



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для выполнения практических работ по курсам
«Технология гидрологических работ и наблюдений», «Гидрология
суши», «Основы гидрологии»

Иркутск 2017г.

05.02.02 Гидрология, 05.02.03 Метеорология

Разработчик:

©*Байкудинова Анна Петровна*, преподаватель государственного бюджетного профессионального образовательного учреждения Иркутской области
«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Организация-разработчик:

© *Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области*
«ИРКУТСКИЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

Методические указания для выполнения практических работ по курсам «Гидрология суши», для студентов заочного отделения гидрометеорологического техникума.

Настоящие методические указания составлены в соответствии с программой курсов «Основы гидрологии», «Гидрология суши», «Технология гидрологических работ и наблюдений» и предназначены для студентов заочного отделения (специальностей «Гидрология», «Метеорология»).

Они содержат общие методические указания, практические задания, рекомендуемую литературу, а также справочный материал.

1 вариант

№ п/п	Название работы
1	«Определение гидрографических характеристик реки и её бассейна»
2	«Построение гидрографа стока. Построение комплексного графика»
3	«Расчленение гидрографа по источникам питания. Определение фаз водного режима»
4	«Построение кривых объемов и площадей озера»
5	«Расчет испарения с поверхности водоема»
6	«Вычисление измеренного расхода воды»
	Итого:

2 вариант

№ п/п	Название работы
1	«Определение гидрографических характеристик реки и её бассейна»
2	«Построение гидрографа стока. Построение комплексного графика»
3	«Расчленение гидрографа по источникам питания. Определение фаз водного режима»
4	«Построение кривых объемов и площадей озера»
5	«Расчет испарения с поверхности водоема»
	Итого:

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение

4

«Определение гидрографических характеристик реки и её бассейна»

«Построение гидрографа стока. Построение комплексного графика»

«Расчленение гидрографа по источникам питания. Определение фаз водного режима»

«Построение кривых объемов и площадей озера»

«Расчет испарения с поверхности водоема»

Библиографический список

Приложение

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие методические указания составлены в соответствии с программами курсов «Технология гидрологических работ и наблюдений», «Гидрология суши», «Основы гидрологии» для студентов заочного отделения. Они содержат практические работы по определению гидрографических характеристик бассейнов, морфометрических и режимных характеристик рек, рекомендуемую литературу и необходимый справочный материал.

Целью работ является закрепление теоретических знаний о гидрологии и приобретение практических навыков, необходимых для простейших расчетов стока и водности рек.

Материалы по гидрологии помещены в гидрологических ежегодниках ГУГМС, в материалах по режиму рек СССР, в сведениях об уровне воды на реках и озерах.

Определение морфометрических характеристик может быть выполнено по крупномасштабным топографическим картам. Масштаб карт необходимо выбирать в соответствии с размерами бассейнов рек – чем меньше бассейн, тем крупнее должен быть масштаб карты. Кроме того, карты должны удовлетворять следующим требованиям: новизна и сохранность, наличие сведений о рельефе, полнота изображений гидрографической сети, покрытие всего бассейна картами одного масштаба.

Работу выполняют на стандартной бумаге форматом А4, а все графические построения – на миллиметровой бумаге.

Точность вычислений при гидрологических расчетах не должна превышать точности измерений. В гидрологических расчетах в большинстве случаев основные морфометрические и гидрологические характеристики округляются по общепринятым правилам до 3-х значащих цифр с обязательным указанием размерности характеристик. В таблице 1

Приложения приведены условные обозначения некоторых основных характеристик, применяемых в гидрологических расчетах.

При оформлении основных гидрологических графиков следует придерживаться следующих масштабов: горизонтальный масштаб - в 1 см 10 суток; вертикальный масштаб: в 1 см для расходов 10, 20, 50, 100 м³/сек.

Основой для теоретической подготовки к выполнению практических работ служат следующая рекомендуемая литература:

1. *Давыдов Л.К., Дмитриева А.А., Конкина Н.Г.* Общая гидрология. Л.:Гидрометеиздат, 1973.
2. *Михайлов В.Н., Добровольский А.Д.* Общая гидрология: учеб.для геог. спец вузов. – М.:Высшая школа, 1991.
3. *Чеботарев А.И.* Общая гидрология (воды суши). – Л.: Гидрометеиздат, 1975.
4. *Лучшева А.А.* Практическая гидрология. Л., Гидрометеиздат, 1959.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
РЕКИ И ЕЁ БАССЕЙНА

Исходные данные: Физико-географическая карта Пермского края или Свердловской области масштабом 1:200000

Требуется:

1. Нанести линию водораздела выбранной реки и ее притоков.
2. Определить длину главной реки и ее притоков; коэффициент извилистости главной реки.
3. Определить густоту речной сети.
4. Построить гидрографическую схему реки.

Указания для выполнения работы:

Для выполнения работы самостоятельно выбирается бассейн реки, при этом главная река должна иметь не менее 5-7 притоков и по водосбору должно проходить не менее 4-5 горизонталей. Копия топографической карты обязательно должна быть приложена к работе.

1. Границами бассейна (водосбора) реки служит водораздельная линия, отделяющая данную речную систему от соседних и являющаяся раздельной линией для поверхностного стока в данный или соседний бассейн (рис.1). Водораздельную линию проводят по наиболее высоким точкам земной поверхности.

