ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

УКАЗАНИЯ

ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК И ОЗЕР

СН 397-69

Взамен СН 435-72 с 01.10.72
Прот. № 31 от 24.02.72
БСТ 5-72, с. 37.

ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
ЛЕНИНГРАД • 1970

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(ГОССТРОЙ СССР)

УКАЗАНИЯ
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАСЧЕТНЫХ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК И ОЗЕР

СН 397-69

УТВЕРЖДЕНЫ
Государственным комитетом Совета Министров СССР
по делам строительства
23 июля 1969 г.

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД • 1970

УДК 556.535.2+556.312(022)

«Указания по определению расчетных наивысших уровней воды рек и озер» (СН 397-69) разработаны Государственным гидрологическим институтом Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР.

Редакторы: канд. техн. наук Е. И. ДЫШКО (Госстрой СССР),
д-р геог. наук, проф. А. А. СОКОЛОВ (Государственный гидрологический институт)

Государственный комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 397-69
	Указания по определению расчетных наивысших уровней воды рек и озер	—

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящие Указания предназначаются для определения расчетных наивысших уровней воды рек и озер при выборе участков строительства объектов различного назначения по условиям затопления или подтопления, а также при проектировании сооружений инженерной защиты от затопления.

Примечания: 1. Указания не распространяются на определение уровней воды на устьевых участках рек, находящихся в зоне влияния морских приливо-отливных течений и сгонно-нагонных явлений, а также на селеопасных реках. 2. Определение расчетных наивысших уровней воды на участках рек, расположенных ниже водохранилищ, для случая прорыва плотины производится по специальным указаниям.

1.2. На топографическом плане выбираемых участков должны быть показаны (в условных или абсолютных отметках): акватория реки или озера с указанием уреза воды и его отметки на момент съемки плана; водомерные посты, по которым определены уровни воды; границы разлива, соответствующие расчетным наивысшим уровням воды.

1.3. При выполнении расчетов по определению наивысших уровней воды рек и озер следует использовать: данные наблюдений на сети станций Главного управления гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР и других ведомств, «Каталог отметок наивысших уровней воды рек и озер» Главного управления гидрометеорологической службы, опубликованные и архивные данные об отметках высоких исторических уровней воды (ВИУ), не зарегистрированных водомерными наблюдениями, а также соответствующие материалы других источников.

1.4. Для оценки гидрологических материалов по уровням воды следует производить выборочную или сплошную проверку исходных гидрометрических данных, включающую:

а) оценку полноты и надежности материалов по уровням, проверку наличия в ряду наблюдений сведений о наивысших уровнях при прохождении пиков выдающихся половодий и паводков;

б) увязку высотных отметок водомерных постовых устройств и уровней (в том числе исторических уровней) за весь период наблюдений с системой высот, принятой при топографической съемке рассматриваемого участка, особенно в случаях переносов водомерных постов и изменения водного режима в результате регулирования стока или русла;

в) увязку наивысших уровней воды по длине реки и, в случае необходимости, восстановление пропусков в наблюдениях путем построения кривых связи уровней смежных постов.

Оценку материалов наблюдений и определение отметок наивысших уровней воды рекомендуется выполнять с участием местных управлений Гидрометеорологической службы.

Примечание. Увязка уровней при переносе постов может считаться удовлетворительной, если она осуществлена по надежным кривым связи уровней (коэффициент корреляции $r \geqslant 0{,}8$), построенным по данным параллельных наблюдений, охватывающих низкие и высокие уровни воды.

1.5. Состав и объем полевых гидрологических исследований и измерений (число водо-

Внесены Главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР	Утверждены Государственным комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 23 июля 1969 г.	Срок введения 1 января 1970 г.

мерных постов, гидростворов, поперечных профилей, наблюдения уровней, измерения расходов воды и др.), а также топографических работ устанавливаются программой работ в зависимости от степени изученности уровенного режима участка реки (озера), его морфометрии, протяженности, приточности, величины падения уровня воды, рельефа местности и других особенностей.

Программа работ составляется изыскательской организацией на основании технического задания заказчика (проектной организации).

При наличии в районе выбираемого участка строительства водомерного поста с многолетним рядом наблюдений гидрологические исследования следует выполнять для обоснования переноса отметок уровней от створа поста с многолетним рядом наблюдений к другим створам района строительства.

1.6. Гидрологические исследования в соответствии с программой должны предусматривать:

1) рекогносцировочное обследование участка реки, необходимое для получения сведений: о характере долины, поймы и русла, высоте и крутизне берегов, наличии и размерах островов и др.; о ВИУ в различных створах (по опросу местных жителей и сохранившимся следам высоких уровней) с надлежащей по ним документацией, позволяющей определить их достоверность и возможную точность; о характере ледохода и местах заторов льда, о заломах леса на лесосплавных реках;

2) продольную нивелировку водной поверхности участка реки в межень и половодье (в том числе, по возможности, при заторах льда и заломах леса), в результате которой должен быть построен продольный профиль участка реки, необходимый для переноса расчетных уровней воды от створа водомерного поста к проектным створам, с кривыми свободной поверхности при разных уровнях;

3) водомерные наблюдения в одном или нескольких створах.

При отсутствии или недостаточности гидрометрических данных при полевых гидрологических исследованиях необходимо проводить:

— ежедневные наблюдения за уровнями воды и периодические наблюдения за продольными уклонами водной поверхности при разных уровнях воды;

— измерение расходов воды в одном из створов с охватом измеренными расходами возможно большей амплитуды колебаний уровня воды [для построения кривой $Q=f(H)$ и определения наивысших уровней воды по пропускной способности русла].

1.7. При организации и проведении гидрологических исследований должны соблюдаться требования инструкций и наставлений Главного управления гидрометеорологической службы.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК ПРИ НАЛИЧИИ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

2.1. Расчетные наивысшие уровни воды рек в створе поста следует определять по кривой обеспеченности ежегодных высших мгновенных (при наличии самописца или максимальной рейки) или срочных уровней воды, построенной графически на клетчатке вероятностей, за период многолетних наблюдений.

