 | 900 . . | 7,7 | 12,1 | 9,7 | 9,3 | 11,7 | 15,7 | 57,1 | 25,9 | 20,7 | 51,9 | 103,8 |
| 15 | 1901 . . | 2,9 | 11,8 | 8,6 | 8,4 | 5,4 | 2,6 | 306,8 | 196,5 | 189,6 | 86,2 | 103,4 |
| 16 | 2 . . | 25,6 | 20,2 | 28,0 | 31,8 | 30,5 | 31,8 | 21,0 | 9,3 | 24,2 | 19,1 | 24,2 |
| 17 | 3 . . | 20,2 | 16,1 | 19,3 | 23,5 | 20,5 | 22,1 | 20,2 | 4,4 | 16,3 | 1,5 | 9,4 |
| 18 | 4 . . | 12,8 | 17,9 | 16,8 | 18,4 | 15,4 | 16,2 | 39,8 | 31,2 | 47,7 | 20,3 | 32,0 |
| 19 | 5 . . | 22,4 | 12,8 | 17,1 | 16,7 | 17,8 | 23,0 | 42,8 | 23,6 | 25,4 | 20,5 | 26,7 |
| 20 | 6 . . | 7,4 | 11,4 | 10,8 | 16,3 | 14,1 | 11,8 | 54,0 | 45,9 | 120,2 | 90,5 | 59,4 |
| 21 | 7 . . | 3,4 | 13,4 | 13,3 | 13,2 | 10,5 | 8,2 | 294,1 | 291,1 | 288,2 | 208,8 | 141,1 |
| 22 | 8 . . | 26,0 | 15,2 | 13,4 | 22,5 | 27,9 | 27,7 | 41,5 | 48,4 | 13,4 | 7,3 | 6,5 |
| 23 | 9 . . | 7,1 | 6,3 | 12,5 | 11,1 | 9,3 | 7,1 | 11,2 | 76,0 | 56,3 | 30,9 | 0,0 |
| 24 | 10 . . | 12,0 | 10,8 | 10,5 | 16,4 | 14,2 | 13,1 | 10,0 | 12,5 | 36,6 | 18,3 | 9,1 |
| 25 | 1911 . . | 17,1 | 11,5 | 11,6 | 8,7 | 9,7 | 11,0 | 32,7 | 32,1 | 49,1 | 43,2 | 35,6 |
| 26 | 2 . . | 7,0 | 13,4 | 6,4 | 4,8 | 8,7 | 9,2 | 91,4 | 8,5 | 31,4 | 24,2 | 31,4 |
| 27 | 3 . . | 10,1 | 8,5 | 10,0 | 9,6 | 7,4 | 7,2 | 15,8 | 1,0 | 4,9 | 26,7 | 28,7 |
| 28 | 4 . . | 3,4 | 8,0 | 3,3 | 3,5 | 4,5 | 2,3 | 135,2 | 2,9 | 2,9 | 32,3 | 32,3 |
| 29 | 5 . . | 5,2 | 11,8 | 10,4 | 7,2 | 7,9 | 4,0 | 126,9 | 100,0 | 38,4 | 51,9 | 23,0 |
| 30 | 6 . . | 27,7 | 13,9 | 13,9 | 15,5 | 14,3 | 17,3 | 49,8 | 49,8 | 44,0 | 48,3 | 37,5 |
| 31 | 7 . . | 26,2 | 5,3 | 19,1 | 16,4 | 18,9 | 20,5 | 79,7 | 27,0 | 37,4 | 27,8 | 21,7 |
| 32 | 8 . . | 13,2 | 14,4 | 14,1 | 13,7 | 16,9 | 13,9 | 9,0 | 6,8 | 23,8 | 23,0 | 5,3 |
| 33 | 9 . . | 3,0 | 10,7 | 9,5 | 11,5 | 13,6 | 11,5 | 256,6 | 216,6 | 283,3 | 353,3 | 283,3 |
| 34 | 20 . . | 3,3 | 9,2 | 3,7 | 2,5 | 2,2 | 0,5 | 178,7 | 12,1 | 24,2 | 33,3 | 84,8 |
| 35 | 1921 . . | 7,5 | 16,9 | 17,1 | 12,3 | 12,8 | 14,4 | 125,3 | 128,0 | 64,0 | 70,6 | 92,0 |
| 36 | 2 . . | 11,9 | 17,8 | 14,4 | 13,2 | 10,7 | 10,8 | 49,5 | 21,0 | 10,9 | 10,0 | 9,2 |
| 37 | 3 . . | 37,6 | 21,2 | 18,2 | 19,5 | 17,5 | 22,0 | 43,6 | 51,5 | 48,1 | 53,4 | 41,4 |
| 38 | 4 . . | 6,5 | 19,0 | 14,4 | 11,3 | 9,8 | 8,1 | 192,3 | 121,5 | 73,8 | 50,7 | 24,6 |

Действительно:

1) в 1891 г. средняя температура ноября была ниже нормы на $3,5^{\circ}$, а замерзание рек наблюдалось 7 ноября;

2) в 1901 г. средняя температура ноября была ниже нормы на $1,7^{\circ}$, а замерзание наблюдалось 13 ноября;

3) в 1907 г. ср. температура ноября была ниже нормы на $1,6^{\circ}$, а замерзание рек наблюдалось 17 ноября;

4) в 1919 г. ср. температура ноября была ниже нормы на $5,3^{\circ}$, а замерзание рек наблюдалось 4 ноября;

5) в 1921 г. ср. температура ноября была ниже нормы на $4,3^{\circ}$, а замерзание рек наблюдалось 25 октября, откуда видно, что наибольшие ошибки предопределенных расходов ноября в вышеуказанные годы зависят от раннего ледостава и значительно пониженной температуры ноября.

С другой стороны, значительные ошибки предопределенных расходов в ноябре в 1889 г., 1897, 1906, 1907, 1915 и 1920 г. объясняются недостатком осадков предшествующих месяцев, а значительные ошибки, полученные в 1911 и 1916 г.г., напротив, объясняются обилием осадков предшествующего периода.

Итак, при определении расходов ноября по вышеприведенным уравнениям регрессии наибольшие ошибки могут получиться: или вследствие раннего замерзания рек при значительном (на $1^{\circ},6—5,3^{\circ}$) пониженной температуре ноября, или вследствие недостатка или обилия осадков предшествующего периода.

Надо заметить, что если раннему замерзанию рек предшествует еще и недостаток осадков, как это было в 1891 и 1907 г., или если раннее замерзание рек сопровождается значительным понижением температуры, как это было в 1919 г., то ошибки предопределенных расходов возрастают.

Раннее замерзание рек (в начале ноября) наблюдалось и в 1888 г., 1894 г., 1908 г. и 1910 г., но в эти годы, вследствие обилия осадков предшествующих месяцев, предопределенные для ноября расходы не дали значительных ошибок.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных расходов составляют 50% и более, то получаются нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки расходов, предопределенных для ноября:

| Ч и с л о л е т . | По | По | По | По | По |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | ур. (1). 21 | ур. (2). 27 | ур. (3). 28 | ур. (4). 27 | ур. (5). 28 |
| Средняя ошибка в % % | 26,0 | 19,8 | 25,5 | 24,2 | 19,9 |
| Наибольшая ошибка в % % | 49,8 | 49,8 | 49,1 | 48,3 | 41,4 |
| Наименьшая ошибка в % % | 7,3 | 1,0 | 0,4 | 0,8 | 0,0 |

2) *Зависимость между расходами ноября и расходами сентября и октября.*

Расходы ноября можно еще предопределить, пользуясь зависимостью, существующей между расходами ноября и расходами предыдущих месяцев—октября, сентября и т. д.

Для определения зависимости между расходами ноября и предшествующих месяцев были найдены нижеследующие коэффициенты корреляции между ними:

| Между расходами месяцев. | XI и IX | XI и X |
|----------------------------------|---------|--------|
| Коэффициент корреляции | 0,70 | 0,85 |

На основании вышеуказанных коэффициентов корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 2.

| Для расходов ноября и | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| Сентября | $Y = 0,814 y + 1,9$ | 1 |
| Октября | $Y = 0,919 y + 0,1$ | 2 |

По вышеуказанным уравнениям регрессии были предопределены нижеследующие расходы ноября и ошибки их, выраженные в % % наблюдаемых расходов:

Таблица расходов № 2.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в ноябре в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1887 | 25,3 | 10,2 | 18,8 | 59,6 | 25,6 |
| 2 | 8 | 9,1 | 10,2 | 8,4 | 12,0 | 7,6 |
| 3 | 9 | 8,8 | 9,6 | 8,6 | 9,0 | 2,2 |
| 4 | 90 | 12,3 | 6,5 | 9,4 | 47,1 | 23,5 |
| 5 | 1891 | 5,4 | 8,8 | 8,6 | 62,9 | 59,2 |
| 6 | 2 | 10,5 | 16,4 | 12,9 | 56,1 | 22,8 |
| 7 | 3 | 17,4 | 16,4 | 19,2 | 5,7 | 10,3 |
| 8 | 4 | 23,5 | 23,3 | 23,8 | 0,9 | 1,2 |
| 9 | 5 | 15,0 | 12,5 | 11,3 | 16,6 | 24,6 |
| 10 | 6 | 9,8 | 15,0 | 13,8 | 53,0 | 40,8 |
| 11 | 7 | 3,8 | 6,5 | 5,2 | 71,0 | 36,8 |
| 12 | 8 | 20,8 | 10,4 | 10,8 | 50,0 | 48,0 |
| 13 | 9 | 12,6 | 13,4 | 13,1 | 6,3 | 3,9 |
| 14 | 900 | 7,7 | 10,2 | 10,0 | 32,4 | 29,8 |
| 15 | 1901 | 2,9 | 8,7 | 5,7 | 200,0 | 96,5 |
| 16 | 2 | 25,6 | 33,8 | 28,7 | 32,0 | 12,1 |
| 17 | 3 | 20,2 | 17,4 | 19,9 | 13,8 | 4,2 |
| 18 | 4 | 12,8 | 14,8 | 13,5 | 15,6 | 5,4 |
| 19 | 5 | 22,4 | 14,3 | 24,6 | 36,1 | 9,8 |
| 20 | 6 | 7,4 | 8,7 | 6,7 | 17,5 | 9,4 |
| 21 | 7 | 3,4 | 9,0 | 6,7 | 164,7 | 97,0 |
| 22 | 8 | 26,0 | 28,5 | 34,6 | 9,6 | 33,0 |
| 23 | 9 | 7,1 | 13,9 | 11,4 | 95,7 | 60,5 |
| 24 | 10 | 12,0 | 14,8 | 15,1 | 23,3 | 25,8 |
| 25 | 1911 | 17,1 | 11,5 | 10,9 | 32,7 | 36,2 |
| 26 | 2 | 7,0 | 9,1 | 8,4 | 30,0 | 20,0 |
| 27 | 3 | 10,1 | 8,2 | 6,8 | 18,8 | 32,6 |
| 28 | 4 | 3,4 | 8,2 | 6,3 | 141,1 | 85,2 |
| 29 | 5 | 5,2 | 10,2 | 7,5 | 96,1 | 44,2 |
| 30 | 6 | 27,7 | 15,0 | 20,1 | 45,8 | 27,4 |
| 31 | 7 | 26,2 | 20,7 | 25,7 | 20,9 | 1,9 |
| 32 | 8 | 13,2 | 15,1 | 16,8 | 14,3 | 28,0 |
| 33 | 9 | 3,0 | 10,3 | 7,4 | 243,3 | 146,6 |
| 34 | 20 | 3,3 | 5,1 | 2,9 | 54,5 | 12,1 |
| 35 | 1921 | 7,5 | 5,8 | 6,7 | 22,6 | 10,6 |
| 36 | 2 | 11,9 | 15,3 | 13,6 | 23,5 | 14,2 |
| 37 | 3 | 37,6 | 20,5 | 21,5 | 45,7 | 42,8 |
| 38 | 4 | 6,5 | 12,5 | 8,1 | 92,3 | 24,6 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки предопределенных расходов получились для: 1) 1891 г., 2) 1901 г., 3) 1907 г., 4) 1909 г., 5) 1914 г., 6) 1919 г. и объясняются, как и в расходах предопределенных по осадкам предшествующего периода, более или менее значительным понижением температуры ноября и ранним ледоставом, вследствие чего расходы ноября значительно уменьшились.

Значительные ошибки предопределенных расходов ноября по расходам сентября 1896, 1914 и 1915 г.г. объясняются пониженной температурой ноября и ранним ледоставом: в 1897, 1909 и 1924 г.г.—значительным недостатком осадков предшествующих месяцев, тогда как в 1911 и 1916 г.г., напротив,—обилием осадков предшествующего периода.

Таким образом, наибольшие ошибки предопределенных расходов ноября по расходам сентября и октября получают также или вследствие пониженной температуры ноября и раннего ледостава, или вследствие значительного недостатка осадков предшествующих месяцев.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных для ноября расходов составляют 50% и более, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки:

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1). 24 | По ур. (2). 32 |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|
| Средние ошибки в % % | 22,4 | 21,0 |
| Наибольшие ошибки в % % | 47,1 | 48,0 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,9 | 1,2 |

II. Декабрь.

1) Зависимость между расходами декабря и осадками.

При определении зависимости между расходами декабря и осадками предшествующего периода были получены нижеследующие коэффициенты корреляции:

| Осадки за месяцы. | V—VIII | V—IX | V—X | V—XI | VIII—XI |
|-----------------------------|--------|------|------|------|---------|
| Коэфф. корреляции | 0,71 | 0,70 | 0,83 | 0,88 | 0,80 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами декабря и суммами осадков с мая по ноябрь—0,88; далее коэффициент корреляции уменьшается для сумм осадков с V по X и т. д.

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 3.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| V—VIII | $Y = 0,0848 x - 11,6$ | 0 |
| V—IX | $Y = 0,0758 x - 14,0$ | 2 |
| V—X | $Y = 0,079 x - 18,9$ | 3 |
| V—XI | $Y = 0,081 x - 22,8$ | 4 |

По вышеуказанным уравнениям регрессии были преопределены расходы декабря и определены ошибки в ‰ наблюдаемых расходов: (см. таблицу расходов № 3).

Из нижеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки преопределенных для декабря расходов получились для следующих годов: 1891, 1897, 1901, 1907, 1919 и 1921, т.-е. в те же годы, для которых получились наибольшие ошибки при преопределении расходов ноября по осадкам. Таким образом те причины, вследствие которых получились наибольшие ошибки преопределенных для ноября расходов, продолжали точно также влиять и на преопределенные для декабря расходы. Причины эти—пониженная температура ноября и ранний ледостав.

Кроме вышеуказанных, значительные ошибки преопределенных для декабря расходов получились еще в 1918 и 1924 г.г., но эти ошибки объясняются тем, что при повышенной температуре ноября: в 1913 г. на 1,8° и в 1924 г. на 2,2° ледостав наблюдался: в 1918 г.—1-го декабря, а в 1924 году—5-го декабря, вследствие чего в декабре наблюдалось довольно резкое уменьшение расходов.

Таким образом наибольшие ошибки преопределенных для декабря расходов получают: в те годы, когда при значительно пониженной температуре ноября наблюдается ранний ледостав, или когда ледостав наблюдается в начале декабря.

Таблица расходов № 3.

| № по порядку. | Г о д ы. | Сток в декабре в мм. | | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | | |
|---------------|----------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | По наблюд. | По уравнинию (1). | По уравнинию (2). | По уравнинию (3). | По уравнинию (4). | По уравнинию (1). | По уравнинию (2). | По уравнинию (3). | По уравнинию (4). |
| 1 | 1887 | 19,8 | 14,4 | 16,9 | 17,6 | 17,3 | 27,2 | 14,6 | 11,1 | 12,6 |
| 2 | 8 | 14,8 | 7,2 | 5,0 | 7,8 | 8,9 | 51,3 | 66,2 | 47,2 | 39,8 |
| 3 | 9 | 5,9 | 6,9 | 6,5 | 4,1 | 3,5 | 15,9 | 10,1 | 30,5 | 40,6 |
| 4 | 90 | 8,9 | 10,8 | 11,3 | 11,3 | 11,1 | 21,3 | 26,9 | 26,9 | 24,7 |
| 5 | 1891 | 5,1 | 12,3 | 13,8 | 11,6 | 9,9 | 141,1 | 170,5 | 127,4 | 94,1 |
| 6 | 2 | 9,4 | 14,7 | 12,1 | 12,8 | 11,9 | 56,3 | 28,7 | 36,1 | 26,5 |
| 7 | 3 | 14,8 | 10,8 | 12,8 | 12,6 | 12,4 | 27,0 | 13,5 | 14,8 | 16,2 |
| 8 | 4 | 22,9 | 20,8 | 20,9 | 19,7 | 20,1 | 9,1 | 8,7 | 13,9 | 12,2 |
| 9 | 5 | 11,3 | 10,4 | 9,0 | 9,3 | 8,6 | 7,9 | 20,3 | 17,6 | 23,8 |
| 10 | 6 | 8,5 | 12,5 | 12,1 | 11,0 | 10,4 | 47,0 | 42,3 | 29,4 | 22,3 |
| 11 | 7 | 3,7 | 8,6 | 9,7 | 8,4 | 8,1 | 132,4 | 162,1 | 127,0 | 118,9 |
| 12 | 8 | 21,8 | 12,9 | 15,0 | 16,3 | 16,5 | 40,8 | 31,3 | 25,2 | 24,3 |
| 13 | 9 | 12,8 | 9,8 | 10,3 | 11,7 | 12,4 | 23,4 | 19,5 | 8,5 | 3,1 |
| 14 | 900 | 9,5 | 8,8 | 10,9 | 14,0 | 12,3 | 7,3 | 14,7 | 52,6 | 29,4 |
| 15 | 1901 | 2,5 | 8,1 | 6,1 | 3,6 | 4,1 | 224,0 | 144,0 | 44,0 | 64,0 |
| 16 | 2 | 20,5 | 27,6 | 25,4 | 26,9 | 27,0 | 34,6 | 23,9 | 31,2 | 31,7 |
| 17 | 3 | 19,2 | 20,6 | 17,7 | 13,2 | 20,0 | 7,2 | 7,8 | 0,0 | 4,1 |
| 18 | 4 | 16,2 | 16,4 | 13,7 | 14,4 | 15,2 | 1,2 | 15,4 | 11,1 | 6,1 |
| 19 | 5 | 20,1 | 15,0 | 15,6 | 19,9 | 19,7 | 25,3 | 22,3 | 1,0 | 2,0 |
| 20 | 6 | 12,3 | 14,7 | 12,8 | 11,0 | 13,4 | 19,5 | 4,0 | 10,5 | 8,9 |
| 21 | 7 | 3,2 | 12,1 | 10,0 | 8,0 | 6,0 | 278,1 | 212,5 | 150,0 | 87,5 |
| 22 | 8 | 20,7 | 19,9 | 23,4 | 23,7 | 22,9 | 3,8 | 13,0 | 14,4 | 10,6 |
| 23 | 9 | 6,5 | 10,4 | 9,1 | 7,2 | 6,5 | 60,0 | 40,0 | 10,7 | 0,0 |
| 24 | 10 | 14,3 | 14,8 | 12,8 | 12,0 | 13,2 | 3,4 | 10,3 | 16,0 | 7,6 |
| 25 | 1911 | 11,8 | 8,3 | 9,4 | 10,3 | 11,7 | 29,6 | 20,3 | 12,7 | 0,8 |
| 26 | 2 | 9,1 | 5,1 | 8,6 | 8,8 | 8,1 | 43,9 | 5,4 | 3,2 | 10,9 |
| 27 | 3 | 14,8 | 9,1 | 7,6 | 7,3 | 10,7 | 38,5 | 48,6 | 50,6 | 27,7 |
| 28 | 4 | 5,0 | 4,0 | 5,4 | 3,4 | 2,9 | 20,0 | 8,0 | 32,0 | 42,0 |
| 29 | 5 | 7,1 | 7,1 | 8,0 | 4,7 | 6,0 | 0,0 | 12,6 | 33,8 | 15,4 |
| 30 | 6 | 20,1 | 14,0 | 12,9 | 15,3 | 15,8 | 30,0 | 35,8 | 23,8 | 21,3 |
| 31 | 7 | 20,3 | 14,8 | 16,5 | 17,9 | 19,9 | 27,0 | 18,7 | 11,8 | 2,0 |
| 32 | 8 | 8,3 | 12,5 | 15,0 | 12,6 | 10,4 | 50,6 | 80,7 | 51,8 | 25,3 |
| 33 | 9 | 4,0 | 10,7 | 12,4 | 10,7 | 8,5 | 167,5 | 210,0 | 167,5 | 112,5 |
| 34 | 20 | 3,7 | 3,2 | 3,6 | 1,9 | 0,6 | 13,5 | 2,7 | 48,6 | 83,7 |
| 35 | 1921 | 6,7 | 11,4 | 11,8 | 13,0 | 12,4 | 70,1 | 76,1 | 94,0 | 85,0 |
| 36 | 2 | 10,6 | 12,1 | 10,2 | 10,2 | 10,1 | 14,1 | 3,7 | 3,7 | 4,7 |
| 37 | 3 | 29,8 | 17,2 | 15,4 | 19,1 | 23,4 | 41,6 | 48,3 | 35,9 | 21,4 |
| 38 | 4 | 5,6 | 10,5 | 9,5 | 8,0 | 7,3 | 87,5 | 69,6 | 42,8 | 30,3 |

Если в вышеприведенной таблице исключить те годы из числа 38 лет, в которые ошибки predeterminedных расходов составляют 50% и более, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedных для декабря расходов:

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 27 | По ур. (2) 29 | По ур. (3) 30 | По ур. (4) 31 |
|-------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в %/о/о | 21,5 | 19,7 | 2,16 | 17,7 |
| Наибольшие ошибки в %/о/о | 47,0 | 48,6 | 48,6 | 42,0 |
| Наименьшие ошибки в %/о/о | 0,0 | 2,7 | 0,0 | 0,0 |

2) *Зависимость между расходами декабря и расходами октября и ноября.*

Расходы декабря predeterminedялись еще на основании зависимости, существующей между расходами декабря и расходами предыдущих месяцев: ноября и октября, при этом были получены следующие коэффициенты корреляции:

| Между расходами месяцев. | XII и X | XII и XI |
|-------------------------------|---------|----------|
| Коэффиц. корреляции | 0,78 | 0,93 |

На основании выше приведенных коэффициентов корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии.