2. После проведения водораздельной может быть вычислена площадь бассейна в $км^2$. Площадь бассейна является основной его характеристикой, так как процессы стока зависят в первую очередь от площади бассейна.

Измерение площади производится при помощи палетки, которая представляет собой кальку, разграфленную на равновеликие квадраты. Площадь одного квадрата, выраженная в масштабе карты, называется *ценой деления* палетки.

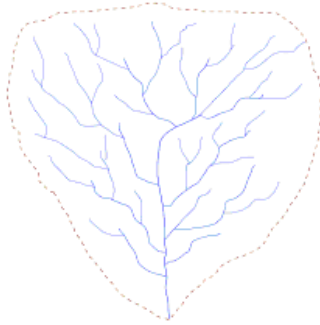


Рис. 1. Границы водосборной площади реки Мулянки

Палетка накладывается на схему бассейна и подсчитывается число полных клеток палетки, расположенных в пределах водораздельной линии. Из неполных квадратов приближенно составляются полные и суммируются с числом полных клеток. Общее число квадратных сантиметров умножается на цену деления палетки. Полученный результат даст размер площади бассейна в квадратных километрах. Площадь бассейна округляется до целого километра.

Речная система характеризуется рядом признаков, главнейшими из которых являются: длина составляющих ее рек, извилистость рек и густота речной сети.

3. Длина главной реки (L) и длины притоков (l_1, l_2, \dots) определяются по карте при помощи курвиметра - прибора для измерения расстояния по карте. Курвиметр имеет метрическую шкалу. Цена деления соответствует 1 сантиметру.

Длины измеряются дважды (от устья к истоку и обратно). Расхождение между измерениями не должно превышать 2%. За окончательное значение принимается среднее из двух отложений.

Результаты вычислений заносят в ведомость (табл.1). Список рек бассейна составляется по таблице 2. В списке указывается название реки, в

которую впадает рассматриваемый водоток, с какого берега впадает, расстояние от устья по главной реке до места впадения притока, длина рассматриваемого водотока.

Таблица 1

Ведомость измерения длины реки Мулянки (пример заполнения)

Показания курвиметра			Вычисленная длина L , км
1-е измерение	2-е измерение	среднее	

Таблица 2

Список рек бассейна реки Мулянки (пример заполнения)

№ п/п	Название притока	Куда впадает, с какого берега	Расстояние от устья главной реки до места впадения притока, км	Длина притока, км
1	р.Малая	р. Мулянка, п.б.	25	1,5
2	без названия	р.Малая, п.б.	2	0,5
3	без названия	р.Мулянка, л.б.	30	0,4
...

4. Извилистость главной реки определяется как отношение длины реки к прямой, соединяющей исток и устье. Если на всем своем протяжении река имеет разную извилистость, то ее разбивают засечками на участки в соответствии с типом извилистости. Общая длина реки соответственно будет равна сумме длин выделенных участков.

Чем больше коэффициент извилистости, тем больше извилистость и наоборот.

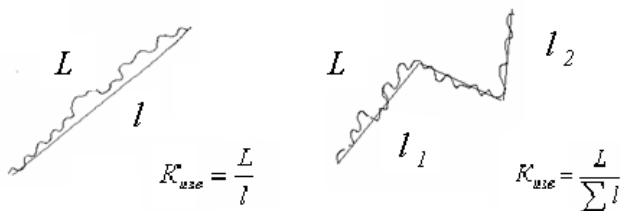


Рис. 2. Определение извилистости реки Мулянки

5. За меру густоты речной сети принимают отношение протяженности всех рек, находящихся на данной площади, выраженного в километрах, к площади бассейна

$$\varphi = \frac{L + \sum l}{F} \left[\frac{\text{км}}{\text{км}^2} \right], \quad (1)$$

где $L + \sum l$ - общая длина речной сети бассейна, км, F - площадь бассейна, км². Густота речной сети характеризует условия стекания поверхностных вод - чем больше густота речной сети, тем они благоприятнее.

6. Схематическим изображением речной системы может служить гидрографическая схема реки, составляемая по данным таблиц 1,2. Для построения схемы главная река изображается в виде прямой линии; масштаб выбирается таким образом, чтобы чертеж поместился на листе форматом А4.

Притоки первого порядка изображаются в виде прямых линий в масштабе, расположенных под углом 30-45° к главной реке и откладываются от линии главной реки в местах их впадения, определяемых по расстоянию от устья. Притоки второго, третьего и т.д. порядков изображаются аналогично притокам первого порядка. На схеме выписываются названия рек и их длина в километрах (рис.3).

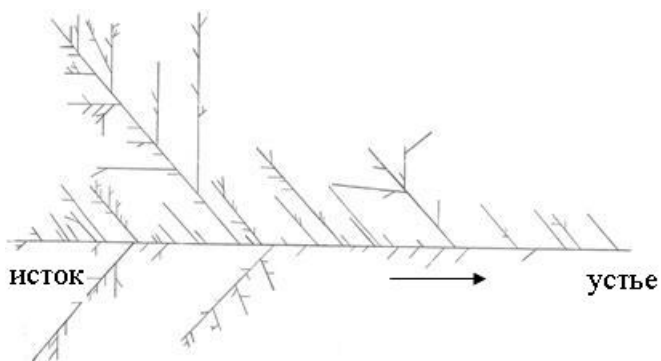


Рис. 3. Гидрографическая схема бассейна реки Мулянки

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Построение гидрографа стока. Построение комплексного графика.