Вероятность превышения наивысших уровней $p\%$ определяется по формуле

$$p = \frac{m}{n+1} \cdot 100, \qquad (1)$$

где m — порядковый номер наивысшего уровня воды в ряду, в котором значения отметок уровней расположены в порядке их убывания, n — число лет наблюдений.

В отдельных случаях (для рек с малыми амплитудами колебаний уровней, особенно при широких поймах) вероятность превышения допускается определять по формуле

$$p = \frac{m-0{,}3}{n+0{,}4} \cdot 100. \qquad (1а)$$

Примечание. При проектировании крупных гидроузлов определение расчетных наивысших уровней воды (если пик половодья или паводка проходит в период открытого русла) при наличии данных о максимальных расходах воды производится по кривым обеспеченности максимальных расходов с последующим переходом от расходов заданной вероятности превышения к уровням той же вероятности превышения по кривой $Q=f(H)$. Определение максимальных расходов воды заданной вероятности превышения в этом случае производится в соответствии с рекомендациями СНиП II-И.7-65 «Расчетные максимальные расходы воды при проектировании гидротехнических сооружений на реках. Нормы проектирования».

2.2. Данные гидрометрических наблюдений по рассматриваемому водомерному посту считаются достаточными для определения по ним расчетных наивысших уровней воды, если период наблюдений составляет не менее 20 лет и в результате анализа установлено, что он включает годы, в которые наблюдались высокие ($p \leqslant 4\%$) и низкие ($p \geqslant 96\%$) половодья или паводки.

2.3. Если ряд гидрометрических наблюдений включает менее 20 лет, то производится его удлинение по кривым связи соответственных уровней воды с другими водомерными постами, имеющими более продолжительный период наблюдений.

Кривая связи уровней считается удовлетворительной и может быть использована для увеличения ряда наблюдений, если она отвечает условиям, указанным в примечании к п. 1.4. Экстраполяция кривой до уровня высоких вод производится с учетом формы поперечных сечений русла в обоих пунктах наблюдений.

Примечания: 1. Если в результате анализа или по опросу местных жителей установлено, что наивысший уровень, зарегистрированный на посту в течение n лет, не был превышен за более продолжительный период, равный N лет, то эмпирическая обеспеченность $p\%$ первого члена ряда определяется по формуле (1), в знаменателе которой вместо числа n лет принимается N лет.

2. Если по данным опроса жителей или архивным источникам установлен год прохождения половодья или паводка более редкой повторяемости, чем за период наблюдений, и определена отметка его наивысшего уровня, то этот уровень включается в ряд наблюдений под номером $m=1$, а фактически наблюденный максимум — под номером 2.

При определении вероятности превышения ВНУ по формуле (1) принимается число N лет, в течение которых он не был превышен, а вероятности второго члена ряда — n лет.

3. Для установления года, в который наблюдались половодья и паводки с вероятностью превышения $p \leqslant 4\%$, может быть использована карта (см. приложение), составленная по обобщенным данным максимального стока рек.

2.4. В случае невозможности удлинения ряда в расчетные наивысшие уровни, снятые с кривой обеспеченности, построенной по короткому ряду наблюдений, вводится поправочный коэффициент $k_п$ для приведения расчетного уровня воды к многолетнему ряду.

Величина коэффициента $k_п$ устанавливается по водомерным постам на ближайших реках-аналогах с многолетними рядами наблюдений по соотношению расчетных значений уровней, снятых с кривых обеспеченности, которые построены по многолетнему ряду наблюдений N лет и ряду, соответствующему периоду наблюдений n лет на водомерном посту, для которого производится расчет наивысших уровней воды

$$k_п = \frac{H_{pN}}{H_{pn}}, \qquad (2)$$

где H_{pN} и H_{pn} — расчетные наивысшие уровни воды обеспеченностью $p\%$ соответственно за многолетний и короткий ряды наблюдений по водомерному посту-аналогу.

Расчетный уровень с учетом поправки H'_{pN} определяется по формуле

$$H'_{pN} = k_п H'_{pn}, \qquad (3)$$

где H'_{pn} — расчетный уровень в створе поста, полученный по кривой обеспеченности, которая построена по ряду с числом лет наблюдений n.

При вычислении и введении поправочного коэффициента $k_п$ уровни воды по обоим постам берутся над условным нулем отсчета, за который принимается средний меженный уровень воды за период открытого русла.

2.5. Экстраполяция эмпирической кривой обеспеченности наивысших уровней воды до уровней заданной повторяемости производится графически с учетом морфометрии русла и высших исторических уровней. В отдельных случаях, если эмпирическая кривая обеспеченности хорошо согласуется с биномиальной кривой распределения III типа и если выше наблюденного наивысшего уровня нет резкого изменения формы живого сечения, для экстраполяции может быть применен графоаналитический метод. При применении этого метода параметры кривой обеспеченности H, C_v, C_s (H —) средний из наивысших уровень, C_v — коэффициент изменчивости, C_s — коэффициент асимметрии) определяются по трем ординатам 5, 50 и 95%-ной обеспеченности, снятым с эмпирической кривой обеспеченности, проведенной исходя из наилучшего соответствия эмпирическим данным [см. «Указания по определению расчетных величин годового стока рек и его внутригодового распределения» (СН 371-67, п. 2.27)].

2.6. Для рек, наивысшие уровни воды которых наблюдаются в разные сезоны года,

производится выборка и обработка однородных рядов уровней, соответствующих снеговому половодью и дождевым паводкам. В этом случае вероятность p того, что наивысший уровень воды превысит заданное значение уровня H, вычисляется по формуле

$$p = p_1 + p_2 - p_1 p_2, \qquad (4)$$

где p_1 и p_2 — вероятность превышения (в долях от единицы) наивысшего уровня половодья и дождевых паводков.