Таблица уравнений № 4.

| Для расходов декабря и | Уравнения регрессии. | №№ |
|------------------------|----------------------|----|
| Октября | $Y = 0,664 y + 2,6$ | 1 |
| Ноября | $Y = 0,737 y + 2,4$ | 2 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены нижеследующие расходы декабря и ошибки их, выраженные в %/о/о наблюдаемых расходов:

Таблица расходов № 4.

| №.№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в декабре в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|-----------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1887 | 19,8 | 16,1 | 21,0 | 18,6 | 6,0 |
| 2 | 8 | 14,8 | 8,6 | 9,1 | 41,8 | 38,5 |
| 3 | 9 | 5,9 | 8,7 | 8,9 | 47,4 | 50,8 |
| 4 | 90 | 8,9 | 9,3 | 11,5 | 4,4 | 29,2 |
| 5 | 1891 | 5,1 | 8,8 | 6,4 | 72,5 | 25,4 |
| 6 | 2 | 9,4 | 11,8 | 10,1 | 25,5 | 7,4 |
| 7 | 3 | 14,8 | 16,4 | 15,2 | 10,8 | 2,7 |
| 8 | 4 | 22,9 | 19,2 | 19,7 | 12,2 | 13,9 |
| 9 | 5 | 11,3 | 10,7 | 13,5 | 5,3 | 19,4 |
| 10 | 6 | 8,5 | 12,5 | 9,6 | 47,0 | 12,9 |
| 11 | 7 | 3,7 | 6,3 | 5,2 | 70,2 | 40,5 |
| 12 | 8 | 21,8 | 10,3 | 17,7 | 52,7 | 18,8 |
| 13 | 9 | 12,8 | 12,0 | 11,7 | 6,2 | 8,5 |
| 14 | 900 | 9,5 | 9,8 | 8,1 | 3,1 | 14,7 |
| 15 | 1901 | 2,5 | 6,7 | 4,5 | 168,0 | 80,0 |
| 16 | 2 | 20,5 | 23,3 | 21,3 | 13,6 | 3,9 |
| 17 | 3 | 19,2 | 16,9 | 17,3 | 11,9 | 9,8 |
| 18 | 4 | 16,2 | 12,3 | 11,8 | 24,0 | 27,1 |
| 19 | 5 | 20,1 | 20,3 | 18,9 | 10,0 | 5,9 |
| 20 | 6 | 12,3 | 7,4 | 7,9 | 39,8 | 35,7 |
| 21 | 7 | 3,2 | 7,4 | 4,9 | 131,2 | 53,1 |
| 22 | 8 | 20,7 | 27,5 | 21,6 | 32,8 | 4,3 |
| 23 | 9 | 6,5 | 10,8 | 7,6 | 66,1 | 16,9 |
| 24 | 10 | 14,3 | 13,4 | 11,2 | 6,2 | 21,6 |
| 25 | 1911 | 11,8 | 10,4 | 15,0 | 11,8 | 27,1 |
| 26 | 2 | 9,1 | 8,6 | 7,6 | 5,4 | 16,4 |
| 27 | 3 | 14,8 | 7,5 | 9,8 | 49,3 | 33,7 |
| 28 | 4 | 5,0 | 7,1 | 4,9 | 42,0 | 2,0 |
| 29 | 5 | 7,1 | 8,0 | 6,2 | 12,6 | 12,6 |
| 30 | 6 | 20,1 | 17,1 | 22,8 | 14,9 | 13,4 |
| 31 | 7 | 20,3 | 21,1 | 21,7 | 3,9 | 6,8 |
| 32 | 8 | 8,3 | 14,7 | 12,1 | 77,1 | 45,7 |
| 33 | 9 | 4,0 | 7,8 | 4,6 | 95,0 | 15,0 |
| 34 | 20 | 3,7 | 4,6 | 4,8 | 24,3 | 29,7 |
| 35 | 1921 | 6,7 | 7,4 | 7,9 | 10,4 | 17,9 |
| 36 | 2 | 10,6 | 12,4 | 11,2 | 16,9 | 5,6 |
| 37 | 3 | 29,8 | 18,1 | 30,1 | 39,2 | 1,0 |
| 38 | 4 | 5,6 | 8,4 | 7,2 | 50,0 | 28,5 |

Как видно из вышеприведенной таблицы, наибольшие ошибки предопределенных для декабря расходов получились для следующих годов: 1901 и 1907; кроме того, значительные ошибки получились и для: 1889 г., 1891 г., 1897 г., 1898 г., 1909 г., 1918 г., 1919 и 1924 г., т. е. в те же годы, для которых получились наибольшие ошибки при предопределении расходов декабря по осадкам предшествующего периода.

Ошибки эти, как выше было указано, явились следствием причин, от которых зависели наибольшие ошибки предопределенных расходов и ноября, и которые продолжали влиять и на расходы предопределенные для декабря, т. е. пониженная температура ноября и ранний ледостав, а кроме того, в 1889 г. 1918 г. и 1924 г.—поздний ледостав, наблюдавшийся в начале декабря, вследствие чего расходы декабря резко уменьшились.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных для декабря расходов составляют более 50%, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки предопределенных расходов:

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 30 | По ур. (2) 35 |
|---------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в ‰ | 21,4 | 17,7 |
| Наибольшие ошибки в ‰ | 49,3 | 45,7 |
| Наименьшие ошибки в ‰ | 3,1 | 1,0 |

III. Январь.

1) Зависимость между расходами января и осадками.

При определении зависимости между расходами января и осадками предшествующего периода были получены нижеследующие коэффициенты корреляции:

| Осадки за месяцы. | V—X | V—XI | V—XII | IX—XII |
|-----------------------------|------|------|-------|--------|
| Коэфф. корреляции | 0,72 | 0,83 | 0,86 | 0,75 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами января и осадками с мая по декабрь—0,86, далее коэффициент корреляции уменьшается для сумм осадков с мая по ноябрь и т. д., для сумм осадков с сентября по декабрь коэффициент корреляции меньше, чем для сумм осадков с мая по декабрь.

Соответственно вышеуказанным коэфф. корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 5.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| V—X | $Y = 0,0613 x - 12,9$ | 1 |
| V—XI | $Y = 0,0673 x - 17,9$ | 2 |
| V—XII | $Y = 0,068 x - 20,5$ | 3 |

По вышеуказанным уравнениям регрессии были predeterminedены следующие расходы и ошибки их в ‰‰ наблюдаемых расходов января: (см. таблицу расходов № 5).

Из нижеприведенной таблицы видно, что и в январе наибольшие ошибки predeterminedенных расходов получились в следующие годы: 1892, 1898, 1902, 1908, 1920 и 1922, а так как в ноябре и декабре наибольшие ошибки predeterminedенных расходов получились в 1891, 1897, 1901, 1907, 1919 и 1921 годах, то очевидно, что причины, вследствие которых получились наибольшие ошибки расходов, predeterminedенных для ноября, продолжают так же влиять и на расходы, predeterminedенные для декабря и января. Причины эти, как было выяснено выше, были—пониженная температура ноября и раннее замерзание рек в ноябре или, как в 1918 г., напротив, позднее замерзание рек в декабре.

Если в нижеприведенной таблице исключить те годы из числа 38, в которые ошибки predeterminedенных расходов превышают 50‰, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedенных для января расходов:

| Число лет. | По ур. (1) 29 | По ур. (2) 32 | По ур. (3) 31 |
|----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в ‰‰ | 21,0 | 22,3 | 20,7 |
| Наибольшие ошибки в ‰‰ | 44,5 | 49,0 | 47,7 |
| Наименьшие ошибки в ‰‰ | 1,0 | 0,0 | 0,0 |

Таблица расходов № 5.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в январе в мм. | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | |
|----------------|----------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| | | По наблюд. | По уравни- нию (1). | По уравни- нию (2). | По уравни- нию (3). | По уравни- нию (1). | По уравни- нию (2). | По уравни- нию (3). |
| 1 | 1888 | 16,9 | 15,4 | 15,4 | 15,5 | 8,8 | 8,8 | 8,2 |
| 2 | 9 | 12,8 | 7,8 | 8,4 | 7,9 | 39,0 | 34,3 | 38,2 |
| 3 | 90 | 4,6 | 4,9 | 4,0 | 2,1 | 6,5 | 13,0 | 54,3 |
| 4 | 1891 | 7,4 | 10,5 | 10,2 | 8,5 | 41,8 | 37,8 | 14,8 |
| 5 | 2 | 5,7 | 10,8 | 9,3 | 9,6 | 89,4 | 63,1 | 68,4 |
| 6 | 3 | 7,6 | 11,7 | 10,9 | 10,8 | 53,9 | 43,4 | 42,1 |
| 7 | 4 | 13,2 | 11,6 | 11,3 | 11,1 | 12,1 | 14,3 | 15,9 |
| 8 | 5 | 18,2 | 17,1 | 17,8 | 17,0 | 6,0 | 2,2 | 6,5 |
| 9 | 6 | 8,2 | 9,0 | 8,2 | 6,8 | 9,7 | 0,0 | 17,0 |
| 10 | 7 | 6,6 | 10,3 | 9,7 | 8,9 | 56,0 | 46,9 | 34,8 |
| 11 | 8 | 4,7 | 8,2 | 7,8 | 7,4 | 74,4 | 65,9 | 57,4 |
| 12 | 9 | 24,2 | 14,4 | 14,7 | 17,3 | 40,4 | 39,2 | 28,5 |
| 13 | 900 | 11,2 | 10,8 | 11,3 | 10,6 | 3,6 | 9,0 | 5,3 |
| 14 | 1901 | 11,0 | 12,7 | 11,2 | 12,2 | 15,1 | 1,8 | 10,9 |
| 15 | 2 | 2,9 | 4,6 | 4,4 | 4,2 | 58,6 | 51,7 | 44,8 |
| 16 | 3 | 15,7 | 22,7 | 23,4 | 23,2 | 44,5 | 49,0 | 47,7 |
| 17 | 4 | 17,2 | 16,6 | 17,6 | 17,2 | 3,4 | 2,3 | 0,0 |
| 18 | 5 | 17,5 | 13,0 | 13,7 | 14,9 | 25,7 | 21,7 | 14,8 |
| 19 | 6 | 18,7 | 17,2 | 17,4 | 17,9 | 8,0 | 6,0 | 4,2 |
| 20 | 7 | 12,0 | 10,3 | 12,2 | 12,7 | 14,1 | 1,7 | 5,8 |
| 21 | 8 | 2,6 | 8,0 | 6,1 | 5,1 | 207,6 | 134,6 | 96,1 |
| 22 | 9 | 15,9 | 20,1 | 20,1 | 19,3 | 26,4 | 26,4 | 21,3 |
| 23 | 10 | 8,3 | 7,3 | 6,5 | 7,0 | 12,0 | 21,6 | 15,6 |
| 24 | 1911 | 17,9 | 11,1 | 12,0 | 13,6 | 37,9 | 32,9 | 24,0 |
| 25 | 2 | 7,3 | 9,8 | 10,8 | 10,2 | 34,2 | 47,9 | 39,7 |
| 26 | 3 | 11,5 | 8,6 | 7,8 | 8,7 | 25,2 | 32,1 | 24,3 |
| 27 | 4 | 14,8 | 7,4 | 10,0 | 11,7 | 50,0 | 32,4 | 20,9 |
| 28 | 5 | 4,9 | 4,4 | 3,4 | 3,6 | 10,2 | 30,6 | 26,5 |
| 29 | 6 | 6,8 | 5,4 | 6,1 | 7,2 | 20,5 | 10,2 | 5,8 |
| 30 | 7 | 13,2 | 13,6 | 14,1 | 13,6 | 3,0 | 6,8 | 3,0 |
| 31 | 8 | 18,5 | 15,7 | 17,6 | 17,1 | 15,1 | 4,8 | 7,5 |
| 32 | 9 | 6,8 | 11,6 | 9,7 | 9,7 | 70,5 | 42,6 | 42,6 |
| 33 | 20 | 4,5 | 10,1 | 8,1 | 8,6 | 124,4 | 80,0 | 91,1 |
| 34 | 1921 | 2,8 | 3,2 | 1,6 | 0,2 | 14,3 | 42,8 | 92,8 |
| 35 | 2 | 5,9 | 11,9 | 11,3 | 11,6 | 101,6 | 91,5 | 96,6 |
| 36 | 3 | 9,8 | 9,7 | 9,4 | 9,0 | 1,0 | 4,0 | 8,1 |
| 37 | 4 | 26,9 | 16,6 | 20,5 | 20,4 | 38,2 | 23,7 | 24,1 |
| 38 | 5 | 5,6 | 7,9 | 7,1 | 7,7 | 41,0 | 26,7 | 37,5 |

2) *Зависимость между расходами января и расходами ноября и декабря.*

Расходы января предопределялись на основании зависимости, существующей между расходами января и расходами предыдущих месяцев—ноября и декабря; при этом были получены следующие коэффициенты корреляции:

| Между расходами месяцев. | I и XI | I и XII |
|-----------------------------------|--------|---------|
| Коэффициенты корреляции | 0,78 | 0,94 |

На основании вышеприведенных коэффициентов корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 6.

| Для расходов января и | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| Ноября | $Y = 0,549 y + 3,9$ | 1 |
| Декабря | $Y = 0,8545 y + 1,0$ | 2 |

По вышеприведенными уравнениям регрессии были предопределены нижеследующие расходы января и ошибки их, выраженные в ‰ наблюдаемых расходов (см. таблицу расходов № 6).

Как видно из нижеприведенной таблицы, наибольшие ошибки предопределенных для января расходов получились в следующие годы: 1890, 1902, 1908, 1912, 1919 и 1921.

Эти ошибки происходят или вследствие раннего (в ноябре) замерзания рек, отчего получились и наибольшие ошибки расходов, предопределенных для ноября и декабря, как например, для 1901 г. и 1907 г. (для января в 1902 г. и 1908 г.); или вследствие позднего замерзания рек, в начале декабря, отчего получились и наибольшие ошибки расходов, предопределенных для декабря, как например, для 1889 г., 1918 г. (для января 1890 и 1919 г.).

Если из нижеприведенной таблицы исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных для января рас-

Таблица расходов № 6.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в январе в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 16,9 | 17,8 | 17,5 | 5,3 | 3,5 |
| 2 | 9 | 12,8 | 8,9 | 13,4 | 30,4 | 4,6 |
| 3 | 90 | 4,6 | 8,7 | 5,9 | 89,1 | 28,2 |
| 4 | 1891 | 7,4 | 10,7 | 8,4 | 44,5 | 13,5 |
| 5 | 2 | 5,7 | 6,9 | 5,3 | 21,0 | 7,0 |
| 6 | 3 | 7,6 | 9,7 | 8,8 | 27,6 | 15,7 |
| 7 | 4 | 13,2 | 13,5 | 13,4 | 22,7 | 1,5 |
| 8 | 5 | 18,2 | 16,8 | 20,1 | 7,6 | 10,4 |
| 9 | 6 | 8,2 | 12,1 | 10,4 | 47,5 | 26,8 |
| 10 | 7 | 6,6 | 9,3 | 8,1 | 40,9 | 22,7 |
| 11 | 8 | 4,7 | 6,0 | 4,1 | 27,6 | 12,7 |
| 12 | 9 | 24,2 | 15,3 | 19,2 | 36,7 | 20,6 |
| 13 | 900 | 11,2 | 10,8 | 11,7 | 3,5 | 4,4 |
| 14 | 1901 | 11,0 | 8,1 | 8,9 | 26,3 | 19,0 |
| 15 | 2 | 2,9 | 5,5 | 3,1 | 89,6 | 6,8 |
| 16 | 3 | 15,7 | 18,0 | 18,1 | 14,6 | 15,2 |
| 17 | 4 | 17,2 | 15,0 | 17,0 | 12,7 | 1,1 |
| 18 | 5 | 17,5 | 10,9 | 14,5 | 37,7 | 17,1 |
| 19 | 6 | 18,7 | 16,2 | 17,8 | 12,9 | 4,8 |
| 20 | 7 | 12,0 | 8,0 | 11,3 | 33,3 | 5,8 |
| 21 | 8 | 2,6 | 5,8 | 3,7 | 123,0 | 42,3 |
| 22 | 9 | 15,9 | 18,2 | 18,3 | 14,4 | 15,0 |
| 23 | 10 | 8,3 | 7,8 | 6,4 | 6,0 | 22,8 |
| 24 | 1911 | 17,9 | 10,5 | 12,9 | 41,3 | 27,9 |
| 25 | 2 | 7,3 | 13,3 | 10,8 | 82,1 | 47,9 |
| 26 | 3 | 11,5 | 7,7 | 8,6 | 33,0 | 25,2 |
| 27 | 4 | 14,8 | 9,4 | 13,4 | 36,4 | 9,4 |
| 28 | 5 | 4,9 | 5,8 | 5,2 | 18,3 | 6,1 |
| 29 | 6 | 6,8 | 6,8 | 6,9 | 0,0 | 1,4 |
| 30 | 7 | 13,2 | 19,1 | 17,8 | 44,6 | 34,8 |
| 31 | 8 | 18,5 | 18,3 | 17,9 | 1,0 | 3,2 |
| 32 | 9 | 6,8 | 11,1 | 7,9 | 63,2 | 16,1 |
| 33 | 20 | 4,5 | 5,5 | 4,3 | 22,2 | 4,4 |
| 34 | 1921 | 2,8 | 5,7 | 4,1 | 103,5 | 46,4 |
| 35 | 2 | 5,9 | 8,0 | 6,6 | 35,5 | 11,8 |
| 36 | 3 | 9,8 | 10,4 | 9,8 | 6,1 | 0,0 |
| 37 | 4 | 26,9 | 24,5 | 25,9 | 8,9 | 3,7 |
| 38 | 5 | 5,6 | 7,5 | 5,7 | 33,9 | 1,7 |

ходов составляют 50% и более, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedных расходов:

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 32 | По ур. (2) 38 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 23,6 | 14,8 |
| Наибольшие ошибки в % % | 47,5 | 47,9 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,0 | 0,0 |

IV. Февраль.

1) Зависимость между расходами февраля и осадками предшествующего периода.

При определении зависимости между расходами февраля и осадками предшествующего периода были получены следующие коэффициенты корреляции:

| Осадки за месяцы. | V—XI | V—XII | X—XII | X—I. | IX—I. |
|--------------------------|------|-------|-------|------|-------|
| Коэффициенты корреляц. . | 0,65 | 0,72 | 0,76 | 0,76 | 0,72 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами февраля и суммами осадков: с октября по декабрь и с октября по январь.