Исходные данные:

1. Таблица ежедневных расходов воды (ЕРВ), характеристика ледовой обстановки, данные о толщине льда и высоте снега на льду, температуре воды, приведенные в Приложении или выписанные из «Гидрологического ежегодника».

2. Таблицы данных о количестве осадков и температуре воздуха на метеостанции, расположенной в пределах бассейна, выбранные из «Климатических справочников» за тот же год или приведенные в Приложении.

Требуется:

1. Построить гидрограф стока за выбранный год,

2. Совмещено с гидрографом на том же листе построить графики толщины льда и высоты снега на льду; кривую изменения температуры воды, диаграммы суточных сумм осадков; графики колебаний температуры воздуха.

Указания для выполнения работы:

1. Для характеристики режима стока строят график изменения расхода воды во времени – $Q=f(H)$ – *гидрограф*, т.е. графическое изображение колебаний ежедневных расходов воды в течение года. На гидрографах наглядно выявляются особенности изучаемой реки: изменение расходов в различные сезоны года.

Исходными данными для построения гидрографа являются ежедневные расходы воды, помещенные в «Гидрологических ежегодниках». Гидрограф строится на миллиметровке формата А3. По вертикальной оси откладываются расходы воды ($Q, м^3/с$), а по горизонтальной – время в сутках (рис. 4). Вертикальный масштаб выбирается в зависимости от величины расходов, горизонтальный – 1мм=1 дню.

На поле графика наносятся в виде точек расходы воды средние за каждые сутки, затем точки последовательно соединяются прямыми линиями. На гидрографе надписываются: название реки, пункт и год наблюдений, площадь бассейна. Условными знаками указываются ледовые явления.

2. Совмещено с гидрографом стока строится график, отображающий изменение температуры воды ($T^{\circ}C$), толщины льда (h_l) и высоты снега на нем (h_c) в течение зимнего периода (рис.5). Затем строятся диаграммы суточных сумм атмосферных осадков и графики хода температуры воздуха. Твердые и жидкие осадки, а также положительные и отрицательные температуры отмечаются разными цветами. Характер ледовой обстановки в створе гидрологического поста описан условными знаками, которые следует отметить на графике согласно рис.4.



Рис. 4. Условные обозначения фаз ледового режима:

1 - сало; 2 - заберег; 3 - сало при забереге; 4 - редкий шугоход; 5 - средний шугоход; 6 - густой шугоход; 7 - редкий ледоход; 8 - средний ледоход; 9 - густой ледоход; 10 - ледостав; 11 - вода течет поверх льда; 12 - закраины; 13 - разводья; 14 - подвижка льда; 15 - затор льда ниже поста; 16 - затор льда в створе и выше поста; 17 - зажор ниже поста; 18 - зажор в створе и выше поста (17, 18 ставятся в начале и конце периода зажора).

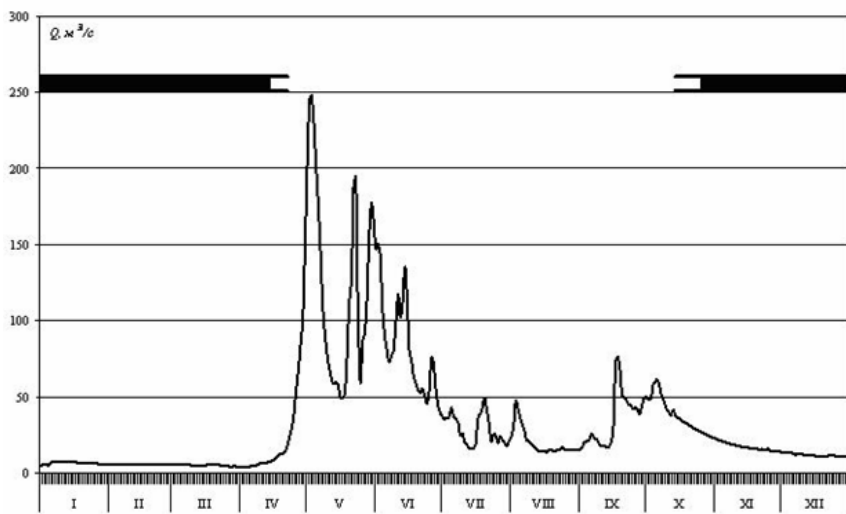


Рис. 4. Гидрограф стока по посту р. Лобва – р.п. Лобва ($F=2940 \text{ км}^2$)
за маловодный год 1979 г.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Расчленение гидрографа по источникам питания. Определение фаз водного режима.

Исходные данные:

Гидрограф стока исследуемой реки.

Требуется:

1. Произвести расчленение гидрографа по типам питания, выделив снеговое, дождевое, подземное питание по методу Б.В. Полякова
2. Определить величину каждого типа питания (в % от годового стока) и преимущественный тип питания.

Указания для выполнения работы:

Водоносность реки определяется ее питанием – поверхностным и подземным. По виду гидрографа, по высоте пиков (резких подъемов расходов) и по расположению их в течение года можно судить об источниках питания. Например, на реках питающихся преимущественно талыми водами, наблюдается подъем уровня (половодье) весной, а на реках с преобладающим дождевым питанием наблюдается обычно большое количество летних паводков и т.д.

После построения гидрографа реки его расчленяют по типам питания, выделяя снеговое, дождевое, подземное питание.