По значениям p_1 и p_2 кривых обеспеченности наивысших уровней половодья и паводков рассчитывается величина p для разных значений H и строится обобщенная кривая обеспеченности, которая и является расчетной.

2.7. Продолжительность стояния высоких уровней воды устанавливается по графику колебаний уровней одного из наблюдавшихся высоких продолжительных половодий или паводков, наиболее неблагоприятных по условиям затопления и подтопления территории.

При значительном (более 10%) различии наблюденного и расчетного наивысших уровней воды продолжительность стояния высоких уровней определяется по расчетному графику, который строится по модели высокого половодья или паводка. Пересчет ординат графика-модели в ординаты расчетного графика производится с помощью переходного коэффициента $k = \frac{H_р}{H_м}$ ($H_р$ — наивысший расчетный уровень воды, $H_м$ — наивысший уровень воды модельного графика колебаний уровня воды).

В отдельных случаях строится обобщенный за весь период наблюдений график продолжительности стояния уровня воды в пределах различных интервалов высот уровней.

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК ПРИ ОТСУТСТВИИ ИЛИ НЕДОСТАТОЧНОСТИ ГИДРОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

3.1. Расчетные наивысшие уровни воды рек при отсутствии подпора в случае недостаточности гидрометрических наблюдений и невозможности удлинения ряда определяются путем оценки пропускной способности русла в следующем порядке:

1) по изложенным ниже методам строится и экстраполируется до уровня высоких вод кривая зависимости средних скоростей течения от уровня воды $\bar{v} = f(H)$;

2) по данным топографической съемки и нивелировки строится кривая зависимости площадей водных сечений от уровня воды — $\omega = f(H)$;

3) по формуле $Q = \bar{v}\omega$ вычисляются расходы воды и строится кривая зависимости расходов от уровней воды — $Q = f(H)$;

4) по вычисленным указанными ниже способами расчетным максимальным расходам воды $Q_р$ по кривой $Q = f(H)$ определяются наивысшие уровни той же обеспеченности $H_р$.

3.2. Для построения и экстраполяции кривой средних скоростей применяется формула Шези

$$\bar{v} = C\sqrt{\bar{h}I}, \qquad (5)$$

где $\bar{v}$ — средняя по живому сечению скорость течения воды, *м/сек.*;

$\bar{h}$ — средняя глубина (в метрах) при отметке уровня воды H;

I — уклон водной поверхности;

C — скоростной коэффициент, величина которого определяется по натурным данным или по формуле $C = \frac{1}{n}\bar{h}^{1/6}$, где n — коэффициент шероховатости русла.

3.3. Для беспойменных створов способ экстраполяции кривых, $\bar{v} = f(H)$ выбирается в зависимости от того, имеются или отсутствуют данные об уклонах водной поверхности.

При наличии данных об уклонах экстраполяция производится по формуле (5), в которой C и I определяются по графически экстраполированным кривым $I = f(H)$ и $C = f(H)$.

При отсутствии данных об уклонах значения $\bar{v}$ в пределах не освещенной измерениями части кривой $\bar{v} = f(H)$ определяются по графически экстраполированной зависимости $\bar{v} = f(\sqrt{\bar{h}})$.

Таблица 1

Способы экстраполяции кривых $\bar{v}=f(H)$, рекомендуемые для пойменных створов

Характер поймы	Способ экстраполяции для пойменной части кривой			
	частично освещенной измерениями скоростей		не освещенной измерениями скоростей и уклонов	не освещенной измерениями скоростей, но освещенной данными об уклонах
	при наличии данных об уклонах	при отсутствии данных об уклонах		
Сложные, сравнительно широкие поймы приблизительно постоянной ширины	Экстраполяция по отсекам русла и поймы по формуле (5)	Экстраполяция зависимости $M=f(H)$ по отсекам русла и поймы		Экстраполяция по отсекам русла и поймы на основе уравнения неравномерного движения для главного русла и формулы (5) для пойменных створов
Простые луговые неширокие	Экстраполяция по формуле (5), примененной ко всему руслу	Экстраполяция зависимости $M=f(H)$ для всего русла в целом		

Примечание. Коэффициент M определяется по формуле $M=\frac{\bar{v}}{\sqrt{h}}$. По снятым с экстраполированной части кривой $M=f(H)$ значениям M вычисляются величины средних скоростей по формуле $\bar{v}=M\sqrt{h}$.

3.4. Экстраполяция кривых $\bar{v}=f(H)$ для пойменных створов производится в зависимости от состава имеющихся данных наблюдений и характера поймы способами, указанными в табл. 1.

3.5. Максимальные расчетные расходы воды заданной обеспеченности, необходимые для расчета наивысших уровней воды весеннего (весенне-летнего) половодья, определяются в соответствии с «Указаниями по определению расчетных максимальных расходов талых вод при отсутствии или недостаточности гидрометрических наблюдений» (СН 356-66) с использованием «Материалов по максимальному стоку талых вод на реках СССР», опубликованных Главным управлением гидрометеорологической службы при Совете Министров СССР.

Для объектов, расположенных в районах, где максимальные расходы воды, вызванные ливневыми осадками, превышают расходы талых вод, расчет наивысших уровней воды заданной обеспеченности производится по максимальным расходам дождевых паводков той же обеспеченности. Их величины определяются по существующим методам и региональным эмпирическим формулам.

Примечание. Если заранее не известно какого происхождения максимальный расход воды является наибольшим для заданной вероятности превышения, то следует определять отдельно расчетные максимальные расходы воды снеговых половодий и дождевых паводков и соответствующие им наивысшие уровни воды; расчетный уровень определяется по обобщенной кривой обеспеченности (см. п. 2.6).

3.6. Переход от расчетных максимальных расходов воды к расчетным наивысшим уровням воды H_p производится по кривой $Q=f(H)$; при неустойчивом русле — по экстраполированной верхней огибающей пучка кривых $Q=f(H)$.