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 7.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| V—XI | $Y = 0,0475 x - 11,7$ | 1 |
| V—XII | $Y = 0,0518 x - 15,2$ | 2 |
| X—XII | $Y = 0,112 x - 4,6$ | 3 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены следующие расходы и ошибки их в %/о/о наблюдаемых расходов февраля:

Таблица расходов № 7.

| №. № по порядку. | Г о д ы. | Сток в феврале в мм. | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | |
|------------------|----------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| | | По наблюд. | По уравне- нию (1). | По уравне- нию (2). | По уравне- нию (3). | По уравне- нию (1). | По уравне- нию (2). | По уравне- нию (3). |
| 1 | 1888 | 12,3 | 11,8 | 12,3 | 9,2 | 4,0 | 0,0 | 25,2 |
| 2 | 9 | 9,0 | 6,9 | 6,5 | 14,3 | 23,3 | 27,7 | 58,8 |
| 3 | 90 | 3,9 | 3,7 | 2,1 | 2,5 | 5,1 | 46,1 | 35,8 |
| 4 | 1891 | 5,9 | 8,2 | 6,9 | 5,8 | 38,9 | 16,9 | 16,9 |
| 5 | 2 | 4,7 | 7,5 | 7,7 | 3,8 | 59,5 | 63,8 | 19,1 |
| 6 | 3 | 5,7 | 8,6 | 8,7 | 8,5 | 50,8 | 52,6 | 49,1 |
| 7 | 4 | 10,4 | 8,9 | 8,9 | 7,9 | 14,4 | 14,4 | 24,0 |
| 8 | 5 | 12,4 | 13,5 | 13,3 | 5,5 | 8,8 | 7,2 | 55,6 |
| 9 | 6 | 6,0 | 6,7 | 5,6 | 6,4 | 11,6 | 6,6 | 6,6 |
| 10 | 7 | 5,2 | 7,8 | 7,2 | 5,4 | 50,0 | 38,4 | 3,8 |
| 11 | 8 | 5,5 | 6,4 | 6,0 | 6,3 | 16,3 | 9,0 | 14,5 |
| 12 | 9 | 22,7 | 11,3 | 13,6 | 14,8 | 50,2 | 40,0 | 34,8 |
| 13 | 900 | 8,5 | 8,9 | 8,5 | 10,7 | 4,7 | 0,0 | 25,8 |
| 14 | 1901 | 7,8 | 8,9 | 9,7 | 12,4 | 14,1 | 24,3 | 58,9 |
| 15 | 2 | 2,9 | 4,1 | 3,6 | 6,4 | 41,3 | 24,1 | 120,6 |
| 16 | 3 | 11,6 | 17,5 | 18,1 | 9,2 | 50,8 | 56,0 | 20,6 |
| 17 | 4 | 12,8 | 13,4 | 13,6 | 10,7 | 4,7 | 6,2 | 16,4 |
| 18 | 5 | 12,7 | 10,6 | 11,8 | 12,8 | 16,5 | 7,0 | 0,7 |
| 19 | 6 | 13,6 | 13,2 | 14,1 | 14,9 | 2,9 | 3,6 | 9,5 |
| 20 | 7 | 8,7 | 9,5 | 10,1 | 10,6 | 9,1 | 16,0 | 21,8 |
| 21 | 8 | 2,3 | 5,2 | 4,3 | 2,0 | 126,0 | 86,9 | 13,0 |
| 22 | 9 | 10,6 | 5,6 | 15,1 | 5,7 | 47,1 | 42,4 | 46,2 |
| 23 | 10 | 7,6 | 5,5 | 5,8 | 6,6 | 27,6 | 23,6 | 13,1 |
| 24 | 1911 | 13,0 | 9,4 | 10,8 | 12,0 | 27,6 | 16,9 | 7,6 |
| 25 | 2 | 7,0 | 8,5 | 8,2 | 11,3 | 21,4 | 17,1 | 61,4 |
| 26 | 3 | 8,6 | 6,5 | 7,1 | 10,2 | 24,4 | 17,4 | 18,6 |
| 27 | 4 | 19,9 | 8,0 | 9,4 | 16,6 | 59,7 | 52,7 | 16,5 |
| 28 | 5 | 4,2 | 3,4 | 3,2 | 6,5 | 19,0 | 23,8 | 54,7 |
| 29 | 6 | 6,6 | 5,2 | 5,9 | 8,6 | 21,2 | 10,6 | 30,3 |
| 30 | 7 | 9,5 | 10,9 | 10,8 | 11,8 | 14,7 | 13,6 | 24,2 |
| 31 | 8 | 15,5 | 13,3 | 13,5 | 12,3 | 14,1 | 12,9 | 20,6 |
| 32 | 9 | 4,7 | 7,8 | 7,8 | 2,3 | 65,9 | 65,9 | 51,0 |
| 33 | 20 | 2,5 | 6,6 | 7,0 | 4,4 | 164,0 | 180,0 | 76,0 |
| 34 | 1921 | 1,6 | 2,0 | 0,6 | 3,6 | 25,0 | 68,5 | 125,0 |
| 35 | 2 | 4,7 | 8,9 | 9,3 | 10,2 | 89,3 | 97,8 | 117,0 |
| 36 | 3 | 6,2 | 7,6 | 7,3 | 8,3 | 22,5 | 17,7 | 33,8 |
| 37 | 4 | 19,3 | 15,4 | 16,0 | 19,4 | 20,2 | 17,0 | 0,5 |
| 38 | 5 | 7,3 | 5,9 | 6,3 | 7,2 | 19,1 | 13,6 | 1,4 |

Из этой таблицы видно, что наибольшие ошибки предопределенного стока (расходов) для февраля месяца получились в следующие годы: 1892 г., 1902, 1908, 1920 и 1922 г., т. е. в указанные годы, как для февраля, так и для января, а для декабря и ноября в годы, предшествовавшие соответственно вышеуказанным годам, предопределенный сток (расходы) превышал наблюдавшийся в действительности сток, и причина этих наибольших ошибок была одна и та же, как это было выяснено выше,—раннее замерзание рек Волховского бассейна в ноябре вследствие более или менее значительного понижения температуры в этом месяце, при чем можно заметить, что более значительному понижению температуры ноября и более раннему замерзанию рек соответствуют и более значительные ошибки, которые, достигая наибольшей величины в ноябре, затем постепенно уменьшаются и в феврале достигают минимума.

Значительные ошибки предопределенных расходов получаются также в те годы, когда наблюдался поздний ледостав, в начале декабря, и в этом случае наибольшие ошибки получаются для декабря, как выше было указано, например, для 1918 г. и 1924 г., а затем ошибки эти постепенно к февралю уменьшаются.

Если в вышеприведенной таблице исключить те годы из числа 38, в которых ошибка предопределенных расходов составляла 50% и более, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки предопределенных для февраля расходов (стока):

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 28 | По ур. (2) 29 | По ур. (3) 28 |
|--------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 18,6 | 17,7 | 19,7 |
| Наибольшие ошибки в % % . . . | 47,1 | 42,4 | 49,1 |
| Наименьшие ошибки в % % . . . | 4,0 | 0,0 | 0,5 |

2) Зависимость между расходами февраля и расходами декабря и января.

Зависимость между расходами февраля и расходами января и декабря выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| | | |
|-----------------------------------|----------|--------|
| Между расходами месяцев. | II и XII | II и I |
| Коэффициенты корреляции | 0,76 | 0,84 |

на основании которых были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 8.

| Для расходов февраля и | Уравнения регрессии. | №№ |
|------------------------|----------------------|----|
| Декабря | $Y = 0,605 y + 1,5$ | 1 |
| Января | $Y = 0,752 y + 0,5$ | 2 |

По вышеуказанным уравнениям регрессии были predeterminedены нижеследующие расходы февраля и ошибки их, выраженные в ‰‰‰ наблюдаемого стока (см. таблицу расходов № 8).

Из нижеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенного для февраля стока (расходов) получились в следующие годы: 1908, 1914, 1920 и 1921 и объясняются, как выше было указано, значительным понижением температуры: ноября в 1907 и 1919 г.г. (на 1,6° и на 5,3°) и февраля в 1921 г. (на 2,4°) и очень значительным повышением температуры в феврале 1914 года (на 6,4°), вследствие чего при больших оттепелях расходы увеличились от поверхностного стока осадков.

Если в нижеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedенных для февраля расходов составляли 50‰ и более, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedенных расходов:

| Ч и с л о л е т. | По ур. (1) 36 | По ур. (2) 36 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 20,3 | 11,3 |
| Наибольшие ошибки в % % | 47,8 | 41,7 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,7 | 0,0 |

Таблица расходов № 8.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в феврале в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 12,3 | 13,5 | 13,2 | 9,7 | 7,3 |
| 2 | 9 | 9,0 | 10,5 | 10,1 | 16,6 | 12,2 |
| 3 | 90 | 3,9 | 5,1 | 4,0 | 30,7 | 2,5 |
| 4 | 1891 | 5,9 | 6,9 | 6,1 | 16,9 | 3,3 |
| 5 | 2 | 4,7 | 4,6 | 4,8 | 2,1 | 2,1 |
| 6 | 3 | 5,7 | 7,2 | 6,2 | 29,8 | 8,7 |
| 7 | 4 | 10,4 | 10,5 | 10,4 | 1,0 | 0,0 |
| 8 | 5 | 12,4 | 15,3 | 14,2 | 23,3 | 14,5 |
| 9 | 6 | 6,0 | 8,3 | 6,7 | 38,3 | 11,6 |
| 10 | 7 | 5,2 | 6,6 | 5,5 | 26,9 | 5,7 |
| 11 | 8 | 5,5 | 3,7 | 4,0 | 32,7 | 27,2 |
| 12 | 9 | 22,7 | 14,7 | 18,7 | 35,2 | 17,6 |
| 13 | 900 | 8,5 | 9,2 | 8,9 | 8,2 | 4,7 |
| 14 | 1901 | 7,8 | 7,2 | 8,8 | 7,6 | 12,8 |
| 15 | 2 | 2,9 | 3,0 | 2,7 | 3,4 | 6,8 |
| 16 | 3 | 11,6 | 13,9 | 12,3 | 19,8 | 6,0 |
| 17 | 4 | 12,8 | 13,1 | 13,4 | 2,3 | 4,6 |
| 18 | 5 | 12,7 | 11,3 | 13,7 | 11,0 | 7,8 |
| 19 | 6 | 13,6 | 13,7 | 14,6 | 0,7 | 7,3 |
| 20 | 7 | 8,7 | 8,9 | 9,5 | 2,2 | 9,1 |
| 21 | 8 | 2,3 | 3,4 | 2,5 | 47,8 | 8,6 |
| 22 | 9 | 10,6 | 14,0 | 12,5 | 32,0 | 17,9 |
| 23 | 10 | 7,6 | 5,4 | 6,7 | 28,9 | 11,8 |
| 24 | 1911 | 13,0 | 10,1 | 14,0 | 22,3 | 7,6 |
| 25 | 2 | 7,0 | 8,6 | 6,0 | 22,8 | 14,2 |
| 26 | 3 | 8,6 | 7,0 | 9,2 | 18,6 | 6,9 |
| 27 | 4 | 19,9 | 10,5 | 11,6 | 47,2 | 41,7 |
| 28 | 5 | 4,2 | 4,5 | 4,2 | 7,1 | 0,0 |
| 29 | 6 | 6,6 | 5,8 | 5,6 | 12,1 | 15,1 |
| 30 | 7 | 9,5 | 13,7 | 10,4 | 44,2 | 9,4 |
| 31 | 8 | 15,5 | 13,8 | 14,4 | 10,9 | 7,0 |
| 32 | 9 | 4,7 | 6,5 | 5,6 | 38,2 | 19,1 |
| 33 | 20 | 2,5 | 3,9 | 3,9 | 56,0 | 56,0 |
| 34 | 1921 | 1,6 | 3,7 | 2,6 | 131,2 | 62,5 |
| 35 | 2 | 4,7 | 5,6 | 4,9 | 19,1 | 4,2 |
| 36 | 3 | 6,2 | 7,9 | 7,9 | 27,4 | 27,4 |
| 37 | 4 | 19,2 | 19,5 | 20,7 | 1,5 | 7,8 |
| 38 | 5 | 7,3 | 4,9 | 4,7 | 32,8 | 35,6 |

V. Март.

1) Зависимость между расходами марта и осадками.

Зависимость между расходами (стоком) марта и осадками предшествовавшего периода выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Осадки за месяц. | V—XII | V—II | IX—XII | IX—I | IX—II | XI—II | X—II |
|--------------------------|-------|------|--------|------|-------|-------|------|
| Коэффициенты корреляции. | 0,53 | 0,65 | 0,64 | 0,70 | 0,78 | 0,69 | 0,72 |

Из вышеприведенных коэффициентов корреляции видно, что наибольшая зависимость существует между стоком марта и суммами осадков: с сентября по февраль, с сентября по январь.

Соответственно найденным коэффициентам корреляции были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 9.

| Суммы осадков за месяцы: | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|----------------------|----|
| V—XII | $Y = 0,0374 x - 7,9$ | 1 |
| IX—XII | $Y = 0,0847 x - 6,2$ | 2 |
| IX—I | $Y = 0,0896 x - 9,6$ | 3 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены следующие расходы (сток) для марта и ошибки их в ‰‰‰ наблюдаемых расходов: (см. таблицу расходов № 9).

Из этой таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных для марта расходов получились в следующие годы: 1) 1890, 2) 1892, 3) 1898, 4) 1901, 5) 1902, 6) 1910, 7) 1914, 8) 1916, 9) 1919, 10) 1922 и 11) 1923 г., при чем в 1892 г., 1898 г., 1901 г., 1916 г., 1919 г., 1922 г. и 1923 г. большие ошибки predeterminedенных расходов можно объяснить более или менее значительным понижением температуры марта, а в 1890, 1910 и 1914 г.г.—повышением температуры марта и вследствие этого ранним началом весеннего половодья, и при этом в первом случае predeterminedенные расходы превышают наблюдаемые, а во втором случае, наоборот, predeterminedенные расходы меньше наблюдаемых.

Таблица расходов № 9.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в марте в мм. | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | |
|----------------|----------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| | | По наблюд. | По уравни- нию (1). | По уравни- нию (2). | По уравни- нию (3). | По уравни- нию (1). | По уравни- нию (2). | По уравни- нию (3). |
| 1 | 1888 | 9,8 | 11,9 | 12,8 | 12,5 | 21,4 | 30,6 | 27,5 |
| 2 | 9 | 8,2 | 7,7 | 10,6 | 10,0 | 6,0 | 29,2 | 21,9 |
| 3 | 90 | 7,5 | 4,6 | 3,5 | 3,5 | 38,6 | 53,3 | 53,3 |
| 4 | 1891 | 6,3 | 8,1 | 7,6 | 6,4 | 28,5 | 20,6 | 1,6 |
| 5 | 2 | 4,6 | 8,6 | 7,4 | 6,3 | 86,9 | 60,8 | 36,9 |
| 6 | 3 | 5,7 | 9,3 | 6,6 | 5,5 | 63,1 | 15,7 | 3,5 |
| 7 | 4 | 10,5 | 9,5 | 10,8 | 9,8 | 9,5 | 2,8 | 6,6 |
| 8 | 5 | 10,6 | 12,7 | 8,1 | 7,6 | 19,8 | 23,5 | 2,8 |
| 9 | 6 | 6,1 | 7,1 | 5,7 | 5,5 | 16,3 | 6,5 | 9,8 |
| 10 | 7 | 6,2 | 8,3 | 6,4 | 6,0 | 33,8 | 3,2 | 3,2 |
| 11 | 8 | 5,7 | 7,4 | 8,4 | 8,7 | 29,8 | 47,3 | 52,6 |
| 12 | 9 | 21,3 | 12,9 | 16,4 | 19,0 | 39,4 | 23,0 | 10,7 |
| 13 | 900 | 8,5 | 9,2 | 11,2 | 10,8 | 8,2 | 31,7 | 27,0 |
| 14 | 1901 | 7,7 | 10,1 | 14,1 | 13,7 | 31,1 | 83,1 | 77,9 |
| 15 | 2 | 3,9 | 5,7 | 4,9 | 6,7 | 46,1 | 25,6 | 71,7 |
| 16 | 3 | 18,6 | 16,2 | 9,1 | 9,8 | 12,9 | 51,0 | 47,3 |
| 17 | 4 | 10,4 | 12,9 | 8,6 | 7,6 | 24,0 | 17,3 | 26,9 |
| 18 | 5 | 12,1 | 11,6 | 10,0 | 10,1 | 4,1 | 17,3 | 17,3 |
| 19 | 6 | 12,9 | 13,2 | 15,1 | 15,5 | 2,3 | 17,0 | 20,1 |
| 20 | 7 | 8,0 | 10,4 | 9,0 | 8,1 | 30,0 | 12,5 | 1,2 |
| 21 | 8 | 2,5 | 6,2 | 2,0 | 2,3 | 148,0 | 20,0 | 8,0 |
| 22 | 9 | 9,1 | 14,0 | 11,9 | 10,5 | 53,8 | 30,7 | 15,3 |
| 23 | 10 | 14,1 | 7,3 | 6,2 | 7,6 | 48,2 | 56,0 | 46,0 |
| 24 | 1911 | 12,3 | 10,9 | 10,0 | 10,2 | 11,3 | 18,6 | 17,0 |
| 25 | 2 | 13,8 | 9,0 | 12,1 | 11,7 | 34,7 | 12,3 | 15,2 |
| 26 | 3 | 12,3 | 8,2 | 13,5 | 12,7 | 33,3 | 9,7 | 3,2 |
| 27 | 4 | 29,0 | 9,8 | 13,3 | 14,3 | 66,2 | 54,1 | 50,6 |
| 28 | 5 | 4,4 | 5,4 | 8,3 | 9,8 | 22,7 | 88,6 | 22,7 |
| 29 | 6 | 6,3 | 7,4 | 9,6 | 10,4 | 17,4 | 52,3 | 65,0 |
| 30 | 7 | 8,4 | 10,8 | 10,7 | 11,0 | 28,5 | 27,3 | 30,9 |
| 31 | 8 | 15,5 | 12,8 | 14,3 | 16,4 | 17,4 | 7,7 | 5,8 |
| 32 | 9 | 4,4 | 8,7 | 7,4 | 5,5 | 97,7 | 68,1 | 25,0 |
| 33 | 20 | 6,6 | 8,1 | 7,8 | 7,3 | 22,7 | 18,1 | 10,6 |
| 34 | 1921 | 3,5 | 3,5 | 4,2 | 4,6 | 0,0 | 40,0 | 31,4 |
| 35 | 2 | 5,0 | 9,8 | 10,8 | 10,9 | 96,0 | 116,0 | 118,0 |
| 36 | 3 | 4,6 | 8,3 | 6,9 | 6,5 | 80,4 | 50,0 | 41,3 |
| 37 | 4 | 16,3 | 14,6 | 16,0 | 16,3 | 10,4 | 1,8 | 0,0 |
| 38 | 5 | 9,8 | 7,6 | 6,8 | 7,7 | 22,4 | 30,6 | 21,4 |

Таким образом, в марте, который является переходным временем от зимы на весну, на величину ошибки predeterminedных расходов влияют иные причины, чем те, от которых зависят наибольшие ошибки расходов, predeterminedных для месяцев зимнего периода.

Если в вышеприведенной таблице исключить те годы из числа 38, в которые ошибки predeterminedных расходов составляли 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedных для марта расходов (стока).

| Число лет. | По ур. (1) 30 | По ур. (2) 28 | По ур. (3) 30 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 22,4 | 21,1 | 17,8 |
| Наибольшие ошибки в % % | 48,2 | 50,0 | 47,3 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,0 | 1,8 | 0,0 |

2) *Зависимость между расходами марта и расходами января и февраля.*

Зависимость между расходами марта и расходами января и февраля выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | III и I | III и II |
|-----------------------------------|---------|----------|
| Коэффициенты корреляции | 0,69 | 0,78 |

на основании которых были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 10.

| Для расходов марта и | Уравнения регрессии. | №№ |
|----------------------|----------------------|----|
| Января | $Y = 0,613 y + 2,7$ | 1 |
| Февраля | $Y = 0,77 y + 2,7$ | 2 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены нижеследующий сток (расходы) марта и ошибки его, выраженные в 0/0/0 наблюдаемого стока.