При расчленении гидрографа по типам питания затруднительно без данных о режиме грунтовых вод выделить подземное питание.

Для выделения грунтового питания на гидрографе разработано несколько методов. Различия между ними касаются определения питания грунтовыми водами в период половодья. В остальную часть года грунтовое питание отделяется от поверхностного плавной линией, соединяющей точки, соответствующие наименьшим расходам воды.

Резкие изменения расходов воды, показанные на гидрографе выше линии грунтового питания, относят летом к дождевому питанию, зимой – к таянию снега при оттепелях.

Резкие кратковременные увеличения расходов (пики) на спаде половодья бывают при выпадении дождей, уменьшения – при сильных похолоданиях в бассейне реки, замедляющих таяние снега. Более точно определить причину изменения расхода и правильно выделить тип питания в этих случаях можно при совместном рассмотрении гидрографа и хода температуры воздуха и атмосферных осадков (рис.4).

Расчленение гидрографа рекомендуется произвести *по методу Б.В. Полякова*.

По гидрографу находится момент пика половодья, когда питание реки и сток происходит только за счет талых вод. Грунтовое питание в момент пика принимается равным нулю, так как уровень воды в реке выше уровня грунтовых вод и вода поступает из русла в грунт в результате гидростатического давления. На подъеме половодья отток воды из русла в грунт постепенно возрастает, на спаде уменьшается.

Принимая на основании сказанного, что грунтовое питание на подъеме половодья равномерно уменьшается до нуля в момент пика, соединяем прямой линией точку, соответствующую наиболее низкому расходу перед половодьем с точкой питания на пике. Аналогично соединяем прямой точки питания на пике с возрастанием грунтового питания на спаде до момента прекращения стока снеговых вод.

Площадь, ограниченная линией гидрографа и осями координат, изображает в соответствующем масштабе объем годового стока.

Для подсчета годового стока нужно определить эту площадь в $см^2$ и умножить ее на значение $1 см^2$ в масштабе чертежа. Например, при вертикальном масштабе в $1 см 50 м^3/сек$ и горизонтальном – в $1 см 10 суток$, площадь в $1 см^2$ соответствует $50 \times 10 \times 86400$ (86400 – количество секунд в

сутках). Аналогично по частям гидрографа, изображающим отдельные виды питания, определяется величина стока снеговых, дождевых и грунтовых вод и доля их (в % от годового стока) в общем питании реки. Результаты расчетов представить в виде таблицы 4.

Таблица 4

Доля различных видов питания в годовом стоке

Вид питания	Объем $W, м^3$	в % от годового стока
Снеговое		
Дождевое		
Грунтовое		
За год		100 %

На основании расчленения гидрографа и подсчета процентного соотношения различных видов питания можно сделать вывод о преимущественном виде питания данной реки (табл.5).

Таблица 5

Основные типы рек по источникам питания (по М. И. Львовичу)

Характеристика типа питания	Количественный показатель преимущественного вида питания
Почти полностью снеговое	Снеговое >80%
Преимущественно снеговое	Снеговое >50%
Почти полностью дождевое	Дождевое > 80%
Преимущественно дождевое	Дождевое >50%
Преимущественно ледниковое	Ледниковое >50%
Смешанное с преобладанием снегового	Снеговое > 50%
Смешанное с преобладанием дождевого	Дождевое > 50%
Смешанное с преобладанием ледникового	Ледниковое > 25%
Смешанное с преобладанием подземного	Подземное > 25%

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Расчет испарения с поверхности водоема

Исходные данные:

1. План водоема и его морфометрические характеристики, географическое положение, характеристики места расположения метеостанции

2. Средние по месяцам значения метеорологических элементов по метеостанциям:

U_{ϕ} – скорость ветра на высоте флюгера, м/с;

$N_{с}, N_{ю}, N_{з}, N_{в}, N_{сз}, N_{юв}, N_{юз}$ – повторяемость ветра северного, южного, западного, восточного, северо-западного, юго-восточного, северо-восточного, юго-западного направлений, в % от общего количества случаев за каждый месяц (если водоем небольшой, то все направления приводятся к 4 основным румбам);

t_n – температура воды поверхностного слоя;

t_2 – температура воздуха на метеостанции.

Требуется:

Расчитать испарение с поверхности водоема

Указания для выполнения работы:

Величина испарения зависит от температуры воды и воздуха, влажности, скорости ветра, атмосферного давления, минерализации воды, растительности. По особенностям испарения выделяют три группы водоемов:

1) малые, с площадью зеркала до 5 км² и длиной разгона воздушного потока не более 2-3 км;

2) средние, с площадью 5-40 км²;

3) крупные, с площадью более 40 км².

Для первой и второй групп можно использовать данные метеостанций, расположенных вблизи водоемов, в целом для водоемов; для третьей группы лучше выполнять расчеты по участкам, по данным нескольких метеостанций.

Расчетное уравнение

Для всех групп расчет выполняют по формуле

$$E = 0,14n(e_0 - e_2)(1 + 0,72U_2), \quad (2)$$

где E – испарение за расчетный интервал времени, мм;

n – число суток в расчетном интервале времени;

e_0 – среднее значение максимальной упругости водяного пара, вычисленное по температуре воды на поверхности t_n (табл.11), мбар;

e_2 – средняя абсолютная влажность над водоемом на высоте 2 м, мбар;

U_2 – средняя скорость ветра над водоемом на высоте 2 м, м/с.