Если ВИУ (бесподпорный) не согласуется с наивысшим уровнем той же обеспеченности, снятым с кривой $Q=f(H)$, то производится пересчет кривой $\bar{v}=f(H)$ при других величинах коэффициента шероховатости.

Примечание. Если в течение длительного периода наблюдается одностороннее смещение кривых $Q=f(H)$ вверх или вниз, свидетельствующее о происходящем в данном створе намыве или размыве русла, для перехода от расчетных максимальных расходов к расчетным наивысшим уровням воды необходимы специальные исследования.

3.7. Продолжительность стояния высоких уровней воды при отсутствии наблюдений определяется по расчетному гидрографу стока половодья или паводка, который строится в соответствии с рекомендациями СН 356-66. Ординаты расчетного гидрографа половодья или паводка пересчитываются в ординаты графика колебания уровня воды по кривым $Q=f(H)$ с оценкой числа лет, в течение которых он не был превышен, по опросу местных жителей и по аналогии со смежными реками, для которых имеются данные многолетних наблюдений.

4. ПЕРЕНОС РАСЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ РЕК ОТ СТВОРА К СТВОРУ

4.1. Перенос расчетных значений наивысшего уровня от створа водомерного поста к другим створам в пределах участка реки производится в зависимости от протяженности участка, его приточности, уклонов водной поверхности и морфометрии русла по одному из следующих способов:

1) по кривым расходов воды $Q=f(H)$;

2) по кривым связи соответственных уровней воды;

3) по уклону водной поверхности.

Расчетные отметки наивысших уровней воды должны быть увязаны по длине реки с уровнями на ближайших к участку водомерных постах.

4.2. Перенос расчетных уровней воды по кривым $Q=f(H)$ применяется для бесприточных и малоприточных участков рек значительной протяженности при наличии для опорного створа надежной кривой $Q=f(H)$ и данных многолетних наблюдений за стоком, позволяющих определить максимальные расходы воды различной обеспеченности. Для этого на участке реки, входящем в зону застройки, открывается один или несколько временных водомерных постов и производятся параллельные с опорным постом наблюдения за уровнями.

Расходы воды опорного створа переносятся (по кривым связи уровней с опорным постом) к временным створам, для которых строятся кривые $Q=f(H)$, с экстраполяцией их до уровней высоких вод.

С помощью полученного таким способом пучка кривых, построенных в единой системе отметок, и расчетных значений максимальных расходов воды в опорном створе определяются наивысшие расчетные уровни воды в створах постов и по ним строится продольный профиль водной поверхности участка реки для расчетного уровня.

4.3. Перенос расчетных наивысших уровней воды от опорного створа к другим створам выше или ниже по течению по кривым связи уровней требует соблюдения тех же условий, что и перенос уровней по кривым расходов $Q=f(H)$, но при этом экстраполируются не кривые $Q=f(H)$, а непосредственно кривые связи уровней. Данный метод может быть применен в случае, когда направление кривой связи для экстраполяции верхней ее части выявилось достаточно отчетливо (в этом случае параллельными наблюдениями должно быть освещено не менее 60% многолетней амплитуды колебания уровня воды).

Кривые связи уровней строятся по ежегодным значениям наивысших уровней, либо по характерным переломным точкам графиков колебания уровня воды, либо по ежедневным уровням с учетом времени добегания между водомерными постами.

4.4. Перенос уровней воды по уклону водной поверхности применяется для небольших по протяженности участков реки (1—3 *км*) и производится по формуле

$$H_{Бр} = H_{Ар} \pm IL, \qquad (6)$$

где $H_{Ар}$ — расчетный наивысший уровень обеспеченностью $p\%$ в опорном створе $А$, определенный по данным многолетних наблюдений;

$H_{Бр}$ — расчетный наивысший уровень той же обеспеченности в створе $Б$, расположенном выше или ниже по течению реки от опорного створа $А$, в единой системе отметок с постом $А$;

I — уклон водной поверхности между створами $А$ и $Б$;

L — расстояние между створами $А$ и $Б$, *м*.

Если створ $Б$ расположен выше по течению, то второй член правой части формулы (6) имеет знак плюс, а если ниже, то знак минус.

При использовании этого способа переноса уровней учитывается изменение уклонов в зависимости от высоты уровня воды. Если русло реки от створа $А$ к створу $Б$ вниз по течению расширяется, следует учитывать возможность увеличения уклонов при высоких уровнях по сравнению с меженью, а если сужается — возможность уменьшения уклонов.

4.5. Перенос в другой створ поправок, учитывающих подъем уровня при ледоходе $\Delta H_л$ и заторах льда $\Delta H_з$, величины которых определены для опорного створа по данным наблюдений (см. пп. 5.1 и 5.2), производится с учетом нижеследующего.

Если участок реки по условиям ледового режима более или менее однороден, поправка $\Delta H_л$ может быть принята одинаковой для всех створов. В случае разной мощности ле-

дяного покрова, разных сроков вскрытия реки и условий пропуска льда при переносе поправки $\Delta H_л$ от створа к створу учитывается различие в величинах $K_{зим}$.

Поправка $\Delta H_з$ при наличии наблюдений переносится в другие створы от опорного створа, а при отсутствии наблюдений — от головы затора льда, местоположение которого устанавливается по опросу.

При расположении головы затора ниже по течению реки от рассматриваемого участка строительства величина поправки на заторный подъем уровня воды в других створах устанавливается приближенно по формуле

$$\Delta H_{з.с} = \Delta H_{з.г} - IL, \qquad (7)$$

где $\Delta H_{з.с}$ — поправка на заторный подъем уровня воды в расчетном створе;
$\Delta H_{з.г}$ — величина $\Delta H_з$ в голове затора;
I — уклон водной поверхности при высоком уровне;
L — расстояние створа от головы затора, *м*.

Примечание. Более сложные приемы определения величин поправок $\Delta H_з$ могут применяться в отдельных случаях, когда это оправдано повышением точности расчета.