Таблица расходов № 10.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в марте в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 9,8 | 13,1 | 12,2 | 33,6 | 24,4 |
| 2 | 9 | 8,2 | 10,5 | 9,6 | 28,0 | 17,0 |
| 3 | 90 | 7,5 | 5,5 | 5,7 | 26,6 | 24,0 |
| 4 | 1891 | 6,3 | 7,2 | 7,2 | 14,2 | 14,2 |
| 5 | 2 | 4,6 | 6,2 | 6,3 | 34,7 | 36,9 |
| 6 | 3 | 5,7 | 7,4 | 7,1 | 29,8 | 24,5 |
| 7 | 4 | 10,5 | 10,8 | 10,7 | 2,8 | 1,9 |
| 8 | 5 | 10,6 | 13,9 | 12,2 | 31,1 | 15,0 |
| 9 | 6 | 6,1 | 7,7 | 7,3 | 34,4 | 19,6 |
| 10 | 7 | 6,2 | 6,7 | 6,7 | 6,4 | 8,0 |
| 11 | 8 | 5,7 | 5,6 | 6,9 | 1,7 | 21,0 |
| 12 | 9 | 21,3 | 17,5 | 20,2 | 17,8 | 5,1 |
| 13 | 900 | 8,5 | 9,6 | 9,2 | 12,9 | 8,2 |
| 14 | 1901 | 7,7 | 9,4 | 8,7 | 22,0 | 12,9 |
| 15 | 2 | 3,9 | 4,5 | 4,9 | 15,3 | 25,6 |
| 16 | 3 | 18,6 | 12,3 | 11,6 | 33,8 | 37,6 |
| 17 | 4 | 10,4 | 13,2 | 12,6 | 26,9 | 21,1 |
| 18 | 5 | 12,1 | 13,4 | 12,5 | 10,7 | 3,3 |
| 19 | 6 | 12,9 | 14,2 | 13,2 | 10,0 | 2,3 |
| 20 | 7 | 8,0 | 10,1 | 9,4 | 26,2 | 17,5 |
| 21 | 8 | 2,5 | 4,3 | 4,5 | 72,0 | 80,0 |
| 22 | 9 | 9,1 | 12,4 | 10,9 | 36,2 | 19,7 |
| 23 | 10 | 14,1 | 7,8 | 8,6 | 44,6 | 39,0 |
| 24 | 1911 | 12,3 | 13,7 | 12,7 | 11,3 | 3,2 |
| 25 | 2 | 13,8 | 7,2 | 8,1 | 47,8 | 41,3 |
| 26 | 3 | 12,3 | 9,7 | 9,3 | 21,1 | 24,3 |
| 27 | 4 | 29,0 | 11,8 | 18,0 | 59,3 | 37,9 |
| 28 | 5 | 4,4 | 5,7 | 5,9 | 29,5 | 34,0 |
| 29 | 6 | 6,3 | 6,9 | 7,8 | 9,5 | 23,8 |
| 30 | 7 | 8,4 | 10,8 | 10,0 | 28,5 | 19,0 |
| 31 | 8 | 15,5 | 14,0 | 14,6 | 9,6 | 5,8 |
| 32 | 9 | 4,4 | 6,9 | 6,3 | 56,8 | 43,1 |
| 33 | 20 | 6,6 | 5,5 | 4,6 | 16,6 | 30,3 |
| 34 | 1921 | 3,5 | 4,4 | 3,9 | 25,7 | 11,4 |
| 35 | 2 | 5,0 | 6,3 | 6,3 | 26,0 | 26,0 |
| 36 | 3 | 4,6 | 8,7 | 7,5 | 89,1 | 63,0 |
| 37 | 4 | 16,3 | 19,2 | 17,5 | 17,7 | 7,3 |
| 38 | 5 | 9,8 | 6,1 | 8,3 | 37,7 | 15,3 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedных расходов для марта получились в 1908 и 1923 г., и, как выше было указано, объясняются пониженной температурой марта, а значительные ошибки, полученные в 1903 и 1914 гг., повышенной температурой марта (и февраля) и ранним вскрытием рек.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedных расходов превышают 50%, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedных расходов:

| Число лет. | По ур. (1) 34 | По ур. (1) 36 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 23,0 | 20,0 |
| Наибольшие ошибки в % % | 47,8 | 43,1 |
| Наименьшие ошибки в % % | 1,7 | 1,9 |

VI. Апрель.

1) *Зависимость между расходами апреля и осадками предшествующего периода.*

При определении зависимости между расходами апреля и осадками предшествующего периода были получены следующие коэффициенты корреляции:

| Осадки за месяцы. | IX—II | IX—III | XI—II | XI—III |
|-----------------------------------|-------|--------|-------|--------|
| Коэффициенты корреляции | 0,64 | 0,67 | 0,44 | 0,59 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами апреля и суммами осадков: с сентября по март, с сентября по февраль.

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 11.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|----------------------|----|
| IX—II | $Y = 0,158 x - 6,6$ | 1 |
| IX—III | $Y = 0,15 x - 8,6$ | 2 |
| XI—II | $Y = 0,147 x + 12,5$ | 3 |
| XI—III | $Y = 0,174 x + 4,6$ | 4 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedны следующие расходы апреля и ошибки в ‰‰‰ наблюдаемых расходов:

Таблица расходов № 11.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в апреле в мм. | | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | | |
|----------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | По наблюд. | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (4). | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (4). |
| 1 | 1888 | 43,1 | 36,8 | 35,1 | 29,3 | 28,1 | 16,2 | 18,5 | 32,0 | 34,8 |
| 2 | 9 | 27,7 | 31,2 | 30,9 | 30,6 | 30,2 | 12,6 | 11,5 | 10,4 | 9,0 |
| 3 | 90 | 28,6 | 19,0 | 19,8 | 25,6 | 24,8 | 33,5 | 30,7 | 10,4 | 13,2 |
| 4 | 1891 | 18,8 | 24,7 | 25,9 | 24,3 | 24,1 | 31,3 | 37,7 | 29,2 | 28,1 |
| 5 | 2 | 13,3 | 25,2 | 24,1 | 26,8 | 24,4 | 89,4 | 81,2 | 101,5 | 83,4 |
| 6 | 3 | 17,1 | 23,6 | 23,8 | 27,2 | 26,4 | 38,0 | 39,1 | 59,0 | 54,2 |
| 7 | 4 | 41,8 | 31,6 | 30,4 | 28,2 | 26,4 | 24,4 | 27,2 | 52,5 | 36,9 |
| 8 | 5 | 19,4 | 25,6 | 24,7 | 26,8 | 24,6 | 31,9 | 27,3 | 38,1 | 26,8 |
| 9 | 6 | 22,5 | 23,1 | 22,9 | 25,9 | 24,3 | 2,6 | 1,8 | 15,1 | 8,0 |
| 10 | 7 | 39,0 | 25,0 | 24,7 | 28,1 | 26,9 | 35,8 | 36,6 | 27,9 | 31,0 |
| 11 | 8 | 22,0 | 30,2 | 29,5 | 31,0 | 30,2 | 37,2 | 34,0 | 40,9 | 37,2 |
| 12 | 9 | 49,9 | 49,5 | 49,8 | 41,8 | 45,1 | 0,8 | 0,2 | 16,2 | 9,6 |
| 13 | 900 | 30,8 | 36,1 | 34,3 | 32,3 | 30,9 | 17,2 | 11,3 | 4,8 | 0,3 |
| 14 | 1901 | 32,3 | 39,7 | 39,4 | 29,7 | 29,6 | 22,9 | 21,9 | 8,0 | 8,3 |
| 15 | 2 | 25,3 | 26,0 | 27,1 | 35,0 | 36,8 | 2,7 | 7,1 | 38,3 | 45,4 |
| 16 | 3 | 58,9 | 35,4 | 34,9 | 34,3 | 34,5 | 39,8 | 40,7 | 41,7 | 41,4 |
| 17 | 4 | 22,6 | 27,8 | 25,4 | 29,6 | 26,4 | 23,0 | 12,3 | 30,9 | 16,8 |
| 18 | 5 | 33,9 | 31,2 | 31,4 | 34,1 | 35,1 | 7,9 | 7,3 | 0,6 | 3,5 |
| 19 | 6 | 31,2 | 40,8 | 42,7 | 30,6 | 33,3 | 30,7 | 36,8 | 1,9 | 6,7 |
| 20 | 7 | 21,6 | 26,9 | 24,4 | 33,7 | 31,0 | 24,5 | 12,9 | 56,0 | 43,5 |
| 21 | 8 | 10,7 | 18,7 | 16,9 | 26,8 | 23,4 | 74,7 | 57,9 | 150,4 | 118,6 |
| 21 | 9 | 20,7 | 31,5 | 32,1 | 23,2 | 22,5 | 52,1 | 55,0 | 12,0 | 8,6 |
| 23 | 10 | 39,5 | 27,7 | 28,5 | 34,0 | 35,2 | 29,8 | 27,8 | 13,9 | 10,8 |
| 24 | 1911 | 22,8 | 32,6 | 30,6 | 37,2 | 36,1 | 42,9 | 34,2 | 63,1 | 58,3 |
| 25 | 2 | 35,5 | 33,9 | 37,4 | 30,3 | 34,5 | 4,5 | 5,3 | 14,6 | 2,8 |
| 26 | 3 | 50,7 | 38,8 | 40,6 | 32,1 | 34,9 | 23,4 | 19,9 | 36,6 | 31,1 |
| 27 | 4 | 47,5 | 41,0 | 42,1 | 44,0 | 48,3 | 13,6 | 11,3 | 7,3 | 1,7 |
| 28 | 5 | 25,9 | 33,9 | 36,4 | 35,7 | 39,7 | 30,8 | 40,5 | 37,8 | 53,2 |
| 29 | 6 | 35,2 | 31,6 | 32,7 | 36,6 | 38,9 | 10,2 | 7,1 | 3,9 | 10,5 |
| 30 | 7 | 31,2 | 33,4 | 31,8 | 30,4 | 28,6 | 7,0 | 1,9 | 2,5 | 8,3 |
| 31 | 8 | 35,0 | 42,5 | 39,3 | 35,3 | 33,1 | 21,4 | 12,2 | 1,1 | 5,4 |
| 32 | 9 | 23,1 | 24,5 | 24,6 | 24,6 | 23,0 | 6,0 | 6,4 | 6,4 | 0,4 |
| 33 | 20 | 39,5 | 25,9 | 25,0 | 26,3 | 23,9 | 34,4 | 36,7 | 33,4 | 39,4 |
| 34 | 1921 | 33,3 | 20,1 | 22,5 | 24,3 | 25,1 | 39,6 | 32,4 | 27,0 | 24,6 |
| 35 | 2 | 35,4 | 35,0 | 34,9 | 31,6 | 31,9 | 1,1 | 1,4 | 10,7 | 9,8 |
| 36 | 3 | 12,7 | 24,2 | 21,6 | 28,1 | 24,1 | 90,5 | 70,0 | 121,2 | 89,7 |
| 37 | 4 | 49,1 | 45,2 | 47,1 | 40,0 | 44,6 | 7,9 | 4,0 | 18,5 | 9,1 |
| 38 | 5 | 30,8 | 30,2 | 32,4 | 35,1 | 38,4 | 1,9 | 35,1 | 13,9 | 24,6 |

Из этой таблицы видно, что наибольшие ошибки предопределенного для апреля стока (расходов) получились в следующие годы: 1892, 1908 и 1923 год, и объясняются пониженной температурой апреля (на $2,0^{\circ}$ — $3,0^{\circ}$ ниже нормы) и поздним вскрытием рек (18—24 апреля при норме 8 апреля). Значительные ошибки получились также для 1903 года, когда наблюдалась повышенная температура апреля (на $2,6^{\circ}$ выше нормы) и раннее вскрытие рек (20 марта).

Таким образом значительные ошибки предопределенных для апреля расходов зависят или от пониженной температуры в этом месяце и позднего вскрытия рек, или от повышенной температуры и раннего вскрытия рек.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных расходов составляют 50% и более, то получатся нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки предопределенных для апреля расходов:

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 34 | По ур. (2) 34 | По ур. (3) 32 | По ур. (4) 32 |
|---------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 20,8 | 19,4 | 19,3 | 18,4 |
| Наибольшие ошибки в % % | 42,9 | 40,7 | 41,7 | 45,4 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,8 | 0,2 | 0,6 | 0,3 |

2) *Зависимость между расходами апреля и расходами марта и февраля.*

Зависимость между расходами апреля и расходами марта и февраля выражается следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | IV и II | IV и III |
|-----------------------------------|---------|----------|
| Коэффициенты корреляции | 0,44 | 0,68 |

на основании которых были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 12.

| Для расходов. | Уравнения регрессии. | №№ |
|---------------|----------------------|----|
| IV и II | $Y = 0,915 y + 22,9$ | 1 |
| IV и III | $Y = 1,438 y + 17,3$ | 2 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены нижеследующий сток (расходы) и ошибки его, выраженные в ‰‰‰ наблюдаемого стока. (См. таблицу расходов № 12).

Из нижеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных расходов для апреля получились в 1892 г., 1908 г., 1911 г. и 1923 г. и, как и при predeterminedении расходов по осадкам, объясняются пониженной температурой апреля в эти годы и запоздалым вскрытием рек.

Значительные ошибки predeterminedенных расходов для апреля в 1893 г., 1895 г., 1907 и 1909 г. также объясняются пониженной температурой апреля (на 3,5°; 1,2°; 1,0° и 5,0° ниже нормы). Значительные же ошибки в 1903 г., 1913 г. и 1920 г. объясняются, напротив, повышенной температурой апреля (на 2,6°; на 3,4° и на 3,8° выше нормы) и ранним вскрытием рек (в конце марта), вследствие чего predeterminedенные в эти годы расходы оказались менее наблюдавшихся, тогда как расходы, predeterminedенные в те годы, когда температура апреля была ниже нормы, были больше наблюдавшихся.

Если в нижеприведенной таблице № 12 исключить из числа 38 лет, те годы, для которых ошибки predeterminedенных расходов составляли 50‰‰ и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedенных для апреля расходов.

| Число лет. | По ур. (1) 30 | По ур. (2) 33 |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в ‰‰ | 18,9 | 18,5 |
| Наибольшие ошибки в ‰‰ | 43,1 | 49,1 |
| Наименьшие ошибки в ‰‰ | 0,3 | 1,7 |

Таблица расходов № 12.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в апреле в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 43,1 | 34,2 | 31,4 | 20,6 | 27,1 |
| 2 | 9 | 27,7 | 31,1 | 29,1 | 12,2 | 5,0 |
| 3 | 90 | 28,6 | 26,5 | 28,1 | 7,3 | 1,7 |
| 4 | 1891 | 18,8 | 28,3 | 26,4 | 50,5 | 40,4 |
| 5 | 2 | 13,3 | 27,2 | 23,9 | 104,5 | 79,6 |
| 6 | 3 | 17,1 | 28,1 | 25,5 | 64,3 | 49,1 |
| 7 | 4 | 41,8 | 32,4 | 32,4 | 22,4 | 22,4 |
| 8 | 5 | 19,4 | 34,3 | 32,5 | 76,8 | 67,5 |
| 9 | 6 | 22,5 | 28,4 | 26,1 | 26,2 | 16,0 |
| 10 | 7 | 39,0 | 27,7 | 26,2 | 28,9 | 32,8 |
| 11 | 8 | 22,0 | 27,9 | 25,5 | 26,8 | 15,9 |
| 12 | 9 | 49,9 | 43,6 | 47,9 | 12,6 | 4,0 |
| 13 | 900 | 30,8 | 30,7 | 29,5 | 0,3 | 4,2 |
| 14 | 1901 | 32,3 | 30,0 | 28,4 | 7,1 | 12,0 |
| 15 | 2 | 25,3 | 25,6 | 22,9 | 14,6 | 9,4 |
| 16 | 3 | 58,9 | 33,5 | 44,1 | 43,1 | 25,1 |
| 17 | 4 | 22,6 | 34,6 | 32,3 | 53,0 | 42,9 |
| 18 | 5 | 33,9 | 34,5 | 34,7 | 1,7 | 2,4 |
| 19 | 6 | 31,2 | 35,3 | 35,9 | 13,1 | 15,0 |
| 20 | 7 | 21,6 | 30,9 | 28,3 | 43,0 | 33,3 |
| 21 | 8 | 10,7 | 25,0 | 20,9 | 133,6 | 95,3 |
| 22 | 9 | 20,7 | 32,6 | 30,4 | 39,4 | 46,8 |
| 23 | 10 | 39,5 | 29,9 | 37,6 | 24,3 | 4,8 |
| 24 | 1911 | 22,8 | 34,8 | 35,0 | 52,6 | 53,5 |
| 25 | 2 | 35,5 | 29,3 | 37,1 | 17,4 | 4,5 |
| 26 | 3 | 50,7 | 30,8 | 35,0 | 39,2 | 31,0 |
| 27 | 4 | 47,5 | 41,1 | 59,0 | 13,4 | 24,2 |
| 28 | 5 | 25,9 | 26,7 | 23,6 | 3,1 | 8,8 |
| 29 | 6 | 35,2 | 28,9 | 26,4 | 17,8 | 25,0 |
| 30 | 7 | 31,2 | 31,6 | 29,4 | 1,3 | 5,7 |
| 31 | 8 | 35,0 | 37,1 | 39,6 | 6,0 | 13,1 |
| 32 | 9 | 23,1 | 27,2 | 23,6 | 17,7 | 2,2 |
| 33 | 20 | 39,5 | 25,2 | 26,8 | 36,2 | 32,1 |
| 34 | 1921 | 33,3 | 24,4 | 22,3 | 26,7 | 33,0 |
| 35 | 2 | 35,4 | 27,2 | 34,5 | 23,1 | 2,5 |
| 36 | 3 | 12,7 | 28,6 | 23,9 | 125,1 | 88,1 |
| 37 | 4 | 49,1 | 40,5 | 40,7 | 17,5 | 17,1 |
| 38 | 5 | 30,8 | 29,6 | 31,4 | 3,1 | 1,9 |

М а й.

1) *Зависимость между расходами мая и осадками предшествующего периода.*

Зависимость между расходами (стоками) мая и осадками предшествующего периода выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Осадки за месяцы. | IX—III | IX—IV | XI—III | XI—IV |
|-------------------------------|--------|-------|--------|-------|
| Коэффиц. корреляции | 0,53 | 0,58 | 0,49 | 0,54 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами мая и суммами осадков: с сентября по апрель и с сентября по март.

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 13.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| IX—III | $Y = 0,119 x + 16,3$ | 1 |
| IX—IV | $Y = 0,1212 x + 11,8$ | 2 |
| XI—III | $Y = 0,144 x + 25,8$ | 3 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены следующие расходы (сток) мая и ошибки в %/о/о наблюдаемых расходов.