Выполнение работы

1) Средняя скорость ветра над водоемом U_2 определяется по формуле

$$U_2 = K_1 K_2 K_3 U_\phi, \quad (3)$$

где K_1 – коэффициент, учитывающий степень защищенности метеостанции на суше (табл. 6),

K_2 – коэффициент, учитывающий характер рельефа в районе метеостанции (табл. 7);

K_3 – коэффициент, учитывающий среднюю длину разгона воздушного потока над водной поверхностью при различной защищенности (табл. 8).

Таблица 6

Коэффициент K_1 для определения скорости ветра над водной поверхностью на высоте 2 м

Местоположение и степень защищенности метеостанции на суше	K_1
<u>Лесная зона</u>	
В лесу или в большом городе: флюгер на уровне деревьев или строений	2,4
флюгер выше деревьев или строений	2,2
На окраине города или большого селения, отдельные деревья или строения выше флюгера	2,0

На открытой площадке, ближайшие препятствия (деревья, дома, возвышенности) на расстоянии 20 – 30 кратной высоты флюгера	1,5
В селении, в саду, на окраине города, строения и деревья ниже флюгера	1,8
Поле, луг, аэродром, с одной стороны в 200-500 м лес или строения города, большого селения	1,3
<u>Безлесные районы</u>	
В городе или большом селении: флюгер на уровне деревьев или строений	1,5
флюгер выше деревьев или строений	1,3
В степи или на окраине небольшого селения, отдельные дома и строения с одной стороны в 100-200 м, флюгер доминирует над местностью	1,0
Берег облесен или застроен домами, многие из которых выше флюгера	1,3
Берег открытый, станция в 200-300 м от уреза, в 100-200 м лес и строения	1,1
На открытом берегу	0,9
На оконечности далеко вдающегося в водоем открытого мыса	0,8

Таблица 7

Коэффициент K_2 , учитывающий характер рельефа в районе метеостанции

<i>Характеристика рельефа в районе метеостанции</i>	K_2
Вершина крутого холма	0,75
Вершина пологого холма и верхняя часть склона	0,90
Равнина, весьма широкая долина	1,0
Нижняя часть склона, дно нешироких и неглубоких долин, котловин	1,1
Дно глубоких долин, котловин, лощин	1,3

Коэффициент K_3 , учитывающий среднюю длину разгона воздушного потока над водной поверхностью при различной защищенности

Растительность на берегу	Средняя высота растительности, м	K_3 при средней длине разгона, км							
		0,05	0,1	0,2	0,5	1,0	3,0	5,0	>5
Трава	0,1	0,97	0,98	0,99	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Кустарник	5,0	0,40	0,55	0,70	0,85	0,95	1,00	1,00	1,00
Лес	20,0	0,15	0,25	0,40	0,60	0,75	0,90	0,95	1,00

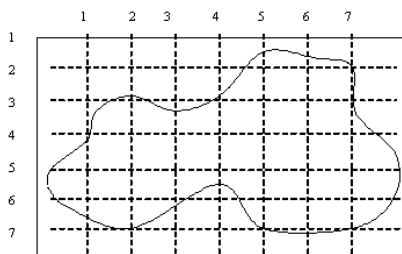
Средняя длина воздушного потока предварительно вычисляется по формуле 4:

$$L = 0,01[L_{c-yo}(N_c + N_{yo}) + L_{3-6}(N_3 + N_6) + L_{c6-yo3}(N_{c6} + N_{yo3}) + L_{c3-yo6}(N_{c3} + N_{yo6})]. \quad (4)$$

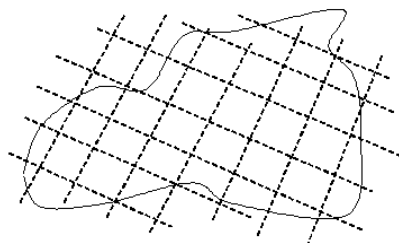
Для определения L_{c-yo} , L_{3-6} и т.д. строят сетки профилей. Если водоем небольшой, строится одна сетка профилей, а для большого водоема строится и вторая дополнительная сетка (пример на рис.5).

Разбиваем план водоема рядом профилей, ориентированных с севера на юг и с востока на запад. Расстояние между соседними профилями выбирают с таким расчетом, чтобы они пересекали участки водоема с характерными для него сужениями и расширениями.

Для каждого направления определяем длину профилей, а затем среднее значение длины разгона (длины профиля). Результаты определений записываем в табл. 9.



a)



b)

Рис. 5. Сетка профилей для определения средней длины разгона воздушного потока для а) небольшого и б) для большого водоемов

Таблица 9

Длина разгона воздушного потока по профилям

Направление профилей	Номер профиля							Средняя длина, км
	1	2	3	4	5	6	7	
С-Ю								
В-З								
СЗ-ЮВ								
СВ-ЮЗ								

По полученным средним значениям длины разгонов и данным о процентном соотношении числа встречающихся случаев указанных направлений ветра по формуле 3 находим средневзвешенную длину разгона воздушного потока L .