4.6. Для переноса расчетных наивысших уровней воды в пределах участков, находящихся в подпоре от основной реки (водохранилища), строится кривая подпора.

За начальный подпорный уровень в устье реки принимается уровень водоприемника (включая поправки $\Delta H_л$, $\Delta H_з$ и др.). Перенос этого уровня вверх от устья реки производится по морфометрически однородным участкам с помощью уравнения неравномерного движения методом последовательного приближения.

Для ориентировочных расчетов схематическая кривая подпора может строиться путем соединения плавной вогнутой кривой точек продольного профиля, соответствующих расчетному наивысшему бытовому уровню в месте выклинивания подпора и уровню в устье реки. Дальность распространения подпора при этом приближенно определяется по формуле

$$L = \alpha \frac{h_0 + z}{I}, \qquad (8)$$

где L — искомое расстояние, *км*;
I — средний уклон водной поверхности при отсутствии подпора, *промилле*;
h_0 — средняя глубина при отсутствии подпора, *м*;
z — величина подпора в устье, *м*;
α — коэффициент, зависящий от отношения $\frac{z}{h_0}$, определяемый по табл. 2.

Таблица 2

Коэффициент α

$\frac{z}{h_0}$	5,0	2,0	1,0	0,5	0,3	0,2	0,1	0,005
α	0,96	0,91	0,85	0,76	0,68	0,58	0,41	0,24

5. УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВЕННОГО РЕЖИМА ВОДЫ РЕК ПРИ ЛЕДОХОДЕ И ЗАТОРАХ ЛЬДА

5.1. На реках и участках рек, где наивысшие уровни воды наблюдаются в период ледохода или заторов льда, за расчетные принимаются наивысшие уровни воды, определенные с учетом подъемов, вызванных нарушением связи $Q=f(H)$, по формулам:

$$H_p = H_{Q_p} + \Delta H_л, \qquad (9)$$

$$H_p = H_{Q_p} + \Delta H_з, \qquad (10)$$

где H_p — расчетный уровень воды, определенный по кривой обеспеченности наивысших годовых уровней, выбранных вне зависимости от того, наблюдались ли они в период ледохода, затора или в период, свободный ото льда;
H_{Q_p} — наивысший уровень воды той же обеспеченности, определенный по расходам воды и кривой $Q=f(H)$;
$\Delta H_л$ — поправка, учитывающая влияние только ледохода (при отсутствии заторов льда), при определении которой редкий ледоход, не вносящий изменений в гидравлику потока, не учитывается;
$\Delta H_з$ — поправка, учитывающая подпор уровня воды при ледоходе, сопровождающемся заторами льда.

5.2. При наличии наблюдений расчетные уровни H_p для створа водомерного поста определяются непосредственно по кривой обеспеченности наивысших уровней воды, по-

строенноі по ежегодным значениям наивысших уровней воды.

Поправки $\Delta H_л$ и $\Delta H_з$ в этом случае определяются по формулам (9) и (10) для последующего переноса уровня к другим створам в соответствии с требованиями п. 4.5 настоящих Указаний.

При наличии данных не только по наивысшим уровням, но и по максимальным расходам воды величины поправок $\Delta H_л$ и $\Delta H_з$ для створов постов определяются по формулам (9) и (10) по равнообеспеченным значениям H_p и H_{Q_p}.

При наличии только уровенных наблюдений для определения поправок $\Delta H_л$ и $\Delta H_з$ рекомендуется проведение кратковременных гидрометрических работ (1—2 сезона) с построением кривой $Q=f(H)$, по которой определяются значения H_{Q_p} по расчетным расходам воды Q_p.

Для определения H_{Q_p} при отсутствии данных о расходах воды может также применяться срезка заторных уровней на графиках колебания уровня и построение кривой обеспеченности наивысших уровней, исправленных на величину срезки.

5.3. При отсутствии или недостаточности гидрометрических данных, когда наивысшие расчетные уровни воды определяются по максимальным расходам воды Q_p и кривой $Q=f(H)$, необходимо к уровням H_{Q_p} вводить поправки $\Delta H_л$ и $\Delta H_з$.

Поправка $\Delta H_л$ определяется по формуле

$$\Delta H_л = H_{\frac{Q_p}{K_{зим}}} - H_{Q_p}, \qquad (11)$$

где $H_{\frac{Q_p}{K_{зим}}}$ — уровень, определенный по кривой $Q=f(H)$ при свободном русле при расходе $\frac{Q_p}{K_{зим}}$ ($K_{зим}$ — поправочный коэффициент, учитывающий изменение гидравлики потока во время ледохода). Величина $K_{зим}$ определяется по аналогии со смежными реками. При отсутствии аналогов $K_{зим}$ принимается равным 0,8—0,9.

5.4. Для определения величины поправки $\Delta H_з$ при отсутствии или недостаточности гидрометрических наблюдений требуется выполнение специальных исследований для установления вероятности возникновения заторов, их местоположения и мощности.

При этом учитываются следующие факторы, способствующие образованию заторов:

— более позднее вскрытие участка реки, расположенного непосредственно ниже по течению, по сравнению с участком реки, входящим в зону застройки; чаще всего это имеет место на реках или их участках, имеющих направление течения с юга на север, в устьевых участках рек, при впадении реки в озеро или водохранилище;

— наличие в пределах участка реки в зоне застройки или непосредственно ниже ее перелома продольного профиля с резким уменьшением уклонов, сужения долины, крутых поворотов русла, островов, кос и других образований, стесняющих живое сечение и уменьшающих его пропускную способность;

— большая толщина и высокая прочность льда при вскрытии реки, интенсивное поступление льда с вышерасположенного участка.

Ориентировочно в зависимости от характера заторов могут приниматься следующие величины поправок $\Delta H_з$ (без учета навалов льда на берега):

особо мощные	заторы	до 3—5 *м*,
средние	заторы	до 2—3 *м*,
слабые	заторы	до 1—2 *м*.