Таблица расходов № 13.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в мае в мм. | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | |
|----------------|----------------|------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| | | По наблюд. | По уравни- нию (1). | По уравни- нию (2). | По уравни- нию (3). | По уравни- нию (1). | По уравни- нию (2). | По уравни- нию (3). |
| 1 | 1888 | 42,4 | 50,9 | 50,3 | 45,2 | 20,0 | 18,6 | 6,6 |
| 2 | 9 | 49,7 | 47,6 | 48,2 | 47,0 | 4,2 | 3,0 | 5,4 |
| 3 | 90 | 25,1 | 33,8 | 39,4 | 42,5 | 54,5 | 56,9 | 69,3 |
| 4 | 1891 | 37,0 | 43,7 | 41,4 | 41,9 | 18,1 | 11,8 | 13,2 |
| 5 | 2 | 45,3 | 42,2 | 40,4 | 42,2 | 6,8 | 10,8 | 6,8 |
| 6 | 3 | 49,4 | 42,0 | 40,2 | 43,8 | 14,9 | 18,6 | 11,3 |
| 7 | 4 | 44,8 | 47,2 | 44,3 | 43,8 | 5,3 | 1,1 | 2,2 |
| 8 | 5 | 49,7 | 42,7 | 41,6 | 42,4 | 14,0 | 16,2 | 14,6 |
| 9 | 6 | 42,5 | 41,3 | 40,0 | 42,1 | 2,8 | 5,8 | 0,9 |
| 10 | 7 | 49,7 | 42,7 | 41,7 | 44,2 | 14,0 | 1,6 | 11,0 |
| 11 | 8 | 42,2 | 46,5 | 45,9 | 47,0 | 10,1 | 9,0 | 11,3 |
| 12 | 9 | 66,5 | 62,6 | 64,4 | 59,4 | 5,8 | 3,1 | 10,6 |
| 13 | 900 | 64,0 | 50,3 | 50,0 | 47,5 | 21,4 | 21,8 | 25,7 |
| 14 | 1901 | 54,4 | 54,4 | 56,0 | 46,5 | 0,0 | 2,9 | 14,5 |
| 15 | 2 | 54,7 | 44,6 | 44,3 | 52,4 | 18,4 | 19,0 | 4,2 |
| 16 | 3 | 54,1 | 50,8 | 51,3 | 50,6 | 6,0 | 5,1 | 6,4 |
| 17 | 4 | 32,7 | 43,3 | 41,0 | 43,8 | 32,4 | 25,3 | 33,9 |
| 18 | 5 | 59,6 | 48,1 | 49,4 | 51,0 | 19,2 | 17,1 | 14,4 |
| 19 | 6 | 40,6 | 57,0 | 55,2 | 49,6 | 39,3 | 34,9 | 21,2 |
| 20 | 7 | 41,5 | 42,5 | 44,6 | 47,7 | 2,4 | 7,4 | 14,9 |
| 21 | 8 | 35,8 | 36,5 | 36,3 | 41,4 | 1,9 | 1,3 | 15,6 |
| 22 | 9 | 48,1 | 48,5 | 50,5 | 40,6 | 0,8 | 4,9 | 15,5 |
| 23 | 10 | 37,9 | 45,7 | 44,2 | 51,1 | 20,5 | 16,6 | 35,6 |
| 24 | 1911 | 67,0 | 47,4 | 47,7 | 51,9 | 29,2 | 28,8 | 22,5 |
| 25 | 2 | 45,3 | 52,8 | 53,4 | 50,6 | 16,5 | 17,8 | 11,6 |
| 26 | 3 | 43,0 | 55,3 | 56,4 | 50,9 | 28,6 | 31,1 | 18,3 |
| 27 | 4 | 51,0 | 56,5 | 55,9 | 61,9 | 10,7 | 9,6 | 21,3 |
| 28 | 5 | 60,4 | 52,0 | 52,9 | 54,9 | 13,9 | 12,4 | 9,1 |
| 29 | 6 | 50,2 | 49,0 | 47,2 | 54,2 | 2,4 | 5,9 | 7,9 |
| 30 | 7 | 56,8 | 48,3 | 51,7 | 45,7 | 14,9 | 8,9 | 19,5 |
| 31 | 8 | 44,4 | 54,3 | 51,7 | 49,4 | 22,2 | 16,4 | 11,2 |
| 32 | 9 | 42,8 | 42,6 | 42,8 | 41,1 | 0,5 | 0,0 | 3,9 |
| 33 | 20 | 37,9 | 42,8 | 44,6 | 41,8 | 12,9 | 17,6 | 10,2 |
| 34 | 1921 | 27,2 | 40,9 | 40,5 | 42,8 | 50,3 | 48,8 | 57,3 |
| 35 | 2 | 77,9 | 50,8 | 53,0 | 48,4 | 34,7 | 31,9 | 37,8 |
| 36 | 3 | 43,1 | 40,2 | 40,9 | 41,9 | 6,7 | 5,1 | 2,8 |
| 37 | 4 | 65,4 | 60,4 | 62,7 | 58,9 | 7,6 | 4,1 | 9,9 |
| 38 | 5 | 32,3 | 48,8 | 49,4 | 53,7 | 51,0 | 52,9 | 66,2 |

Из этой таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных для мая расходов получились в следующие годы: 1890 г., 1921 г., 1925 г. и в эти годы наблюдалось наименьшее весеннее половодье, причем в эти годы наивысшие весенние расходы наблюдались не в мае, как обычно, а в апреле. Значительные ошибки predeterminedенных расходов, полученные в 1904 г., 1906 г. и 1910 г., объясняются теми же причинами, а значительные ошибки, полученные в 1922 г., напротив, объясняются чрезвычайно большим половодьем в этом году и наивысшими за 38 лет расходами.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedенных расходов составляли 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для мая.

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 35 | По ур. (2) 36 | По ур. (3) 35 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 13,7 | 13,7 | 13,8 |
| Наибольшие ошибки в % % | 39,3 | 48,8 | 37,8 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,0 | 0,0 | 0,9 |

2) *Зависимость между расходами мая и расходами апреля и марта.*

Зависимость между расходами мая и расходами апреля и марта выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | V и IV | V и III |
|-----------------------------------|--------|---------|
| Коэффициенты корреляции | 0,25 | 0,23 |

Соответственно этим коэффициентам были составлены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 14.

| Для расходов месяцев. | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| V и IV | $Y = 0,252 y + 39,9$ | 1 |
| V и III | $Y = 0,5 y + 44,4$ | 2 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены для мая нижеследующий сток (расходы) и ошибки его, выраженные в ‰‰ наблюденного стока.

Таблица расходов № 14.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в мае в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 42,4 | 50,8 | 49,3 | 19,8 | 16,2 |
| 2 | 9 | 49,7 | 46,9 | 48,5 | 5,6 | 2,4 |
| 3 | 90 | 25,1 | 47,1 | 48,2 | 87,6 | 92,0 |
| 4 | 1891 | 37,0 | 44,6 | 47,6 | 20,5 | 28,6 |
| 5 | 2 | 45,3 | 43,3 | 46,7 | 4,4 | 3,0 |
| 6 | 3 | 49,4 | 44,2 | 47,3 | 10,5 | 4,2 |
| 7 | 4 | 44,8 | 50,4 | 49,7 | 12,5 | 10,9 |
| 8 | 5 | 49,7 | 44,8 | 49,7 | 9,8 | 0,0 |
| 9 | 6 | 42,5 | 45,6 | 47,4 | 7,2 | 11,5 |
| 10 | 7 | 49,7 | 49,7 | 47,5 | 0,0 | 4,4 |
| 11 | 8 | 42,2 | 45,4 | 47,3 | 7,5 | 12,0 |
| 12 | 9 | 66,5 | 52,5 | 55,1 | 21,0 | 17,1 |
| 13 | 900 | 64,0 | 47,7 | 48,7 | 25,4 | 23,9 |
| 14 | 1901 | 54,4 | 48,0 | 48,7 | 11,7 | 10,4 |
| 15 | 2 | 54,7 | 46,3 | 46,4 | 15,3 | 15,1 |
| 16 | 3 | 54,1 | 54,7 | 53,7 | 1,1 | 0,7 |
| 17 | 4 | 32,7 | 45,6 | 49,6 | 39,4 | 51,6 |
| 18 | 5 | 59,6 | 48,4 | 50,5 | 18,7 | 15,2 |
| 19 | 6 | 40,9 | 47,8 | 50,9 | 16,8 | 24,4 |
| 20 | 7 | 41,5 | 45,3 | 48,4 | 9,1 | 16,6 |
| 21 | 8 | 35,8 | 42,6 | 45,6 | 18,9 | 27,3 |
| 22 | 9 | 48,1 | 45,1 | 49,0 | 6,2 | 1,8 |
| 23 | 10 | 37,9 | 49,9 | 51,4 | 31,6 | 35,6 |
| 24 | 1911 | 67,0 | 45,6 | 50,5 | 31,9 | 24,6 |
| 25 | 2 | 45,3 | 48,8 | 51,3 | 7,7 | 13,2 |
| 26 | 3 | 43,0 | 52,6 | 50,3 | 22,3 | 16,9 |
| 27 | 4 | 51,0 | 51,9 | 58,9 | 1,7 | 15,4 |
| 28 | 5 | 60,4 | 46,4 | 46,6 | 23,1 | 22,8 |
| 29 | 6 | 50,2 | 48,8 | 47,6 | 2,7 | 5,1 |
| 30 | 7 | 56,8 | 47,8 | 48,6 | 15,8 | 14,4 |
| 31 | 8 | 44,4 | 48,7 | 52,2 | 9,6 | 17,5 |
| 32 | 9 | 42,8 | 45,7 | 46,6 | 6,7 | 8,8 |
| 33 | 20 | 37,9 | 49,9 | 47,7 | 31,6 | 25,8 |
| 34 | 1921 | 27,2 | 48,3 | 46,2 | 77,5 | 69,8 |
| 35 | 2 | 77,9 | 48,8 | 46,9 | 37,3 | 39,7 |
| 36 | 3 | 43,1 | 43,1 | 46,7 | 0,0 | 8,3 |
| 37 | 4 | 65,4 | 52,3 | 52,6 | 20,0 | 19,5 |
| 38 | 5 | 32,3 | 47,7 | 49,3 | 47,6 | 52,6 |

Из приведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedных для мая расходов по расходам получились в следующие годы: 1890 г., 1921 г. и значительные ошибки в 1904 г. и 1910 г., т. е. в те же годы, в которые получились и наибольшие ошибки расходов, predeterminedных для мая по осадкам и, как выше было указано, эти ошибки объясняются тем, что в указанные годы наблюдалось наименьшее за 38-летний период половодье. Значительные ошибки (около 40%) predeterminedных для мая расходов в 1922 г. объясняются самым большим за 38 лет половодьем в этом году и наивысшими расходами в мае.

Если из вышеприведенной таблицы исключить те годы, из числа 38 лет, для которых ошибки predeterminedных расходов составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для мая.

| Число лет. | По ур. (1) 36 | По ур. (2) 34 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 15,9 | 15,1 |
| Наибольшие ошибки в % % | 39,4 | 39,7 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,0 | 0,0 |

И ю н ь.

1) *Зависимость между расходами июня и осадками предшествующего периода.*

Зависимость между расходами (стоками) июня и осадками предшествующего периода выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Осадки за месяцы. | IX—IV | IX—V | XI—IV | XI—V | III—V |
|-------------------------------|-------|------|-------|------|-------|
| Коэффиц. корреляции | 0,47 | 0,55 | 0,47 | 0,55 | 0,38 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии.

Таблица уравнений № 15:

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| IX—IV | $Y = 0,0716 x + 11,5$ | 1 |
| IX—V | $Y = 0,0842 x + 3,8$ | 2 |
| XI—IV | $Y = 0,0936 x + 15,5$ | 3 |
| XI—V | $Y = 0,101 x + 9,4$ | 4 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedны следующие расходы (сток) июня и ошибки в 0/0/0 наблюдаемых расходов.

Таблица расходов № 15.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в июне в мм. | | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | | |
|----------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | По наблюд. | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (4). | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (4). |
| 1 | 1898 | 28,7 | 34,3 | 34,2 | 30,7 | 30,1 | 19,5 | 19,1 | 7,0 | 4,8 |
| 2 | 9 | 29,6 | 33,0 | 30,6 | 32,7 | 29,8 | 11,4 | 3,3 | 10,5 | 0,7 |
| 3 | 90 | 16,8 | 27,8 | 26,3 | 30,0 | 29,0 | 70,5 | 61,3 | 84,0 | 77,9 |
| 4 | 1891 | 22,6 | 29,0 | 30,2 | 27,3 | 29,1 | 28,3 | 23,6 | 20,7 | 28,8 |
| 5 | 2 | 33,3 | 28,4 | 28,7 | 27,9 | 28,8 | 14,7 | 13,8 | 16,2 | 13,5 |
| 6 | 3 | 35,8 | 28,3 | 25,5 | 28,9 | 26,3 | 20,9 | 28,7 | 19,2 | 26,5 |
| 7 | 4 | 36,0 | 30,7 | 34,0 | 28,0 | 32,0 | 14,7 | 5,5 | 22,2 | 11,1 |
| 8 | 5 | 31,2 | 29,1 | 25,4 | 28,5 | 24,5 | 6,7 | 18,5 | 8,6 | 21,4 |
| 9 | 6 | 31,1 | 28,2 | 28,2 | 28,2 | 28,9 | 9,3 | 9,3 | 9,3 | 7,0 |
| 10 | 7 | 30,2 | 29,2 | 28,1 | 29,8 | 29,1 | 3,3 | 6,9 | 1,3 | 3,6 |
| 11 | 8 | 29,6 | 31,6 | 33,1 | 31,8 | 33,7 | 6,7 | 11,8 | 7,4 | 13,8 |
| 12 | 9 | 46,1 | 42,6 | 43,6 | 41,5 | 41,4 | 7,5 | 5,4 | 10,0 | 10,1 |
| 13 | 900 | 43,4 | 34,1 | 34,3 | 32,4 | 32,3 | 21,4 | 20,9 | 25,3 | 25,5 |
| 14 | 1901 | 35,6 | 37,6 | 36,9 | 33,2 | 31,3 | 5,6 | 3,6 | 6,7 | 12,0 |
| 15 | 2 | 43,4 | 30,7 | 32,0 | 35,6 | 37,9 | 29,2 | 26,2 | 17,9 | 12,6 |
| 16 | 3 | 34,7 | 34,8 | 36,6 | 35,0 | 36,9 | 0,3 | 5,4 | 0,9 | 6,8 |
| 17 | 4 | 23,5 | 28,8 | 29,6 | 28,5 | 30,1 | 22,5 | 25,9 | 21,2 | 28,0 |
| 18 | 5 | 40,5 | 33,7 | 35,5 | 35,9 | 38,2 | 16,7 | 12,3 | 11,3 | 5,7 |
| 19 | 6 | 24,3 | 37,1 | 37,7 | 32,4 | 32,2 | 52,6 | 55,1 | 33,3 | 32,5 |
| 20 | 7 | 27,7 | 30,9 | 31,2 | 34,5 | 35,5 | 11,5 | 12,6 | 24,5 | 28,1 |
| 21 | 8 | 29,5 | 26,0 | 25,4 | 28,6 | 29,1 | 11,8 | 13,8 | 3,1 | 1,4 |
| 22 | 9 | 36,6 | 34,3 | 32,6 | 29,6 | 27,0 | 6,2 | 10,9 | 19,1 | 26,2 |
| 23 | 10 | 24,4 | 30,6 | 30,3 | 33,8 | 34,0 | 25,4 | 24,1 | 38,5 | 39,3 |
| 24 | 1911 | 45,0 | 32,7 | 32,1 | 35,7 | 35,3 | 27,3 | 28,6 | 20,6 | 21,5 |
| 25 | 2 | 32,7 | 36,1 | 37,6 | 35,0 | 36,3 | 4,8 | 14,9 | 7,0 | 11,0 |
| 26 | 3 | 27,1 | 37,8 | 37,0 | 35,5 | 33,6 | 39,4 | 36,5 | 30,9 | 23,9 |
| 27 | 4 | 34,5 | 37,6 | 37,1 | 41,4 | 40,6 | 8,9 | 7,5 | 20,0 | 17,6 |
| 28 | 5 | 40,7 | 35,8 | 36,4 | 38,1 | 38,6 | 12,0 | 10,5 | 6,3 | 5,1 |
| 29 | 6 | 32,6 | 32,4 | 32,1 | 35,5 | 35,5 | 0,6 | 1,5 | 8,0 | 8,8 |
| 30 | 7 | 36,0 | 35,1 | 33,7 | 34,0 | 32,0 | 2,5 | 6,3 | 5,5 | 11,1 |
| 31 | 8 | 30,9 | 35,1 | 34,0 | 31,8 | 30,0 | 13,5 | 10,0 | 2,9 | 2,9 |
| 32 | 9 | 27,5 | 29,8 | 26,9 | 28,7 | 25,5 | 8,3 | 2,1 | 4,2 | 7,2 |
| 33 | 20 | 23,0 | 30,9 | 28,6 | 30,4 | 27,9 | 34,3 | 24,3 | 32,1 | 21,3 |
| 34 | 1921 | 16,0 | 28,5 | 27,4 | 29,4 | 28,7 | 78,1 | 71,2 | 83,7 | 79,3 |
| 35 | 2 | 55,0 | 35,8 | 39,6 | 34,9 | 38,9 | 34,9 | 28,0 | 36,5 | 29,2 |
| 36 | 3 | 40,0 | 28,7 | 30,7 | 29,6 | 32,7 | 28,2 | 23,2 | 26,0 | 18,3 |
| 37 | 4 | 45,2 | 41,6 | 43,6 | 41,6 | 42,9 | 7,9 | 3,5 | 8,0 | 5,0 |
| 38 | 5 | 23,7 | 33,7 | 33,3 | 37,6 | 36,8 | 42,1 | 40,5 | 56,5 | 55,2 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки предопределенных для июня расходов получились в 1890 г. и 1921 г. и значительные ошибки в 1904, 1906, 1910, 1920 и в 1925 г., т. е. в те же годы, в которые наибольшие ошибки получились и для расходов, предопределенных для мая, и объясняются, как выше было указано, самым незначительным весенним половодьем в эти годы из числа всех 38 лет и ранним вскрытием рек.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных для июня расходов составляют 50% и более, то получатся следующие средние наибольшие и наименьшие ошибки для июня.

| Число лет. | По ур. (1) 35 | По ур. (2) 35 | По ур. (3) 35 | По ур. (4) 35 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 15,9 | 15,7 | 15,5 | 15,5 |
| Наибольшие ошибки в % % | 42,1 | 40,5 | 38,5 | 39,3 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,3 | 1,5 | 0,9 | 0,7 |

2) *Зависимость между расходами июня и расходами апреля и мая.*

Зависимость между расходами июня и расходами апреля и мая выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | VI и IV | VI и V |
|-----------------------------------|---------|--------|
| Коэффициенты корреляции | 0,106 | 0,93 |

Соответственно вышеприведенным коэффициентам корреляции были получены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 16.

| Для расходов месяцев. | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|-----------------------|----|
| VI и IV | $Y = 0,0779 y + 30,3$ | 1 |
| VI и V | $Y = 0,688 y - 0,1$ | 2 |

По уравнениям регрессии № 1 и № 2 были предопределены нижеследующий для июня сток (расходы) и ошибки его, выраженные в ‰‰ наблюдаемого стока.

Таблица расходов № 16.

| №. № по порядку. | Г о д ы. | Сток в июне в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|------------------|----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 28,7 | 33,7 | 29,1 | 17,4 | 1,3 |
| 2 | 9 | 29,6 | 32,5 | 34,1 | 9,7 | 15,2 |
| 3 | 90 | 16,3 | 32,5 | 17,2 | 99,3 | 5,5 |
| 4 | 1891 | 22,6 | 31,8 | 25,4 | 40,7 | 12,3 |
| 5 | 2 | 33,3 | 31,3 | 31,1 | 6,0 | 6,6 |
| 6 | 3 | 35,8 | 31,6 | 33,9 | 11,7 | 5,3 |
| 7 | 4 | 36,0 | 33,6 | 30,7 | 6,6 | 14,7 |
| 8 | 5 | 31,2 | 31,8 | 34,1 | 1,9 | 9,2 |
| 9 | 6 | 31,1 | 32,1 | 29,1 | 3,2 | 6,4 |
| 10 | 7 | 30,2 | 33,3 | 34,1 | 10,2 | 12,9 |
| 11 | 8 | 29,6 | 32,0 | 28,9 | 8,1 | 2,3 |
| 12 | 9 | 46,1 | 34,2 | 45,7 | 25,8 | 0,8 |
| 13 | 900 | 43,4 | 32,7 | 43,9 | 24,6 | 1,1 |
| 14 | 1901 | 35,6 | 32,8 | 37,3 | 7,8 | 4,7 |
| 15 | 2 | 43,4 | 32,3 | 37,5 | 25,5 | 13,5 |
| 16 | 3 | 34,7 | 34,9 | 37,1 | 0,6 | 6,9 |
| 17 | 4 | 23,5 | 32,1 | 22,4 | 36,5 | 4,6 |
| 18 | 5 | 40,5 | 32,9 | 40,9 | 18,7 | 1,0 |
| 19 | 6 | 24,3 | 32,7 | 28,0 | 34,5 | 15,2 |
| 20 | 7 | 27,7 | 32,0 | 28,5 | 15,5 | 2,8 |
| 21 | 8 | 29,5 | 31,1 | 24,5 | 5,4 | 16,9 |
| 22 | 9 | 36,6 | 31,9 | 33,0 | 12,8 | 9,8 |
| 23 | 10 | 24,4 | 33,4 | 26,0 | 36,8 | 6,5 |
| 24 | 1911 | 45,0 | 32,1 | 46,0 | 28,6 | 2,2 |
| 25 | 2 | 32,7 | 33,1 | 31,1 | 1,2 | 4,8 |
| 26 | 3 | 27,1 | 34,2 | 29,5 | 26,1 | 8,8 |
| 27 | 4 | 34,5 | 34,0 | 35,0 | 1,4 | 1,4 |
| 28 | 5 | 40,7 | 32,3 | 41,5 | 20,6 | 2,0 |
| 29 | 6 | 32,6 | 33,0 | 34,4 | 1,2 | 5,5 |
| 30 | 7 | 36,0 | 32,7 | 39,0 | 9,1 | 8,3 |
| 31 | 8 | 30,9 | 33,0 | 30,5 | 6,7 | 1,2 |
| 32 | 9 | 27,5 | 32,1 | 29,3 | 16,7 | 6,5 |
| 33 | 20 | 23,0 | 33,4 | 26,0 | 45,2 | 13,0 |
| 34 | 1921 | 16,0 | 32,9 | 18,6 | 105,6 | 16,2 |
| 35 | 2 | 55,0 | 33,1 | 53,5 | 39,8 | 2,7 |
| 36 | 3 | 40,0 | 31,3 | 29,6 | 21,7 | 26,0 |
| 37 | 4 | 45,2 | 34,1 | 44,9 | 24,5 | 0,7 |
| 38 | 5 | 23,7 | 32,7 | 22,1 | 37,9 | 6,7 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки предопределенных для июня расходов по расходам апреля получились в 1890 г. и 1921 г. и значительные ошибки в 1904 г., 1910, 1920 г. и в 1925 г., т. е. в те же годы, в которые были отмечены наибольшие ошибки предопределенных для июня расходов и по осадкам, и объясняются теми же причинами, т. е. ранним вскрытием рек (в марте) и самым незначительным за 38 летний период весенним половодьем. Значительные ошибки, полученные для 1922 г., а также для 1899 г., 1900 г., 1911 г., 1915 г. и в 1924 г. объясняются, как было выше указано, напротив, наибольшим за 38 летний период весенним половодьем.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных расходов составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки предопределенных для июня расходов.