2) Определение средней по акватории абсолютной влажности воздуха над водоемом на высоте 2 м производится по формуле 5

$$e_2 = e_2' + (0,8e_0 - e_2')M, \quad (5)$$

где e_0 – среднее значение максимальной упругости водяного пара, вычисленное по температуре воды на поверхности $t_{нов}$. (табл. 6), мбар;

e'_2 – средняя за расчетный интервал времени абсолютная влажность воздуха на метеостанции, мбар;

M – коэффициент трансформации, учитывающий среднее изменение влажности воздуха над водной поверхностью, определяется в зависимости от средней длины разгона воздушного потока и разности значений температуры воды t_n и температуры воздуха t'_2 на метеостанции по таблице 11.

Материалы по конфигурации водоема, характеристика местоположения метеостанции и результаты метеонаблюдений представлены в приложении.

Таблица 10

Максимальная упругость водяного пара e_0 в зависимости от температуры поверхности воды, мбар

Температура воды, °C	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
-2	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9
0	6,1	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,4	6,5	6,5
1	6,6	6,6	6,7	6,7	6,8	6,8	6,9	6,9	7,0	7,0
2	7,0	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5
3	7,6	7,6	7,7	7,7	7,8	7,8	7,9	8,0	8,0	8,1
4	8,1	8,2	8,2	8,3	8,4	8,4	8,5	8,5	8,6	8,7
5	8,7	8,8	8,8	8,9	9,0	9,0	9,1	9,2	9,2	9,3
6	9,4	9,4	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,9	10,0
7	10,0	10,1	10,2	10,2	10,3	10,4	10,4	10,5	10,6	10,6
8	10,7	10,8	10,9	11,0	11,0	11,1	11,2	11,2	11,3	11,4
9	11,5	11,6	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,0	12,1	12,2
10	12,3	12,4	12,4	12,5	12,6	12,7	12,8	12,9	13,0	13,0
12	14,0	14,1	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
14	16,0	16,1	16,2	16,3	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
16	18,2	18,3	18,4	18,5	18,7	18,8	18,9	19,0	19,1	19,3
18	20,6	20,8	20,9	21,0	21,2	21,3	21,4	21,6	21,7	21,8
20	23,4	23,5	23,7	23,8	24,0	24,1	24,3	24,6	24,6	24,7
22	26,5	26,6	26,8	26,9	27,1	27,3	27,3	27,6	27,8	27,9
24	29,9	30,0	30,2	30,4	30,6	30,8	31,0	31,1	31,3	31,5
26	33,6	33,8	34,0	34,2	34,4	34,6	35,1	35,1	35,3	35,5
28	37,8	38,1	38,3	38,5	38,7	39,0	39,2	39,4	39,6	39,9
30	42,5	42,7	43,0	43,2	43,5	43,7	44,0	44,2	44,5	44,7

**Коэффициент трансформации М, учитывающий среднее изменение
влажности и температуры воздуха над водной поверхностью, в
зависимости от размера водоема**

Соотношение t_n и t'_2	Длина разгона воздушного потока, км								
	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10	20	50
$t_n \approx t'_2$	0,02	0,08	0,08	0,12	0,16	0,23	0,28	0,34	0,44
$t_n < t'_2$ на 4°С и более	0,03	0,06	0,13	0,18	0,24	0,33	0,38	0,45	0,53
$t_n > t'_2$ на 10°С и более	0,01	0,02	0,03	0,05	0,07	0,10	0,15	0,19	0,28

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Расчет теплообмена между водной поверхностью и атмосферой

Исходные данные

1. План водоема и его морфометрические характеристики, географическое положение, характеристики места расположения метеостанции

2. Средние по месяцам значения метеорологических элементов по метеостанциям:

U_{ϕ} – скорость ветра на высоте флюгера, м/с;

$N_c, N_{ю}, N_з, N_в, N_{сз}, N_{юв}, N_{юз}$ – повторяемость ветра северного, южного, западного, восточного, северо-западного, юго-восточного, северо-восточного, юго-западного направлений, в % от общего количества случаев за каждый месяц;

t_n – температура воды поверхностного слоя;

t'_2 – температура воздуха на метеостанции;

e'_2 – средняя за расчетный интервал времени абсолютная влажность воздуха на метеостанции, мбар;

h – высота слоя жидких осадков, мм;

N_0 – облачность общая, баллы;

N_n – облачность нижняя, баллы.

Расчетное уравнение

Уравнение теплового баланса, включающее основные источники поступления и расходования тепла, позволяет определять результирующий поток тепла к водоему, или изменение количества тепла в водоеме за рассматриваемый период времени. Результирующий тепловой поток S_0 , проходящий через открытую водную поверхность определяется по формуле б:

$$S_0 = S_p + S_{u.a.} + S_{u.в.} + S_k + S_{o.c.} - S_u, \quad (6)$$

где S_p - поглощаемая водой суммарная солнечная радиация;

$S_{и.а.}$ – поглощаемое водой встречное длинно-волновое излучение атмосферы;

$S_{и.в.}$ – потери тепла путем длинно-волнового излучения;

S_k – турбулентный обмен тепла между водным объектом и атмосферой;

$S_{о.с.}$ – тепло, поступающее от жидких осадков или затрачиваемое на таяние твердых осадков;

S_u – тепло, теряемое водой при испарении или приобретаемое ею при конденсации водяных паров атмосферы на поверхность водоема.

При составлении уравнения теплового баланса, все его компоненты должны быть выражены в одинаковых тепловых единицах – ваттах на м² (Вт/м²). Все они характеризуют интенсивность соответствующего источника тепла в секунду за сутки.