Для установления величин $\Delta H_л$ и $\Delta H_з$ по аналогии со смежными реками рекомендуется использовать материалы «Каталога отметок наивысших уровней воды рек и озер» (см. п. 1.3).

5.5. При расчете наивысших уровней по расходам воды для небольших пересыхающих или промерзающих водотоков необходимо учитывать возможность повышения уровня за счет забивки русла снегом или образования наледей, достигающего в отдельных случаях 1—1,5 *м* и более. Величина подъема уровня, вызванного указанными причинами, устанавливается в результате полевых исследований.

6. УЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВЕННОГО РЕЖИМА ВОДЫ РЕК ПРИ СТЕСНЕНИИ РУСЛА И РЕГУЛИРОВАНИИ СТОКА

6.1. При определении отметок наивысших уровней воды в случае стеснения живого сечения опорами мостовых переходов, дамбами и другими сооружениями к бытовому расчет-

ному наивысшему уровню воды заданной обеспеченности H_p вводится поправка, учитывающая подпор уровня. Величина этой поправки в створе максимального подпора принимается по проекту сооружения, стесняющего русло реки. В необходимых случаях производятся расчеты с определением отметок свободной поверхности на участках мостовых переходов и других сооружений, стесняющих русло, по уравнению неравномерного движения потока в конечных разностях или непосредственно по уравнению энергии потока.

6.2. При обваловании больших участков пойменных рек необходимо производить определение наивысших уровней воды по расчетному ретрансформированному гидрографу стока с последующим переходом от ретрансформированных расчетных максимальных расходов воды к соответствующим им расчетным уровням по кривой $Q=f(H)$.

6.3. При определении расчетных наивысших уровней воды должно быть учтено возможное влияние на уровенный режим существующих, а также намеченных перспективными планами гидротехнических сооружений.

6.4. На зарегулированных реках в верхнем и нижнем бьефах водохранилищ расчетные наивысшие уровни воды принимаются по проектным данным с корректировкой соответствующих расчетов по материалам наблюдений, проведенных в процессе эксплуатации сооружений.

Следует учитывать возможность образования заторов и зажоров льда в нижних бьефах при работе гидроэлектростанций зимой большими расходами воды в режиме суточного регулирования.

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНЫХ НАИВЫСШИХ УРОВНЕЙ ВОДЫ ОЗЕР

7.1. Определение расчетных наивысших уровней воды озер при наличии наблюдений производится по кривым обеспеченности уровней теми же приемами, что и для рек, без учета поправок $\Delta H_л$ и $\Delta H_з$, которые при расчете уровней озер не вводятся.

Примечание. При определении расчетных наивысших уровней воды озер засушливой зоны, учитывая наличие многолетних циклических колебаний их уровня большой длительности, необходимо выполнение специальных исследований с использованием данных по морфологии озерной котловины, исторических и других материалов.

7.2. Определение расчетных наивысших уровней воды озер при отсутствии или недостаточности гидрометрических наблюдений производится:

а) для проточных озер — по кривой $Q=f(H)$ в истоке из озера, которая строится по материалам полевых изысканий с экстраполяцией ее до уровня высоких вод. Расчетный максимальный расход воды в истоке из озера определяется по СН 356-66;

б) для бессточных озер — по расчетному объему притока h_p за период половодья, определяемому согласно рекомендациям СН 356-66 и кривой объемов $W=f(H)$.

При расчете по п. 7.2б за начальный уровень принимается наивысший предпаводочный уровень воды в озере, устанавливаемый путем опроса при полевых исследованиях.

7.3. Для ориентировочных расчетов наивысших уровней воды озер может быть использована зависимость вида

$$\overline{A} = \alpha K^{0,50}, \qquad (12)$$

где $\overline{A}$ — средняя многолетняя амплитуда колебания уровня воды в озере, *см*;

$K=\frac{F}{S}$ — коэффициент, учитывающий интенсивность питания озера и равный частному от деления площади бассейна озера F на площадь его зеркала S;

α — параметр, определяемый по данным наблюдений на смежных морфологически однородных озерах. Для озер Северо-Запада Европейской территории СССР (Кольского п-ова, Карелии, Прибалтики) α принимается равным 20, для озер северных и центральных областей — 32.

Переход от средней многолетней амплитуды уровней к амплитуде расчетной обеспеченности производится при $C_s=0$ и C_v — по аналогии с изученными озерами.

Примечания: 1. Зависимость (12) применима для значений K менее 250.

2. Для карстовых, периодически исчезающих озер, а также для озер с искаженным естественным режимом обязательно производство водомерных наблюдений.

7.4. В значения расчетных уровней вводятся поправки на ветровое волнение $\Delta H_в$ и нагон $\Delta H_н$. Определение поправки на ветровое волнение производится в соответствии с «Техническими условиями определения волновых воздействий на морские и речные сооружения и берега» (СН 92-60).

Поправка $\Delta H_н$ вводится в случае расчета наивысшего уровня озер при отсутствии наблюдений. Величина нагона рассчитывается по существующим формулам в зависимости от расчетной скорости ветра, средней глубины водоема и расстояния пункта, для которого производится расчет, от центра тяжести зеркала водоема.

Поправки $\Delta H_н$ при наиболее часто встречающейся максимальной скорости ветра (20 м/сек.) приводятся в табл. 3.

7.5. Перенос наивысших уровней (без учета поправки $\Delta H_в$) от водомерного поста к другому пункту на берегу озера производится по графикам связи уровней или непосредственно по абсолютным (или условным) взаимно увязанным отметкам.