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 36 | По ур. (2) 38 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 17,8 | 7,4 |
| Наибольшие ошибки в % % | 45,2 | 26,0 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,6 | 0,7 |

И ю л ь .

1) *Зависимость между расходами июля и осадками предшествующего периода.*

Зависимость между расходами (стоком) июля и осадками предшествующего периода выразилась следующими коэффициентами корреляции:

| Осадки за месяцы. | XI—V | XI—VI | III—VI | IX—V |
|----------------------------------|------|-------|--------|------|
| Коэффициент корреляции | 0,48 | 0,51 | 0,42 | 0,26 |

Вышеприведенные коэффициенты корреляции указывают, что наибольшая зависимость, существующая между расходами июля и суммами осадков за XI—VI и XI—V месяцев, а между суммами осадков с IX—V и расходами июля—зависимость наименьшая. На основании вышеуказанных коэффициентов корреляции были получены следующие уравнения регрессии.

Таблица уравнений № 17.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|----------------------|----|
| XI—V | $Y = 0,067 x + 7,7$ | 1 |
| XI—VI | $Y = 0,061 x + 4,8$ | 2 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены расходы (сток) июля и ошибки их, выраженные в % % наблюдаемых расходов. (См. таблицу расходов № 17).

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных для июля расходов получились в 1890 г., 1906 г. и 1921 г. и значительные ошибки получились для 1910, 1920 и 1925 г., т. е. в те же годы, в которые наибольшие ошибки получились и для расходов, predeterminedенных для мая и июня и объясняются, как было выше указано, самым малым весенним половодьем в эти годы из числа всех 38 лет и ранним вскрытием рек.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedенных расходов для июля составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для июля.

| Число лет. | По ур. (1) 35 | По ур. (2) 35 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 18,9 | 17,6 |
| Наибольшие ошибки в % % | 44,5 | 48,7 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,9 | 0,0 |

Таблица расходов № 17.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в июле в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 21,2 | 21,4 | 21,0 | 0,9 | 0,9 |
| 2 | 9 | 19,2 | 21,2 | 19,3 | 10,4 | 0,5 |
| 3 | 90 | 11,0 | 20,7 | 21,4 | 88,1 | 94,5 |
| 4 | 1891 | 15,1 | 20,8 | 19,4 | 37,7 | 28,4 |
| 5 | 2 | 28,7 | 20,6 | 21,6 | 28,2 | 24,7 |
| 6 | 3 | 25,2 | 18,9 | 18,4 | 25,0 | 26,9 |
| 7 | 4 | 28,5 | 22,7 | 23,6 | 20,3 | 17,1 |
| 8 | 5 | 24,9 | 17,7 | 19,4 | 28,9 | 22,0 |
| 9 | 6 | 21,2 | 20,6 | 19,1 | 2,8 | 9,9 |
| 10 | 7 | 16,6 | 20,8 | 20,2 | 25,3 | 21,6 |
| 11 | 8 | 24,3 | 23,8 | 24,3 | 2,1 | 0,0 |
| 12 | 9 | 37,1 | 28,9 | 30,6 | 22,1 | 17,7 |
| 13 | 900 | 26,2 | 22,9 | 22,4 | 12,5 | 14,5 |
| 14 | 1901 | 24,3 | 22,2 | 22,9 | 8,6 | 5,7 |
| 15 | 2 | 35,8 | 26,6 | 28,0 | 25,6 | 21,7 |
| 16 | 3 | 25,6 | 25,9 | 25,8 | 1,1 | 0,7 |
| 17 | 4 | 17,9 | 21,4 | 22,4 | 19,5 | 25,1 |
| 18 | 5 | 26,3 | 26,8 | 25,1 | 1,9 | 4,5 |
| 19 | 6 | 14,3 | 22,8 | 22,2 | 58,3 | 54,1 |
| 20 | 7 | 17,7 | 25,0 | 24,4 | 41,2 | 37,8 |
| 21 | 8 | 25,4 | 20,8 | 21,3 | 18,1 | 16,1 |
| 22 | 9 | 24,0 | 19,4 | 18,2 | 19,1 | 24,1 |
| 23 | 10 | 16,6 | 24,0 | 22,9 | 44,5 | 37,9 |
| 24 | 1911 | 26,5 | 24,9 | 24,4 | 6,0 | 7,9 |
| 25 | 2 | 21,7 | 25,5 | 24,7 | 17,5 | 13,8 |
| 26 | 3 | 18,7 | 23,8 | 23,0 | 27,2 | 22,9 |
| 27 | 4 | 20,9 | 28,4 | 26,6 | 35,8 | 27,2 |
| 28 | 5 | 26,7 | 27,1 | 26,0 | 1,4 | 2,6 |
| 29 | 6 | 23,4 | 25,0 | 25,3 | 6,8 | 8,1 |
| 30 | 7 | 26,9 | 22,7 | 20,6 | 15,6 | 23,4 |
| 31 | 8 | 25,0 | 21,4 | 23,0 | 14,4 | 8,0 |
| 32 | 9 | 20,5 | 18,4 | 19,4 | 10,2 | 5,3 |
| 33 | 20 | 13,9 | 20,0 | 19,9 | 43,8 | 43,1 |
| 34 | 1921 | 11,3 | 20,5 | 22,6 | 81,4 | 100,0 |
| 35 | 2 | 37,3 | 27,3 | 26,5 | 26,8 | 23,9 |
| 36 | 3 | 29,5 | 23,2 | 24,6 | 21,7 | 16,6 |
| 37 | 4 | 31,6 | 29,9 | 31,4 | 5,3 | 0,6 |
| 38 | 5 | 19,3 | 25,9 | 28,7 | 34,1 | 48,7 |

2) *Зависимость между расходами июля и расходами мая и июня.*

Зависимость между расходами июля и расходами мая и июня выражается следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | VII и V | VII и VI |
|-----------------------------------|---------|----------|
| Коэффициенты корреляции | 0,77 | 0,91 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 18.

| Для расходов месяцев. | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| VII и V | $Y = 0,432 y + 2,6$ | 1 |
| VII и VI | $Y = 0,689 y + 0,7$ | 2 |

По уравнениям регрессии № 1 и № 2 были predeterminedены нижеследующий сток (расходы) для июля и ошибки его, выраженные в ‰‰ наблюденного стока. (См. таблицу расходов № 18).

Из нижеприведенной таблицы видно, что predeterminedенные по расходам мая и июня расходы (сток) для июля не дают уже столь значительных ошибок, достигающих 50‰ и более, какие наблюдались в predeterminedенных расходах в предыдущие месяцы и только значительные (около 30‰) ошибки predeterminedенных расходов в 1906 г. и 1920 г. являются следствием уже незначительного влияния тех причин (раннее вскрытие рек и незначительное половодье), от которых, как было выше указано, зависят значительные ошибки predeterminedенных для мая и июня расходов.

Итак, для июля получают нижеследующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки predeterminedенных для этого месяца расходов.

Таблица расходов № 18.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в июле в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|-------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению. (2). |
| 1 | 1888 | 21,2 | 20,9 | 20,5 | 1,4 | 3,3 |
| 2 | 9 | 19,2 | 24,1 | 21,1 | 25,5 | 9,8 |
| 3 | 90 | 11,0 | 13,4 | 11,9 | 21,8 | 8,1 |
| 4 | 1891 | 15,1 | 18,6 | 16,3 | 23,1 | 7,9 |
| 5 | 2 | 28,7 | 22,2 | 23,6 | 22,6 | 17,7 |
| 6 | 3 | 25,2 | 23,9 | 25,4 | 5,1 | 0,8 |
| 7 | 4 | 28,5 | 22,0 | 25,5 | 22,8 | 10,5 |
| 8 | 5 | 24,9 | 24,1 | 22,2 | 3,2 | 10,8 |
| 9 | 6 | 21,2 | 21,0 | 22,1 | 0,9 | 4,2 |
| 10 | 7 | 16,6 | 24,1 | 21,5 | 45,1 | 29,5 |
| 11 | 8 | 24,3 | 20,8 | 21,1 | 14,4 | 13,2 |
| 12 | 9 | 37,1 | 31,3 | 32,5 | 15,5 | 12,3 |
| 13 | 900 | 26,2 | 30,2 | 30,6 | 15,2 | 16,7 |
| 14 | 1901 | 24,3 | 26,1 | 25,2 | 7,4 | 3,7 |
| 15 | 2 | 35,8 | 26,2 | 30,6 | 26,8 | 14,5 |
| 16 | 3 | 25,6 | 26,0 | 24,6 | 1,5 | 3,9 |
| 17 | 4 | 17,9 | 16,7 | 16,9 | 6,7 | 5,5 |
| 18 | 5 | 26,3 | 28,3 | 28,6 | 7,6 | 8,7 |
| 19 | 6 | 14,4 | 20,3 | 17,4 | 40,9 | 20,8 |
| 20 | 7 | 17,7 | 20,5 | 19,8 | 15,8 | 11,8 |
| 21 | 8 | 25,4 | 18,1 | 21,0 | 28,7 | 17,3 |
| 22 | 9 | 24,0 | 23,4 | 25,9 | 2,5 | 7,9 |
| 23 | 10 | 16,6 | 19,0 | 17,5 | 14,4 | 5,4 |
| 24 | 1911 | 26,5 | 31,5 | 31,7 | 18,8 | 19,6 |
| 25 | 2 | 21,7 | 22,2 | 23,2 | 2,3 | 6,9 |
| 26 | 3 | 18,7 | 21,2 | 19,4 | 13,3 | 3,7 |
| 27 | 4 | 20,9 | 24,6 | 24,5 | 17,7 | 17,2 |
| 28 | 5 | 26,7 | 28,7 | 28,7 | 7,4 | 7,4 |
| 29 | 6 | 23,4 | 24,3 | 23,2 | 3,8 | 0,8 |
| 30 | 7 | 26,9 | 27,1 | 25,5 | 0,7 | 5,2 |
| 31 | 8 | 25,0 | 21,8 | 22,0 | 12,8 | 16,0 |
| 32 | 9 | 20,5 | 21,1 | 19,7 | 2,9 | 3,9 |
| 33 | 20 | 13,9 | 19,0 | 16,5 | 36,6 | 18,7 |
| 34 | 1921 | 11,3 | 14,4 | 11,7 | 27,4 | 3,5 |
| 35 | 2 | 37,3 | 36,3 | 38,6 | 2,6 | 3,4 |
| 36 | 3 | 29,5 | 21,2 | 28,3 | 28,1 | 4,0 |
| 32 | 4 | 31,6 | 30,9 | 31,8 | 2,2 | 0,6 |
| 38 | 5 | 19,3 | 16,6 | 17,0 | 13,9 | 11,9 |

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 38 | По ур. (2) 38 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 14,7 | 9,7 |
| Наибольшие ошибки в % % | 45,1 | 29,5 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,7 | 0,6 |

А в г у с т .

1) *Зависимость между расходами августа и осадками предшествующего периода.*

Зависимость между расходами (стоком) августа и осадками предшествующего периода определилась следующими коэффициентами корреляции.

| О с а д к и з а м е с я ц ы . | XI—VI | XI—VII |
|-----------------------------------|-------|--------|
| Коэффициенты корреляции | 0,34 | 0,62 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 19.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| XI—VI | $Y = 0,0415 x + 4,2$ | 1 |
| XI—VII | $Y = 0,0743 x - 11,8$ | 2 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были предопределены расходы (сток) августа и ошибки их, выраженные в % % наблюдаемых расходов.

Таблица расходов № 19.

| № по порядку. | Г о д ы. | Сток в августе в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|---------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 15,0 | 15,2 | 12,9 | 1,3 | 14,0 |
| 2 | 9 | 13,1 | 14,0 | 12,3 | 6,8 | 6,1 |
| 3 | 90 | 6,5 | 15,5 | 13,9 | 138,4 | 113,8 |
| 4 | 1891 | 10,3 | 14,0 | 11,6 | 35,9 | 12,6 |
| 5 | 2 | 23,7 | 15,6 | 16,1 | 34,1 | 32,0 |
| 6 | 3 | 17,7 | 13,5 | 12,3 | 23,7 | 30,5 |
| 7 | 4 | 25,7 | 17,0 | 19,4 | 33,8 | 24,5 |
| 8 | 5 | 18,0 | 14,2 | 13,9 | 21,1 | 22,7 |
| 9 | 6 | 16,0 | 14,0 | 11,2 | 12,5 | 30,0 |
| 10 | 7 | 9,4 | 14,7 | 12,7 | 56,3 | 35,1 |
| 11 | 8 | 16,1 | 17,5 | 20,7 | 8,6 | 28,5 |
| 12 | 9 | 20,6 | 21,8 | 22,1 | 5,8 | 7,2 |
| 13 | 900 | 15,7 | 16,2 | 14,5 | 3,1 | 7,6 |
| 14 | 1901 | 14,6 | 16,5 | 14,6 | 13,0 | 0,0 |
| 15 | 2 | 32,8 | 20,0 | 26,9 | 49,7 | 32,4 |
| 16 | 3 | 20,2 | 18,5 | 21,7 | 8,4 | 7,4 |
| 17 | 4 | 15,2 | 16,2 | 15,2 | 5,5 | 0,0 |
| 18 | 5 | 17,9 | 18,0 | 21,3 | 0,6 | 18,9 |
| 19 | 6 | 8,9 | 16,0 | 15,2 | 79,7 | 70,7 |
| 20 | 7 | 13,7 | 17,5 | 18,1 | 27,7 | 32,1 |
| 21 | 8 | 16,8 | 15,4 | 13,5 | 8,3 | 19,6 |
| 22 | 9 | 19,7 | 13,3 | 13,8 | 32,4 | 29,9 |
| 23 | 10 | 12,6 | 16,5 | 16,1 | 30,9 | 27,7 |
| 24 | 1911 | 17,3 | 17,5 | 18,2 | 1,2 | 5,2 |
| 25 | 2 | 13,1 | 17,7 | 14,8 | 35,1 | 12,9 |
| 26 | 3 | 12,3 | 16,6 | 17,2 | 34,9 | 39,8 |
| 27 | 4 | 12,4 | 19,0 | 18,3 | 53,2 | 47,5 |
| 28 | 5 | 16,5 | 18,6 | 19,4 | 12,7 | 17,5 |
| 29 | 6 | 15,0 | 18,1 | 19,3 | 20,6 | 28,6 |
| 30 | 7 | 28,4 | 15,0 | 20,9 | 47,1 | 26,4 |
| 31 | 8 | 17,6 | 16,6 | 16,4 | 5,6 | 4,3 |
| 32 | 9 | 14,2 | 14,2 | 11,5 | 0,0 | 19,0 |
| 33 | 20 | 7,4 | 14,5 | 9,7 | 95,9 | 31,0 |
| 34 | 1921 | 7,7 | 16,3 | 16,1 | 111,6 | 109,0 |
| 35 | 2 | 26,2 | 19,0 | 19,0 | 27,4 | 27,4 |
| 36 | 3 | 25,1 | 17,6 | 16,9 | 29,8 | 32,6 |
| 37 | 4 | 20,9 | 22,3 | 24,4 | 6,6 | 16,7 |
| 38 | 5 | 14,2 | 20,5 | 22,4 | 44,3 | 57,7 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedных для августа расходов получились в 1890 г., 1906 г. и 1921 г., т. е. в те же годы, в которые наибольшие ошибки получились и для расходов, predeterminedных по осадкам для мая, июня и июля и объясняются, как было выше указано, самым малым весенним половодьем в эти годы из числа всех 38 лет и ранним вскрытием рек. Значительные ошибки, полученные в 1920 г. и 1925 г., объясняются теми же причинами.

Значительные ошибки predeterminedных расходов в 1902 г. объясняются чрезвычайным обилием осадков летнего периода, в июле и августе почти на 100° превышавшими норму. Значительные ошибки predeterminedных расходов в 1897 г. и 1914 г. объясняются значительным недостатком осадков в течение летнего периода.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedных расходов в августе составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки их для августа.

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 32 | По ур. (2) 34 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 19,7 | 21,4 |
| Наибольшие ошибки в % % | 49,7 | 47,5 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,0 | 0,0 |

2) *Зависимость между расходами августа и расходами июня и июля.*

Зависимость между расходами августа и расходами июня и июля выражается следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | VIII и VI | VIII и VII |
|-----------------------------------|-----------|------------|
| Коэффициенты корреляции | 0,69 | 0,85 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены следующие уравнения регрессии.

Таблица уравнений № 20.

| Для расходов месяцев. | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| VIII и VI | $Y = 0,53 y - 0,6$ | 1 |
| VIII и VII | $Y = 0,86 y - 3,3$ | 2 |

По уравнениям регрессии № 1 и № 2 были predeterminedены нижеследующий сток (расходы) для августа и ошибки его, выраженные в ‰‰‰ наблюдаемого стока. (См. таблицу расходов № 20).

Из нижеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных для августа расходов по расходам получились в 1897 г. и 1920 г. и значительные ошибки в 1902 г. и 1914 г., и объясняются теми же причинами, вследствие которых в те же годы получились и наибольшие ошибки predeterminedенных для августа расходов по осадкам, как выше было указано.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedенных расходов августа составляли 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки расходов для августа.

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 36 | По ур. (2) 38 |
|----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в ‰‰ | 17,4 | 12,4 |
| Наибольшие ошибки в ‰‰ | 43,7 | 38,8 |
| Наименьшие ошибки в ‰‰ | 1,2 | 0,6 |

С е н т я б р ь .