Определение компонентов уравнения теплового баланса

а) Поглощаемая водой суммарная солнечная радиация S_p при недостаточности метеорологических данных определяется по приближенной формуле

$$S_p = [1 - N_o(1 - \kappa)](1 - r)(Q + q)_o, \quad (7)$$

где N_o – облачность общая в долях от единицы, определяется по данным наблюдений на метеостанции; κ – коэффициент, зависящий от широты местности, определяется по таблице 8:

Таблица 8

Коэффициент κ , необходимый для формулы 7

<i>Градусы северной широты</i>	30	40	50	60	70
<i>Коэффициент κ</i>	0,32	0,33	0,36	0,40	0,50

r – альbedo водной поверхности, при отсутствии данных наблюдений принимают равным среднему дневному значению 0,074;

$(Q+q)_0$ - суммарная радиация при безоблачном небе и альбедо, равном нулю, зависит от широты местности и определяют по таблице 9.

Таблица 9

Суммарная солнечная радиация $(Q+q)_0$, падающая на горизонтальную поверхность на уровне моря при альбедо, равном нулю, в зависимости от широты местности, Вт/м²

Градусы северной широты												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
40	114	160	220	280	317	330	320	287	236	178	126	101
42	104	151	213	276	316	331	320	285	230	169	116	92
44	94	142	205	271	315	333	320	283	224	160	107	81
46	85	131	197	266	314	333	320	279	217	151	98	72
48	74	122	188	260	312	334	320	276	211	143	87	63
50	65	112	179	255	311	334	319	272	204	134	78	55
52	55	102	170	249	307	333	317	267	197	124	66	45
54	45	92	162	243	305	333	316	263	188	115	59	37
56	36	84	152	237	301	333	314	258	180	106	51	29
58	27	73	143	230	299	333	313	254	172	97	43	22
60	19	64	134	222	297	333	313	249	164	87	35	15
62	14	55	124	215	293	334	312	243	155	79	27	10
64	9	45	114	208	291	335	312	237	147	67	20	7
66	5	37	105	200	288	336	312	232	137	59	13	3
68	2	29	95	193	286	340	312	228	129	50	8	1
70	0	21	85	184	285	342	313	223	120	41	2	0

Данные в таблице 7 приведены на середину месяца, поэтому для определения $(Q+q)_0$ на конкретное число необходимо интерполирование.

б) Излучение водной поверхности $S_{м.в.}$ рассчитывается по формуле

$$S_{u.a.} = \sigma \beta T_n^4 = \sigma \beta (273,16 + t_n)^4, \quad (8)$$

где $\sigma = 5,67 * 10^{-8} \text{ Вт/м}^2\text{К}^4$ - постоянная Стефана – Больцмана;

$\beta = 0,95$ – лучеиспускательная способность воды относительно абсолютно черного тела;

T_n – абсолютная температура поверхности воды, K ;

t_n – температура воды поверхностного слоя.

в) Поглощенное водой длинноволновое излучение атмосферы $S_{u.a.}$ определяется по формуле (9) А.П. Браславского

$$S_{u.a.} = \sigma T_2^4 (\epsilon_1 + \epsilon_2) = \sigma (273,16 + t_2)^4 (\epsilon_1 + \epsilon_2), \quad (9)$$

где T_2 – абсолютная температура воздуха над поверхностью воды на высоте 2 м, K ;

t_2 – эта же температура в градусах C° , определяется по формуле

$$t_2 = t'_2 + (t_n - t'_2)M, \quad (10)$$

где t'_2 – температура воздуха на метеостанции;

t_n – температура воды поверхностного слоя;

M – коэффициент трансформации, учитывающий среднее изменение влажности воздуха над водной поверхностью (см. работу по расчету испарения);

ϵ_1 – коэффициент, учитывающий влияние общей облачности и влажности воздуха, определяется по таблице 10. Предварительно следует определить абсолютную влажность воздуха над водоемом по формуле 4 (см. работу по расчету испарения). При сплошной облачности, когда $N_0 = 1$, $\epsilon_1 = 0$.

ϵ_2 – коэффициент, учитывающий влияние общей и нижней облачности на встречное излучение атмосферы, определяется по таблице 11.

Таблица 10

Коэффициент v_1 , учитывающий влияние общей облачности и влажности воздуха на встречное излучение атмосферы

Абсолютную влажность воздуха e_2 , мбар	Общая облачность N_0				
	0	0,2	0,4	0,6	0,8
0,1	0,53	0,42	0,32	0,21	0,11
0,2	0,57	0,46	0,34	0,23	0,11
0,4	0,62	0,49	0,37	0,25	0,12
0,6	0,64	0,51	0,38	0,26	0,13
0,8	0,65	0,52	0,39	0,26	0,13
1,0	0,67	0,53	0,40	0,27	0,12
1,5	0,69	0,55	0,42	0,28	0,14
2,0	0,71	0,57	0,43	0,28	0,14
4,0	0,75	0,60	0,45	0,30	0,15
6,0	0,77	0,62	0,46	0,31	0,15
8,0	0,78	0,63	0,47	0,31	0,16
10,0	0,79	0,64	0,48	0,32	0,16
20,0	0,83	0,66	0,50	0,33	0,17
30,0	0,84	0,68	0,51	0,34	0,17

Таблица 11

Коэффициент v_2 , учитывающий влияние общей и нижней облачности на встречное излучение атмосферы

Общая облачность N_0	Нижняя облачность N_n					
	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
0,1	0	-	-	-	-	-
0,2	0,17	0,19	-	-	-	-
0,4	0,34	0,36	0,39	-	-	-
0,6	0,51	0,53	0,56	0,58	-	-
0,8	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	-
1,0	0,85	0,87	0,90	0,92	0,95	0,97

г) Затраты тепла на испарение S_u определяются по формулам 11, 12.