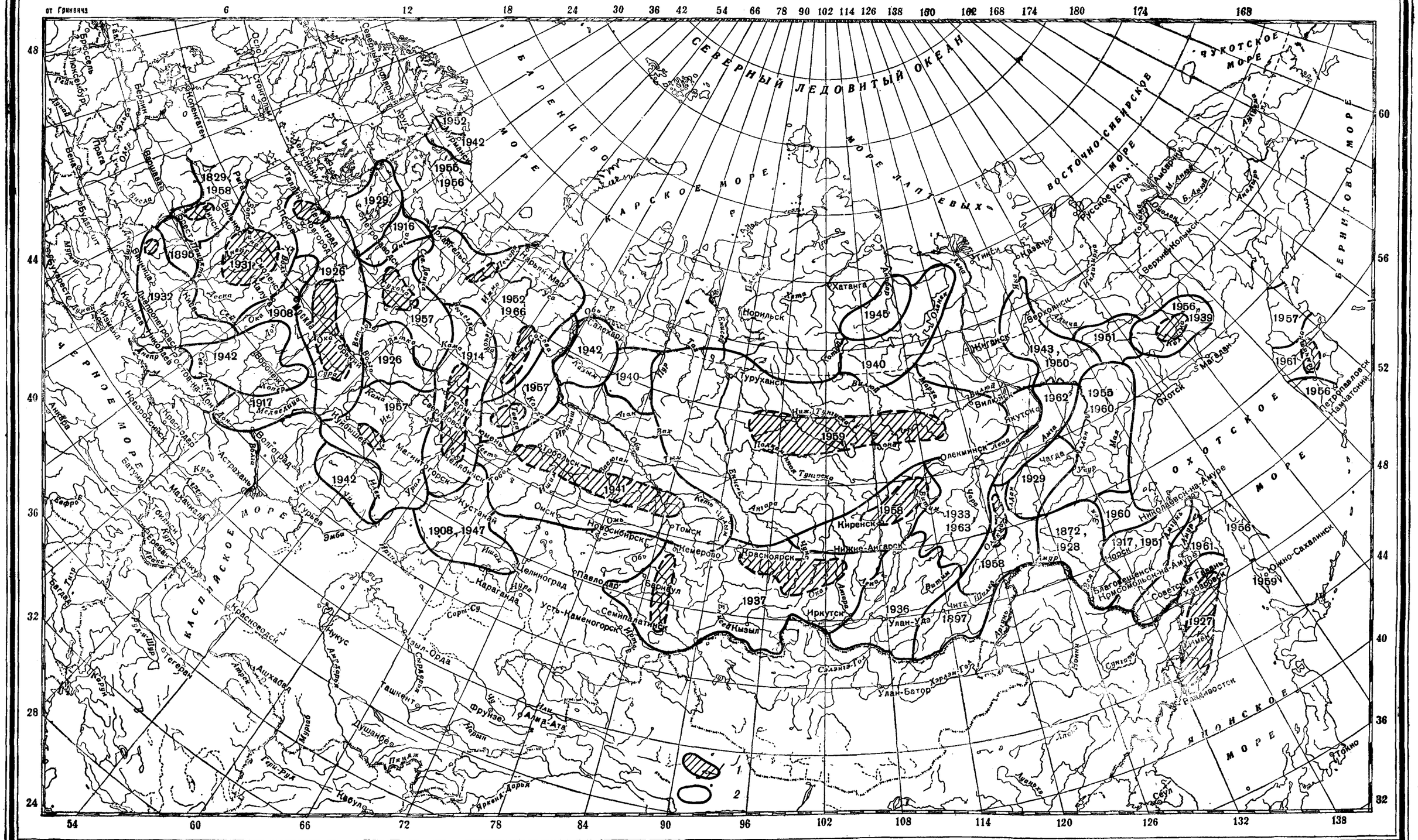
Величина поправки $\Delta H_в$ определяется отдельно с учетом ветровой защищенности застраиваемой береговой зоны, длины разгона волны и других факторов и в соответствии с п. 7.4 настоящих Указаний.

Таблица 3

Поправки на ветровой нагон $\Delta H_н$ в см при скорости ветра 20 м/сек.

Расстояние от центра тяжести зеркала озера, *км*	Средняя глубина, *м*				
	2,5	5	10	20	30
10	18	14	8	5	3
20	36	27	20	12	7
40	72	54	38	27	20
60	110	81	58	42	20
80	144	108	78	55	38
100	180	135	96	68	48

Примечание. Средняя глубина озера определяется по направлению действующего ветра на участке от центра тяжести водоема до пункта, для которого производится расчет.