1) *Зависимость между расходами сентября и осадками предшествующего периода.*

Зависимость между расходами (стоком) сентября и осадками предшествующего периода определилась следующими коэффициентами корреляции.

| Осадки за месяцы. | XI—VII | XI—VIII | V—VII |
|-----------------------------------|--------|---------|-------|
| Коэффициенты корреляции | 0,43 | 0,67 | 0,66 |

Таблица расходов № 20.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в августе в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 15,0 | 14,6 | 14,9 | 2,6 | 0,7 |
| 2 | 9 | 13,1 | 15,1 | 13,2 | 15,2 | 0,7 |
| 3 | 90 | 6,5 | 8,0 | 6,2 | 23,0 | 4,6 |
| 4 | 1891 | 10,3 | 11,4 | 9,7 | 10,6 | 5,8 |
| 5 | 2 | 23,7 | 17,1 | 21,4 | 27,8 | 9,7 |
| 6 | 3 | 17,7 | 18,4 | 18,4 | 4,0 | 3,9 |
| 7 | 4 | 25,7 | 18,5 | 21,2 | 28,0 | 17,5 |
| 8 | 5 | 18,0 | 15,9 | 18,1 | 11,6 | 0,6 |
| 9 | 6 | 16,0 | 15,8 | 14,9 | 1,2 | 6,8 |
| 10 | 7 | 9,4 | 15,4 | 11,0 | 63,8 | 17,0 |
| 11 | 8 | 16,1 | 15,1 | 17,0 | 6,2 | 9,3 |
| 12 | 9 | 20,6 | 23,8 | 28,6 | 15,5 | 38,8 |
| 13 | 900 | 15,7 | 22,4 | 19,2 | 42,6 | 22,2 |
| 14 | 1901 | 14,6 | 18,3 | 17,6 | 25,3 | 20,5 |
| 15 | 2 | 39,8 | 22,4 | 27,5 | 43,7 | 30,9 |
| 16 | 3 | 20,2 | 17,8 | 18,7 | 11,8 | 7,4 |
| 17 | 4 | 15,2 | 11,9 | 12,1 | 21,7 | 20,3 |
| 18 | 5 | 17,9 | 20,9 | 19,3 | 16,7 | 7,8 |
| 19 | 6 | 8,9 | 12,3 | 9,1 | 38,2 | 2,2 |
| 20 | 7 | 13,7 | 14,1 | 11,9 | 2,9 | 13,0 |
| 21 | 8 | 16,8 | 15,0 | 18,5 | 10,7 | 10,1 |
| 22 | 9 | 19,7 | 18,8 | 17,3 | 4,5 | 12,1 |
| 23 | 10 | 12,6 | 12,3 | 11,0 | 2,3 | 12,6 |
| 24 | 1911 | 17,3 | 23,3 | 19,5 | 34,6 | 12,6 |
| 25 | 2 | 13,1 | 16,7 | 15,4 | 27,4 | 17,5 |
| 26 | 3 | 12,3 | 13,8 | 12,8 | 12,1 | 4,0 |
| 27 | 4 | 12,4 | 17,7 | 14,7 | 42,7 | 18,5 |
| 28 | 5 | 16,5 | 21,0 | 19,7 | 27,2 | 19,3 |
| 29 | 6 | 15,0 | 16,7 | 16,8 | 11,3 | 12,0 |
| 30 | 7 | 23,4 | 18,5 | 19,8 | 34,8 | 30,2 |
| 31 | 8 | 17,6 | 15,8 | 18,2 | 10,2 | 3,4 |
| 32 | 9 | 14,2 | 14,0 | 14,3 | 1,4 | 0,7 |
| 33 | 20 | 7,4 | 11,6 | 8,7 | 56,7 | 17,5 |
| 34 | 1921 | 7,7 | 7,9 | 6,4 | 2,5 | 16,8 |
| 35 | 2 | 26,2 | 28,6 | 28,8 | 9,1 | 9,9 |
| 36 | 3 | 25,1 | 20,6 | 22,1 | 17,9 | 11,9 |
| 37 | 4 | 20,9 | 23,4 | 23,9 | 11,9 | 14,3 |
| 38 | 5 | 14,2 | 12,0 | 13,3 | 15,4 | 6,3 |

Откуда видно, что наибольшая зависимость существует между расходами (стоком) сентября и суммами осадков с мая по июль и с ноября по август.

Соответственно вышеприведенным коэффициентам корреляции были составлены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 21.

| Суммы осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|-----------------------|----|
| XI—VII | $Y = 0,0586 x - 8,6$ | 1 |
| XI—VIII | $Y = 0,0747 x - 20,8$ | 2 |
| V—VII | $Y = 0,126 x - 11,3$ | 3 |

По вышеприведенным уравнениям регрессии были predeterminedены расходы (сток) сентября и ошибки их, выраженные в ‰‰‰ наблюдаемых расходов. (См. таблицу расходов № 21).

Из нижеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных для сентября расходов получились в 1890 г., 1906 г., 1920 г. и 1921 г., т. е. в те же годы, в которых получились и наибольшие ошибки расходов, predeterminedенных для мая, июня, июля и августа и объясняются теми же причинами, т. е. ранним вскрытием рек и незначительностью весеннего половодья. Значительные ошибки predeterminedенных расходов, полученные для 1897 г., 1907 г., 1913 г., 1914 г. и 1915 г. объясняются недостатком осадков в течение летнего периода, значительные же ошибки, полученные для 1898, 1902, 1908 и 1917 г. объясняются обилием осадков в июле, августе и сентябре, причем наибольшие ошибки, как в ту, так и в другую сторону получались главным образом в тех случаях, когда расходы сентября predeterminedялись по уравнению, в котором осадки августа не участвовали, тогда как в этом месяце и наблюдались недостаток или превышение осадков.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedенных для сентября расходов составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для сентября.

Таблица расходов № 21.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в сентябре в мм. | | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | | |
|----------------|----------------|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|
| | | По наблюд. | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). | По уравнению (1). | По уравнению (2). | По уравнению (3). |
| 1 | 1888 | 10,2 | 10,9 | 7,9 | 10,2 | 6,8 | 22,5 | 0,0 |
| 2 | 9 | 9,5 | 10,4 | 9,2 | 6,5 | 9,4 | 3,1 | 31,6 |
| 3 | 90 | 5,7 | 11,7 | 10,5 | 12,8 | 105,2 | 84,2 | 124,5 |
| 4 | 1891 | 8,5 | 10,0 | 9,7 | 12,5 | 17,6 | 14,1 | 47,0 |
| 5 | 2 | 17,8 | 13,4 | 12,2 | 19,3 | 24,7 | 31,4 | 8,4 |
| 6 | 3 | 17,8 | 10,4 | 9,6 | 11,5 | 41,5 | 46,0 | 35,3 |
| 7 | 4 | 26,3 | 16,0 | 17,7 | 24,9 | 39,1 | 32,6 | 5,3 |
| 8 | 5 | 13,0 | 11,7 | 9,0 | 14,8 | 10,0 | 30,7 | 13,8 |
| 9 | 6 | 16,1 | 9,5 | 10,6 | 10,5 | 40,9 | 34,1 | 34,7 |
| 10 | 7 | 5,7 | 10,7 | 8,4 | 11,0 | 87,7 | 47,3 | 92,9 |
| 11 | 8 | 10,4 | 17,0 | 13,8 | 21,8 | 63,4 | 32,6 | 109,6 |
| 12 | 9 | 14,1 | 19,9 | 18,8 | 11,1 | 41,1 | 33,3 | 21,2 |
| 13 | 900 | 10,2 | 12,1 | 10,6 | 10,6 | 18,6 | 3,9 | 3,9 |
| 14 | 1901 | 8,4 | 12,2 | 10,6 | 9,6 | 45,2 | 26,1 | 14,2 |
| 15 | 2 | 39,2 | 21,9 | 29,8 | 27,3 | 44,1 | 23,9 | 30,3 |
| 16 | 3 | 19,0 | 17,8 | 23,1 | 19,3 | 6,3 | 21,5 | 1,5 |
| 17 | 4 | 15,9 | 12,7 | 14,2 | 17,1 | 20,1 | 10,6 | 7,5 |
| 18 | 5 | 15,2 | 17,5 | 18,9 | 17,3 | 15,1 | 24,3 | 13,8 |
| 19 | 6 | 8,3 | 12,7 | 15,9 | 11,6 | 53,0 | 91,5 | 39,7 |
| 20 | 7 | 8,7 | 15,0 | 15,3 | 13,9 | 72,4 | 75,8 | 59,7 |
| 21 | 8 | 32,7 | 11,4 | 17,4 | 14,0 | 65,1 | 46,7 | 57,1 |
| 22 | 9 | 14,7 | 11,6 | 9,8 | 13,1 | 21,0 | 34,0 | 10,8 |
| 23 | 10 | 15,9 | 13,4 | 17,1 | 11,4 | 15,7 | 7,5 | 28,3 |
| 24 | 1911 | 11,8 | 15,1 | 12,9 | 12,4 | 27,9 | 9,3 | 5,0 |
| 25 | 2 | 8,9 | 12,4 | 9,5 | 7,6 | 39,3 | 6,7 | 14,6 |
| 26 | 3 | 7,7 | 14,3 | 13,4 | 10,9 | 85,7 | 74,0 | 41,5 |
| 27 | 4 | 7,7 | 15,1 | 13,6 | 4,8 | 96,1 | 76,6 | 37,6 |
| 28 | 5 | 10,2 | 16,0 | 13,7 | 11,3 | 56,8 | 34,3 | 10,7 |
| 29 | 6 | 16,1 | 15,9 | 17,7 | 14,4 | 1,2 | 9,9 | 10,5 |
| 30 | 7 | 23,1 | 17,2 | 17,2 | 19,2 | 25,5 | 25,5 | 16,8 |
| 31 | 8 | 16,2 | 13,7 | 13,4 | 14,7 | 15,4 | 17,2 | 9,2 |
| 32 | 9 | 10,3 | 9,8 | 9,4 | 10,5 | 4,8 | 8,7 | 1,9 |
| 33 | 20 | 3,9 | 8,4 | 4,1 | 5,2 | 115,3 | 5,1 | 33,3 |
| 34 | 1921 | 4,8 | 13,4 | 10,5 | 17,3 | 179,1 | 118,7 | 260,4 |
| 35 | 2 | 16,5 | 15,7 | 15,5 | 14,9 | 4,8 | 6,0 | 9,6 |
| 36 | 3 | 22,9 | 14,0 | 15,9 | 18,3 | 38,8 | 30,5 | 20,0 |
| 37 | 4 | 13,0 | 19,9 | 19,5 | 14,9 | 53,0 | 50,0 | 14,6 |
| 38 | 5 | 12,6 | 18,3 | 21,8 | 17,6 | 45,2 | 73,0 | 39,6 |

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 26 | По ур. (2) 30 | По ур. (3) 32 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 23,8 | 22,4 | 19,1 |
| Наибольшие ошибки в % % | 45,2 | 47,3 | 47,0 |
| Наименьшие ошибки в % % | 1,2 | 3,1 | 0,0 |

2) *Зависимость между расходами сентября и расходами июля и августа.*

Зависимость между расходами сентября и расходами июля и августа выражается следующими коэффициентами корреляции:

| Между расходами месяцев. | IX и VII | IX и VIII |
|-----------------------------------|----------|-----------|
| Коэффициенты корреляции | 0,63 | 0,83 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены следующие уравнения регрессии:

Таблица уравнений № 22.

| Для расходов месяцев. | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| IX и VII | $Y = 0,722 y - 2,9$ | 1 |
| IX и VIII | $Y = 0,94 y - 1,8$ | 2 |

По уравнениям регрессии № 1 и № 2 были predeterminedены нижеследующий сток (расходы) для сентября и ошибки его, выраженные в % % наблюдаемого стока. (См. таблицу расходов № 22).

Из нижеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedенных для сентября расходов по расходам получились в 1897 г., 1899 г., 1900 г., 1901 г., 1914 г., 1915 г. и 1920 г. и объясняются недостатком осадков в течение летнего периода при повышенной температуре, значительные ошибки, полученные в 1902 г. и 1908 г. объясняются обилием осадков предшествовавших месяцев при пониженной температуре, как это было указано выше.

Таблица расходов № 22.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в сентябре в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 10,2 | 12,4 | 12,3 | 21,5 | 20,5 |
| 2 | 9 | 9,5 | 10,9 | 10,5 | 14,7 | 10,5 |
| 3 | 90 | 5,7 | 5,0 | 4,3 | 12,2 | 24,5 |
| 4 | 1891 | 8,5 | 8,0 | 8,0 | 5,8 | 5,8 |
| 5 | 2 | 17,8 | 17,8 | 20,5 | 0,0 | 15,1 |
| 6 | 3 | 17,8 | 15,3 | 14,8 | 14,0 | 16,8 |
| 7 | 4 | 26,3 | 17,7 | 22,4 | 33,1 | 14,8 |
| 8 | 5 | 13,0 | 15,1 | 15,1 | 16,1 | 16,1 |
| 9 | 6 | 16,1 | 12,4 | 13,4 | 22,9 | 18,0 |
| 10 | 7 | 5,7 | 9,1 | 7,0 | 59,6 | 22,8 |
| 11 | 8 | 10,4 | 14,7 | 13,3 | 41,3 | 27,8 |
| 12 | 9 | 14,1 | 23,9 | 17,6 | 69,5 | 24,8 |
| 13 | 900 | 10,2 | 16,0 | 13,0 | 56,8 | 27,4 |
| 14 | 1901 | 8,4 | 14,6 | 11,9 | 73,8 | 41,6 |
| 15 | 2 | 39,2 | 23,0 | 35,6 | 41,3 | 9,1 |
| 16 | 3 | 19,0 | 15,6 | 17,2 | 17,8 | 9,4 |
| 17 | 4 | 15,9 | 10,0 | 12,5 | 37,1 | 21,3 |
| 18 | 5 | 15,2 | 16,1 | 15,0 | 5,9 | 1,3 |
| 19 | 6 | 8,3 | 7,5 | 6,6 | 9,6 | 20,4 |
| 20 | 7 | 8,7 | 9,9 | 11,1 | 13,7 | 27,5 |
| 21 | 8 | 32,7 | 15,4 | 14,0 | 52,9 | 57,1 |
| 22 | 9 | 14,7 | 14,4 | 16,7 | 2,0 | 13,6 |
| 23 | 10 | 15,9 | 9,1 | 10,0 | 42,7 | 37,1 |
| 24 | 1911 | 11,8 | 16,2 | 14,5 | 37,2 | 22,8 |
| 25 | 2 | 8,9 | 12,8 | 10,5 | 43,8 | 17,9 |
| 26 | 3 | 7,7 | 10,6 | 9,8 | 37,6 | 27,2 |
| 27 | 4 | 7,7 | 12,2 | 9,9 | 58,4 | 28,5 |
| 28 | 5 | 10,2 | 16,4 | 13,7 | 60,4 | 34,3 |
| 29 | 6 | 16,2 | 14,0 | 12,3 | 13,0 | 23,6 |
| 30 | 7 | 23,1 | 16,5 | 24,9 | 28,5 | 7,7 |
| 31 | 8 | 16,2 | 15,2 | 14,7 | 6,1 | 9,2 |
| 32 | 9 | 10,3 | 11,9 | 11,5 | 15,5 | 11,6 |
| 33 | 20 | 3,9 | 7,1 | 5,2 | 82,0 | 33,3 |
| 34 | 1921 | 4,8 | 5,3 | 5,4 | 10,4 | 12,5 |
| 35 | 2 | 16,5 | 24,0 | 22,8 | 45,4 | 38,1 |
| 36 | 3 | 22,9 | 18,4 | 21,8 | 19,6 | 4,8 |
| 37 | 4 | 13,0 | 19,9 | 17,8 | 53,0 | 36,9 |
| 38 | 5 | 12,6 | 11,0 | 11,5 | 12,6 | 8,7 |

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedных расходов сентября составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для сентября.

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 29 | По ур. (2) 37 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 21,4 | 20,1 |
| Наибольшие ошибки в % % | 45,4 | 41,6 |
| Наименьшие ошибки в % % | 0,0 | 1,3 |

О к т я б р ь .

1) *Зависимость между расходами октября и осадками предшествующего периода.*

Зависимость между расходами октября и осадками предшествующего периода выразилась следующими коэффициентами корреляции.

| Осадки за месяцы. | V—VIII | V—IX | VI—VIII |
|-----------------------------------|--------|------|---------|
| Коэффициенты корреляции | 0,82 | 0,88 | 0,76 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены нижеследующие уравнения регрессии:

Таблица расходов № 23.

| Сумма осадков за месяцы. | Уравнения регрессии. | №№ |
|--------------------------|----------------------|----|
| V — VIII | $Y = 0,116 x - 18,3$ | 1 |
| V — IX | $Y = 0,112 x - 24,2$ | 2 |

По уравнениям регрессии № 1 и № 2 были predeterminedены расходы (сток) октября и ошибки их, выраженные в % % наблюдаемых расходов.

Таблица расходов № 23.

| №№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в октябре в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|----------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 9,0 | 7,5 | 3,9 | 16,6 | 56,6 |
| 2 | 9 | 9,2 | 7,0 | 6,0 | 23,9 | 34,7 |
| 3 | 90 | 10,1 | 12,3 | 13,2 | 21,7 | 30,6 |
| 4 | 1891 | 9,3 | 14,4 | 16,9 | 54,8 | 81,7 |
| 5 | 2 | 13,9 | 17,7 | 14,3 | 27,3 | 2,8 |
| 6 | 3 | 20,8 | 12,3 | 15,3 | 40,8 | 26,4 |
| 7 | 4 | 25,7 | 26,0 | 27,4 | 1,2 | 6,6 |
| 8 | 5 | 12,2 | 11,9 | 9,7 | 2,4 | 20,4 |
| 9 | 6 | 14,9 | 14,6 | 14,3 | 2,0 | 4,0 |
| 10 | 7 | 5,5 | 9,3 | 10,8 | 69,0 | 96,3 |
| 11 | 8 | 11,6 | 15,2 | 18,7 | 31,0 | 61,2 |
| 12 | 9 | 14,2 | 10,9 | 11,6 | 23,2 | 18,3 |
| 13 | 900 | 10,8 | 9,7 | 12,6 | 10,1 | 16,6 |
| 14 | 1901 | 6,1 | 8,6 | 5,5 | 40,9 | 9,8 |
| 15 | 2 | 31,1 | 35,3 | 34,0 | 13,5 | 9,3 |
| 16 | 3 | 21,5 | 25,8 | 22,6 | 20,0 | 5,1 |
| 17 | 4 | 14,6 | 20,0 | 16,8 | 36,9 | 15,0 |
| 18 | 5 | 26,7 | 18,1 | 19,6 | 32,2 | 26,5 |
| 19 | 6 | 7,2 | 17,7 | 15,3 | 145,8 | 112,5 |
| 20 | 7 | 7,2 | 14,0 | 11,3 | 94,4 | 57,7 |
| 21 | 8 | 37,5 | 24,7 | 31,0 | 34,1 | 17,3 |
| 22 | 9 | 12,3 | 11,7 | 10,0 | 4,8 | 18,6 |
| 23 | 10 | 16,3 | 17,8 | 15,4 | 9,2 | 5,5 |
| 23 | 1911 | 11,8 | 9,0 | 10,4 | 23,7 | 11,8 |
| 25 | 2 | 9,0 | 4,6 | 9,2 | 48,8 | 2,2 |
| 26 | 3 | 7,3 | 10,0 | 7,7 | 36,9 | 5,4 |
| 27 | 4 | 6,8 | 3,0 | 4,5 | 55,8 | 33,8 |
| 28 | 5 | 8,1 | 7,3 | 8,3 | 9,8 | 2,4 |
| 29 | 6 | 21,8 | 16,7 | 15,6 | 23,3 | 28,4 |
| 30 | 7 | 27,9 | 17,8 | 20,8 | 36,2 | 25,4 |
| 31 | 8 | 18,2 | 14,6 | 18,6 | 19,7 | 2,1 |
| 32 | 9 | 7,9 | 12,2 | 14,8 | 54,4 | 87,3 |
| 33 | 20 | 3,0 | 1,9 | 1,8 | 36,6 | 40,0 |
| 34 | 1921 | 7,2 | 13,1 | 13,8 | 81,9 | 91,6 |
| 35 | 2 | 14,7 | 14,1 | 11,5 | 4,0 | 21,7 |
| 36 | 3 | 23,3 | 21,1 | 19,3 | 9,4 | 17,1 |
| 37 | 4 | 8,8 | 12,0 | 10,5 | 36,3 | 19,3 |
| 38 | 5 | 20,6 | 21,0 | 22,4 | 1,9 | 8,7 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки предопределенных для октября расходов получились в 1906 г. и 1921 г., т. е. в те же годы, в которые получились наибольшие ошибки предопределенных расходов в предыдущие месяцы с мая по сентябрь и объясняются теми же причинами, ранним вскрытием рек и незначительностью весеннего половодья; теми же причинами объясняются и значительные ошибки, полученные для 1891 г., 1907 г. и 1919 г. Значительные ошибки, полученные в 1897 г., 1914 г. и 1920 г. объясняются, как выше было указано, недостатком осадков в течение летнего периода, а значительные ошибки, полученные в 1898 г., напротив обилием осадков предшествующих месяцев.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки предопределенных расходов составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для октября.

| Число лет. | По ур. (1) 31 | По ур. (2) 30 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 21,9 | 12,8 |
| Наибольшие ошибки в % % | 48,8 | 40,0 |
| Наименьшие ошибки в % % | 1,2 | 2,1 |

2) *Зависимость между расходами октября и расходами августа и сентября.*

Зависимость между расходами октября и расходами августа и сентября выражается следующими коэффициентами корреляции.

| Между расходами месяцев. | X и VIII | X и IX |
|-----------------------------------|----------|--------|
| Коэффициенты корреляции | 0,64 | 0,80 |

Соответственно вышеуказанным коэффициентам корреляции были получены следующие уравнения регрессии.