от Гринвича
6
12
18
24
30
36
42
54
66
78
90
102
114
126
138
150
162
168
174
180
174
168
48
44
40
36
32
28
24
60
56
52
48
44
40
36
32
54
60
66
72
78
84
90
96
102
108
114
120
126
132
138
СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН
БАРЕНЦЕВО МОРЕ
КАРСКОЕ МОРЕ
МОРЕ ЛАПТЕВЫХ
ВОСТОЧНО-СИБИРСКОЕ МОРЕ
ЧУКОТСКОЕ МОРЕ
БЕРИНГОВО МОРЕ
ЧЕРНОЕ МОРЕ
КАСПИЙСКОЕ МОРЕ
ОХОТСКОЕ МОРЕ
ЯПОНСКОЕ МОРЕ
Осло
Стокгольм
Хельсинки
Таллин
Рига
Вильнюс
Минск
Варшава
Берлин
Прага
Вена
Будапешт
Братислава
Копенгаген
Брюссель
Гаага
Лондон
Париж
Мюнхен
Женева
Белград
Бухарест
Кишинев
Одесса
Севастополь
Симферополь
Ялта
Анкара
Измир
Стамбул
Афины
Салоники
Триполи
Тунис
Алжир
Рабат
Мадрид
Лиссабон
Ленинград
Архангельск
Мурманск
Петрозаводск
Вологда
Горький
Киров
Пермь
Свердловск
Челябинск
Тобольск
Тюмень
Ханты-Мансийск
Сургут
Нижневартовск
Салехард
Надым
Ямбург
Мыс Челюскин
Диксон
Норильск
Хатанга
Тикси
Нижнеколымск
Верхоянск
Оймякон
Якутск
Олекминск
Нижний Тунгуска
Туруханск
Подкаменная Тунгуска
Енисейск
Лена
Обь
Иртыш
Ангара
Енисей
Ока
Волга
Дон
Кама
Урал
Днепр
Висла
Одер
Эльба
Рейн
Темза
Сена
Луара
Рона
Тибр
Дунай
Днестр
Буг
Неман
Западная Двина
Северная Двина
Печора
Мезень
Онега
Ладожское оз.
Онежское оз.
Чудское оз.
Псковское оз.
Ильменское оз.
Белое оз.
Рыбинское вдхр.
Горьковское вдхр.
Куйбышевское вдхр.
Волгоградское вдхр.
Цимлянское вдхр.
Каховское вдхр.
Киевское вдхр.
Днепродзержинское вдхр.
Кременчугское вдхр.
Запорожское вдхр.
Новосибирское вдхр.
Братское вдхр.
Усть-Илимское вдхр.
Красноярское вдхр.
Саяно-Шушенское вдхр.
Зейское вдхр.
Бурейское вдхр.
Вилюйское вдхр.
Колымское вдхр.
Камское вдхр.
Воткинское вдхр.
Ивьтское вдхр.
Нижнекамское вдхр.
Чебоксарское вдхр.
Рыбинск
Ярославль
Кострома
Калинин
Смоленск
Брянск
Курск
Воронеж
Белгород
Харьков
Полтава
Кременчуг
Днепропетровск
Запорожье
Николаев
Херсон
Одесса
Кишинев
Измаил
Ростов-на-Дону
Краснодар
Новороссийск
Таганрог
Керчь
Феодосия
Симферополь
Севастополь
Ялта
Евпатория
Мелитополь
Волгоград
Саратов
Пенза
Тамбов
Рязань
Тула
Калуга
Орел
Липецк
Воронеж
Белгород
Курск
Сумы
Чернигов
Гомель
Могилев
Витебск
Полоцк
Гродно
Брест
Пинск
Житомир
Винница
Тернополь
Ивано-Франковск
Черновцы
Львов
Ужгород
Мукачево
Хуст
Сигет
Марамарош
Ясиня
Рахов
Берегово
Солотвино
Тячев
Вышково
Ворохта
Яремче
Коломыя
Надворная
Калуш
Дрогобыч
Самбор
Стрый
Моршин
Трускавец
Борислав
Долина
Болехов
Калуш
Станислав
Тлумач
Коломыя
Снятын
Городенка
Заставна
Сокиряны
Новоселица
Хотин
Каменец-Подольский
Могилев-Подольский
Ямполь
Жмеринка
Винница
Хмельник
Шепетовка
Ровно
Сарны
Олевск
Коростень
Новоград-Волынский
Житомир
Бердичев
Белая Церковь
Фастов
Киев
Чернобыль
Припять
Мозырь
Речица
Гомель
Жлобин
Рогачев
Бобруйск
Могилев
Орша
Витебск
Полоцк
Новополоцк
Лепель
Борисов
Минск
Молодечно
Барановичи
Слуцк
Несвиж
Пинск
Столин
Лунинец
Мозырь
Калинковичи
Светлогорск
Жлобин
Рогачев
Гомель
Новозыбков
Унеча
Стародуб
Клинцы
Сураж
Почеп
Брянск
Карачев
Дятьково
Сельцо
Жуковка
Трубчевск
Новгород-Северский
Конотоп
Шостка
Глухов
Путивль
Рыльск
Суджа
Курск
Обоянь
Щигры
Льгов
Дмитриев
Железногорск
Курская АЭС
Старый Оскол
Белгород
Шебекино
Валуйки
Новый Оскол
Алексеевка
Россошь
Острогожск
Лиски
Поворино
Калач
Борисоглебск
Воронеж
Нововоронежская АЭС
Семилуки
Бобров
Лиски
Павловск
Богучар
Калач
Новохоперск
Балашов
Поворино
Грязи
Елец
Задонск
Данков
Лебедянь
Липецк
Усмань
Тамбов
Мичуринск
Рассказово
Уварово
Моршанск
Инжавино
Кирсанов
Пенза
Сердобск
Кузнецк
Ртищево
Аткарск
Балашов
Вольск
Саратов
Энгельс
Балаково
Хвалынск
Красный Кут
Ершов
Пугачев
Новоузенск
Калининск
Аркадак
Петровск
Ровное
Базарный Карабулак
Ершов
Балашов
Вольск
Маркс
Энгельс
Саратов

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания 3
2. Определение расчетных наивысших уровней воды рек при наличии гидрометрических наблюдений 4
3. Определение расчетных наивысших уровней воды рек при отсутствии или недостаточности гидрометрических наблюдений 6
4. Перенос расчетных значений наивысших уровней воды рек от створа к створу 8
5. Учет изменения уровенного режима воды рек при ледоходе и заторах льда . . 9
6. Учет изменения уровенного режима воды рек при стеснении русла и регулировании стока 10
7. Определение расчетных наивысших уровней воды озер 11
Приложение. Карта распространения выдающихся половодий и паводков на реках СССР (вклейка)

Указания по определению расчетных наивысших уровней воды рек и озер СН 397-69

Редактор З. М. Кожина
Технический редактор И. К. Пелипенко
Корректор М. А. Гальперина

Сдано в набор 21/X 1969 г. Подписано к печати 21/I 1970 г. Бумага 84×108¹/₁₆. Бум. л. 0,375 + вкл. Печ. л. 1,68. Уч.-изд. л. 1,47. Тираж 25 000 экз. М-12026. Индекс ГЛ-229. Заказ 1005. Цена 7 коп.

Гидрометеорологическое издательство. Ленинград. В-53, 2-я линия, д. № 23.

Сортавальская книжная типография Управления по печати при Совете Министров Карельской АССР. Сортавала, Карельская. 42.

gost.e-ecolog.ru