Таблица уравнений № 24.

| Для расходов месяцев. | Уравнения регрессии. | №№ |
|-----------------------|----------------------|----|
| X и VIII | $Y = 0,795 y + 1,0$ | 1 |
| X и IX | $Y = 0,867 y + 2,2$ | 2 |

По уравнениям регрессии № 1 и 2 были предопределены ниже следующий сток (расходы) для октября и ошибки его, выраженные в ‰‰ наблюдаемого стока.

Таблица расходов № 24.

| №.№ по порядку. | Г о д ы. | Сток в октябре в мм. | | | Ошибки в % % наблюд. стока. | |
|-----------------|----------------|----------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| | | По наблюд. | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). | По урав- нению (1). | По урав- нению (2). |
| 1 | 1888 | 9,0 | 12,9 | 11,0 | 43,3 | 22,2 |
| 2 | 9 | 9,2 | 11,4 | 10,4 | 23,9 | 13,0 |
| 3 | 90 | 10,1 | 6,2 | 7,1 | 38,6 | 29,7 |
| 4 | 1891 | 9,3 | 9,2 | 9,6 | 1,0 | 3,2 |
| 5 | 2 | 13,9 | 19,8 | 17,6 | 42,4 | 26,6 |
| 6 | 3 | 20,8 | 15,1 | 17,6 | 27,4 | 15,3 |
| 7 | 4 | 25,7 | 21,4 | 25,0 | 16,7 | 2,7 |
| 8 | 5 | 12,2 | 15,3 | 13,5 | 25,4 | 10,6 |
| 9 | 6 | 14,9 | 13,7 | 16,2 | 8,0 | 8,7 |
| 10 | 7 | 5,5 | 8,5 | 7,1 | 54,5 | 29,0 |
| 11 | 8 | 11,6 | 13,8 | 11,2 | 18,9 | 3,4 |
| 12 | 9 | 14,2 | 17,4 | 14,4 | 22,5 | 1,4 |
| 13 | 900 | 10,8 | 13,5 | 11,0 | 25,0 | 1,8 |
| 14 | 1901 | 6,1 | 12,6 | 9,5 | 106,5 | 55,7 |
| 15 | 2 | 31,1 | 32,6 | 36,2 | 4,8 | 16,3 |
| 16 | 3 | 21,5 | 17,1 | 18,7 | 20,4 | 13,0 |
| 17 | 4 | 14,6 | 13,1 | 16,0 | 10,2 | 9,5 |
| 18 | 5 | 26,7 | 15,2 | 15,4 | 43,0 | 42,6 |
| 19 | 6 | 7,2 | 8,1 | 9,4 | 12,5 | 30,5 |
| 20 | 7 | 7,2 | 11,9 | 9,7 | 65,2 | 34,7 |
| 21 | 8 | 37,5 | 14,4 | 30,6 | 61,6 | 18,4 |
| 22 | 9 | 12,3 | 16,7 | 14,9 | 35,7 | 21,1 |
| 23 | 10 | 16,3 | 11,0 | 16,0 | 32,5 | 1,8 |
| 24 | 1911 | 11,8 | 14,8 | 12,4 | 25,4 | 5,0 |
| 25 | 2 | 9,0 | 11,4 | 9,9 | 26,6 | 10,0 |
| 26 | 3 | 7,3 | 10,8 | 8,9 | 47,9 | 21,9 |
| 27 | 4 | 6,8 | 10,9 | 8,9 | 60,2 | 30,8 |
| 28 | 5 | 8,1 | 14,1 | 11,0 | 74,0 | 35,8 |
| 29 | 6 | 21,8 | 12,9 | 16,2 | 40,8 | 25,6 |
| 30 | 7 | 27,9 | 23,6 | 22,2 | 15,4 | 20,4 |
| 31 | 8 | 18,2 | 15,0 | 16,2 | 17,5 | 10,9 |
| 32 | 9 | 7,9 | 12,3 | 11,1 | 55,6 | 40,5 |
| 33 | 20 | 3,0 | 6,9 | 5,6 | 130,0 | 86,6 |
| 34 | 1921 | 7,2 | 7,1 | 6,4 | 1,4 | 11,1 |
| 35 | 2 | 14,7 | 21,8 | 16,5 | 48,2 | 12,2 |
| 36 | 3 | 23,3 | 21,0 | 22,1 | 9,8 | 5,1 |
| 37 | 4 | 8,8 | 17,6 | 13,5 | 100,0 | 53,4 |
| 38 | 5 | 20,6 | 12,3 | 13,1 | 40,2 | 36,4 |

Из вышеприведенной таблицы видно, что наибольшие ошибки predeterminedных для октября расходов получились в 1901 г., 1920 г. и 1924 г. и значительные ошибки получились в 1897 г., 1907 г., 1914 г. и 1915 г. и объясняются, как это было и выше указано, значительным недостатком осадков предшествующих месяцев и повышенной температурой, а значительные ошибки в 1905 г. и 1908 г. объясняются, напротив, обилием осадков предшествующего периода.

Если в вышеприведенной таблице исключить из числа 38 лет те годы, для которых ошибки predeterminedных расходов октября составляют 50% и более, то получатся следующие средние, наибольшие и наименьшие ошибки для октября.

| Ч и с л о л е т . | По ур. (1) 29 | По ур. (2) 35 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|
| Средние ошибки в % % | 25,0 | 17,7 |
| Наибольшие ошибки в % % | 48,2 | 42,6 |
| Наименьшие ошибки в % % | 1,0 | 1,4 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Из рассмотрения вышеприведенных прогнозов р. Волхова на каждый месяц можно сделать следующее заключение.

1) Ноябрь. Этот месяц является переходным временем от осени к зиме и наибольшие ошибки расходов, predeterminedенных для ноября, зависят главным образом от раннего замерзания рек в начале ноября вместо нормального около 22 ноября; при этом, если раннему замерзанию рек предшествует период со значительным недостатком осадков, или, если температура ноября значительно ниже нормы, то ошибки возрастают и достигают наибольшей величины, если же раннему ледоставу предшествует период обильный осадками, то ошибки predeterminedенных расходов незначительны. Значительные ошибки predeterminedенных для ноября расходов получаются и в том случае, если ноябрю предшествует период с большим недостатком осадков или обильный осадками.

2) Декабрь. Наибольшие ошибки расходов, predeterminedенных для декабря, зависят, как и ноябрьские, от раннего ледостава, а также и от позднего, в начале декабря, замерзания рек.

3) Январь и февраль. Наибольшие ошибки расходов, predeterminedенных для января и февраля, зависят от тех же причин, от которых зависят ошибки расходов, predeterminedенных для ноября и декабря предшествующего года, т. е. или от раннего ледостава в начале ноября и даже в конце октября, или от позднего замерзания рек, в начале декабря, при этом наибольшей величины ошибки эти достигают для ноября, а затем к февралю они постепенно уменьшаются.

4) Март. Март является переходным временем от зимы на весну и наибольшие ошибки расходов, predeterminedенных для марта, зави-

сят главным образом от температурных условий этого месяца; как значительно повышенная, так и значительно пониженная температура марта является причиной наибольших ошибок предопределенных для марта расходов: в первом случае от начавшегося весеннего половодья расходы значительно увеличиваются, и предопределенные расходы оказываются менее действительных; во втором случае расходы уменьшаются, и предопределенные расходы превышают действительные.

5) Апрель. Наибольшие ошибки расходов, предопределенных для апреля зависят или от раннего вскрытия рек (в конце марта) или от позднего вскрытия рек (во второй половине апреля) и в первом случае предопределенные расходы меньше, а во втором — больше действительных.

6) Май, июнь и июль. Ошибки расходов, предопределенных для мая, июня и июля зависят главным образом от размеров весеннего половодья; как в случае самого незначительного, так и в случае весьма значительного половодья получаются наибольшие ошибки.

7) Август, сентябрь и октябрь. Наибольшие ошибки расходов, предопределенных для августа, сентября и октября, также зависят от размеров весеннего половодья, хотя значительные ошибки расходов, предопределенных для августа, и особенно для сентября и октября, зависят и от того, был ли предшествующий период засушливым или обильным осадками; в первом случае предопределенные расходы больше, а во втором — меньше действительных.

В заключение надо заметить, что наибольшие по величине ошибки предопределенных расходов и в большем числе случаев (в 20%—25% из числа 38 лет) получаются для октября—ноября, а наименьшие ошибки и в меньшем числе случаев (в 0%—10% из числа 38 лет) получаются для мая—июля.

Вычисление предопределяемых расходов.

Имея в виду вышеприведенные выводы, полученные из рассмотрения расходов, предопределенных для реки Волхова у Гостинополья, на каждый месяц, можно, пользуясь каждый раз двумя уравнениями регрессии, вычислить для любого месяца года вероятный средний месячный секундный расход реки Волхова.

Для примера вычислим средний месячный секундный расход реки Волхова у Гостинополя для марта месяца 1927 года за месяц вперед, т. е. в начале февраля.

Вычисление располагается в следующем порядке.

1) Вычисление стока для марта по осадкам.

Для вычисления стока марта по осадкам надо воспользоваться следующим уравнением регрессии № 3 из таблицы уравнений № 9.

$$y = 0,0896 x - 9,6,$$

где « x » — сумма осадков с сентября 1926 года по январь 1927 года и составляет 245 м/м., значит

$$y = 0,0896 \cdot 245 - 9,6 = 12,4,$$

т. е. вероятный сток для марта 1927 года определен в 12,4 м/м.

Из таблицы расходов № 9 видно, что расходы, предопределенные для марта из уравнения № 3, дают в среднем ошибку в $\pm 17,8\%$ действительного стока, поэтому вычисленный для марта сток в 12,4 м/м. может составить или 117,8% или 82,2% вероятного стока и таким образом наименьший вероятный сток для марта равен

$$\frac{12,4 \text{ м/м.} \cdot 100}{117,8} = 10,5 \text{ м/м.},$$

а наибольший

$$\frac{12,4 \text{ м/м.} \cdot 100}{82,2} = 15,1 \text{ м/м.}$$

Так как в периоде, предшествовавшем марту, резких отклонений от нормальных условий не наблюдалось, то при условии, если в марте температура будет близка к норме, можно принять для марта вероятным следующий сток:

| | |
|----------------------|-----------|
| Средний | 12,4 м/м. |
| Наибольший | 15,1 м/м. |
| Наименьший | 10,5 м/м. |

2) Вычисление стока для марта по стоку.

Чтобы вычислить вероятный для марта сток по стоку января, надо воспользоваться следующим уравнением регрессии № 1 из таблицы уравнений № 10.

$$y_{\text{м}} = 0,613 y_1 + 2,7,$$

где y_1 — сток в январе 1927 года и был равен 12,0 м/м., значит

$$y_{\text{м}} = 0,613 \cdot 12,0 + 2,7 = 10,1.$$

т. е. вероятный сток для марта равен 10,1 м/м.

Из таблицы расходов № 10 видно, что расходы, предопределенные для марта по уравнению № 1, дают в среднем ошибку,

равную $\approx 23,0\%$ наблюдаемого стока, поэтому сток в 10,1 м/м., вычисленный для марта, может составить или 123% или 77% вероятного для марта стока и таким образом вероятный для марта наименьший сток равен

$$\frac{10,1 \text{ м/м.} \cdot 100}{123} = 8,2 \text{ м/м.},$$

а наибольший

$$\frac{10,1 \text{ м/м.} \cdot 100}{77} = 13,1 \text{ м/м.}$$

Имея в виду, что в предшествовавшем марту периоде, как выше было указано, резких отклонений от нормальных условий не наблюдалось, можно, в случае условий, близких к нормальным и в марте, принять следующий сток, как вероятный для марта:

| | |
|----------------------|-----------|
| Средний | 10,1 м/м. |
| Наибольший | 13,1 м/м. |
| Наименьший | 8,2 м/м. |

Итак получились два ряда значений вероятного стока для марта, и средние арифметические их дают следующий вероятный сток для марта:

| | |
|----------------------|---|
| Средний | (12,4 м/м. + 10,1 м/м.) : 2 = 11,3 м/м. |
| Наибольший | (15,1 м/м. + 13,1 м/м.) : 2 = 14,1 м/м. |
| Наименьший | (10,5 м/м. + 8,2 м/м.) : 2 = 9,4 м/м. |

Для перевода месячного стока реки Волхова у Гостинополя, выраженного в м/м. высоты слоя его, в средние секундные месячные расходы в кубич. саженях надо пользоваться следующими переводными коэффициентами:

- 1) для месяцев в 31 сутки $K_1 = 3,0294 \text{ саж.}^3/\text{сек.}$
- 2) » » в 30 суток $K_2 = 3,1314 \text{ саж.}^3/\text{сек.}$
- 3) » февраля $K_3 = 3,3252 \text{ саж.}^3/\text{сек.}$

Если перевести полученный выше вероятный сток марта в кубические сажени, то вероятный для марта средний месячный секундный расход будет:

| | |
|----------------------|--|
| Средний | 11,3 . $K_1 = 34,2 \text{ саж.}^3/\text{сек.}$ |
| Наибольший | 14,1 $K_1 = 42,7 \text{ саж.}^3/\text{сек.}$ |
| Наименьший | 9,4 . $K_1 = 28,5 \text{ саж.}^3/\text{сек.}$ |

В действительности в марте средний месячный секундный расход реки Волхова у Гостинополя (у д. Извоз) оказался равным 33,2 саж³/сек., т. е. ошибка предопределенного расхода составляла 3⁰/₀ действительного.

Таким же способом был предопределен следующий средний месячный секундный расход реки Волхова у Гостинополя для апреля 1927 года:

| | |
|----------------------|-------------------------------|
| Средний | 100,4 саж. ³ /сек. |
| Наибольший | 124,8 саж. ³ /сек. |
| Наименьший | 84,0 саж. ³ /сек. |

В действительности средний месячный секундный расход реки Волхова у Гостинополя (у д. Извоз) в апреле оказался равным 93,3 саж.³/сек., т. е. ошибка предопределенного расхода составила 7,6⁰/₀ действительного расхода апреля 1927 года.

О Г Л А В Л Е Н И Е

(к статье А. Ю. Эльстер).

| | стр. |
|--|------|
| Предисловие | 117 |
| Зависимость расходов в Волховском бассейне от осадков и расходов . | 119 |
| Предопределение расходов р. Волхова по способу корреляций для: | |
| 1) ноября | 120 |
| 2) декабря | 126 |
| 3) января | 131 |
| 4) февраля | 136 |
| 5) марта | 141 |
| 6) апреля | 145 |
| 7) мая | 150 |
| 8) июня | 154 |
| 9) июля | 158 |
| 10) августа | 163 |
| 11) сентября | 166 |
| 12) октября | 172 |
| Заключение | 177 |
| Пример вычисления предопределяемых расходов | 178 |
| Оглавление | 182 |

- Выпуск VI. Инженер *Вальман, В. Н.*—**Гидролого-Гидрометрические исследования р. Волхова.** 290 стр. с 45 графич. приложениями в виде атласа. 1926 г. Цена (без пересылки) 10 р. — к.
- Выпуск VII. *Соколов, Н. Н.* под редакцией проф. *Прасолова, Л. И.*—**Геоморфологический очерк района р. Волхова и оз. Ильмень.** 360 стр. с картами и 29 рис. и чертежами. Цена (без пересылки) 9 р. — к.
- Выпуск VIII. Инженер *Лоттер, Г. К.*—**Исследования поймы оз. Ильмень (работы 1923 г.).** *Никифоров, Н. М.* и инженер *Глаголев,*—**Триангуляция на пойме оз. Ильмень.** Инженер *Иванов, П. В.*—**Исследования истока р. Волхова.** 210 стр. с 18 таблицами и графическими приложениями. Цена (без пересылки). 6 р. — к.
- Выпуск IX. *Алабышев, В. В., Овчинников, П. Н.* и *Степанов, Е. С.*—**Геоботаническое описание поймы р. Волхова** под редакцией проф. *Ганешина, С. С.* Около 552 стр. с картою и 10 графич. приложений. 15 р. — к.
- Выпуск X. *Домрачев, П. Ф., Правдин, И. Ф.*—**Исследование рыбных промыслов оз. Ильмень и р. Волхова.** Ок. 460 стр. с 18 табл. и 22 рис. в тексте. . 9 р. — к.
- Выпуск XI. *Эльстер, А. Ю.*—**Речной сток в Волховском бассейне.** 209 стр. с 7 рис. в тексте и 12 графич. приложений. Цена (без пересылки) 4 р. 50 к.
- Выпуск XII. Инженер *Лоттер, Г. К.*—**Нивеллировки Отдела Изысканий и ведомость реперов.** 160 стр. с картою. Цена (без пересылки) 4 р. 10 к.
- Выпуск XIII. Инженер *Калинович, В. Ю.*—**Гидрометрические работы на реках Ильменского бассейна за 1923—1925 г.г.** 253 стр. с 11 рис. в тексте и 40 графич. приложениями в виде атласа. Цена (без пересылки) . 9 р. — к.
- Выпуск XIV. Инженер *Иогансон, Е. И.*—**Зимний режим р. Волхова и оз. Ильмень.** 272 стр. с 1 рис. в тексте, 10 фотографиями и 15 графическими приложениями. Цена (без пересылки). 7 р. 50 к.
- Выпуск XV. Инженер *Вальман, В. Н.* **Сведения об уровнях воды Волхово-Ильменского бассейна за 1921—1926 г.г.** Около 290 стр. и 8 графич. приложений. 8 р. 50 к.
- Выпуск XVI. *Л. И. Прасолов* и *Н. И. Соколов.*—**Почвы пойм в районе р. Волхова и оз. Ильменя.** 352 стр. текста, 56 стр. таблиц, 4 граф. прилож. и 2 картами. 10 р. — к.

Цена 6 р.

- Выпуск XVII. Инженер *Бернадский, Н. М.*—Теория и расчет речного паводка и их применение к суточному регулированию реки Волхова. 50 стр. с 6 черт. в тексте и 7 графич. прилож. 2 р. — к.
- Выпуск XVIII. **Общий технический отчет Отдела Изысканий Волховского Строительства.** 420 стр. с 19 графич. приложениями 10 р. — к.
- Выпуск XIX. *Степанов, Е. С.* Хозяйственная характеристика лугов Волхово-Ильменского бассейна и общие соображения о затопляемости пойменных угодий р. Волхова. 150 стр. с 20 графич. приложениями . . 6 р. — к.
- Выпуск XX. Инженер *Порывкин, Н. Н.* **Режим грунтовых вод поймы р. Волхова.** 120 стр. и 8 графич. приложениями 4 р. 50 к.
- Выпуск XXIII. *Лебедев, В. Н.* **Методы и результаты гидрологических предсказаний на Волховстрое.** *Эльстер, А. Ю.* **Опыты прогноза расходов реки Волхова по способу корреляции.** Ок. 10 лист. с 12 графич. приложениями. 6 р. — к.
- Атлас карты р. Волхова и его поймы,** 56 листов. . . . 30 р. — к.
- Атлас карты озера Ильменя и его поймы,** 29 листов . . 25 р. — к.
- Атлас почвенной и ботанической карты поймы р. Волхова и оз. Ильменя,** 31 лист. 25 р. — к.

Печатаются следующие издания:

- Выпуск XXI. Инженер *Иогансон, Е. И.* и Инженер *Лоттер, Г. К.* **Кривые подпора по р. Волхову.** Около 130 стр. с графич. приложениями.
- Выпуск XXII. Инженер *Иванов, П. В.* **Регулирование стока р. Волхова.** Около 300 стр. с графич. приложениями.
- Выпуск XXIV. *Ануфриев, Г. И.* **Заключительные выводы по геобот. исследов. Волхово-Ильм. басс.** Ок. 200 стр., с 17 графич. приложениями.
-



2020102478