Для периода нагревания водоема (V-VIII):

$$S_u = 4,1(e_0 - e_2)[1 + 0,8U_2 + f(\Delta Q)], \quad (11)$$

где U_2 – скорость ветра на высоте 2 м над водоемом, м/с;

e_0 – среднее значение максимальной упругости водяного пара, вычисленное по температуре воды на поверхности t_n (табл. 5), мбар;

e_2 – средняя абсолютная влажность над водоемом на высоте 2 м, мбар;

$f(\Delta Q)$ - функция, учитывающая изменение интенсивности испарения за счет разности значения температуры воды и воздуха, определяется по табл. 12

Таблица 12

Значение функции $f(\Delta Q)$

$t_n - t_2$	0	1	2	3	5	7	10	12	14	16	18	20
$f(\Delta Q)$	0	0,15	0,30	0,43	0,66	0,85	1,09	1,21	1,32	1,41	1,49	1,55
$t_n - t_2$	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	
$f(\Delta Q)$	0	-0,16	-0,3	-0,42	-0,51	-0,59	-0,66	-0,72	-0,76	-0,8	-0,83	

Для периода охлаждения (VIII-IX) водоема S_u определяется по формуле 12

$$S_u = 2,95(e_0 - e_2)[K + U_2], \quad (12)$$

где κ – коэффициент, зависящий от разности температуры воды и воздуха (табл.13).

Таблица 13

Коэффициент κ , зависящий от разности температуры воды и воздуха, необходимый для формулы 12

$t_n - t_2$	0	1	2	3	4	5	8	10	12	15	20	25	30
κ	1,28	1,54	1,80	2,10	2,30	2,56	2,80	3,08	3,33	3,56	3,84	4,10	4,35

д) Турбулентный обмен тепла между водным объектом и атмосферой S_x оценивается с помощью формул 13 и 14.

Для периода нагревания водоема (V-VIII):

$$S_{\kappa} = 2,65(t_2' - t_n)[1 + 0,8U_2 + f(\Delta Q)]. \quad (13)$$

Для периода охлаждения (VIII-IX) водоема

$$S_{\kappa} = 1,89(t_n - t_2')[K + U_2]. \quad (14)$$

Коэффициент κ определяется по табл.12.

е) Тепло, поступающее от жидких осадков или затрачиваемое на таяние твердых осадков $S_{o.c.}$ вычисляется по выражению

$$S_{o.c.} = 0,485(8 - 0,05t_2)h, \quad (17)$$

где h – слой жидких осадков за сутки, мм;

t_2 – температура осадков, принимаемая приближенно равной температуре воздуха над водной поверхностью на высоте 2 м, °С.

Определение результирующего количества тепла S_0

При расчете теплообмена с суточным интервалом времени и при использовании в расчетах информации береговых метеостанций в значение S_0 вводится поправочный коэффициент, учитывающий суточную изменчивость теплообмена (табл.14).

Полученная с учетом поправочного коэффициента результирующая величина S_0 показывает величину интенсивности теплообмена в Вт/м² в секунду. Для определения суточного или месячного количества тепла надо умножить эту величину на соответствующее количество секунд.

Положительная величина S_0 свидетельствует о поступлении тепла к водоему, отрицательная – о потере тепла.

Таблица 14

Поправочный коэффициент к результирующему числовому значению теплообмена водоемов с атмосферой

Период	41-50°с.ш.	51-60°с.ш.	61-70°с.ш.
Весенний нагрев IV-V	1,20	1,15	1,10
Летний нагрев VI-VIII	1,15	1,10	1,05
Летне-осеннее			

охлаждение VIII-IX	1,12	1,00	0,95
--------------------	------	------	------

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

*Условные обозначения некоторых основных характеристик,
применяемых в гидрологических расчетах*

Наименование характеристик	Условные обозначения	Размерность
Площадь бассейна	F	$км^2$
Длина реки	L, l	$км$
Уровень воды в отметках	H	$м$
Ширина реки	B	$м$
Глубина реки	h	$м$
Площадь водного сечения	ω	$м^2$
Смоченный периметр	χ	$м$
Гидравлический радиус	R	$м$
Уклон	I, i	$м/км, \%$
Скорость течения	V	$м/сек$
Расход воды	Q	$м^3/сек$
Модуль стока	M	$л сек/км^2$
Слой стока	y	
Объем стока	W	$м^3/сутки,$
Коэффициент шероховатости	n	$м^3/год$

Таблица 2

Характеристика места расположения метеостанций (индивидуальные задания к практической работе №2)

<i>Номер варианта</i>	<i>Описание местоположения станции</i>
1.	Метеостанция расположена в безлесной местности, которая представляет собой плоскую равнину, в 500 м от берега озера. Растительность, главным образом, травянистая. Строений вблизи нет. Высота флюгера 10 м. Широта 53° с.ш., долгота 61°в.д.
2.	Метеостанция расположена в селе Иваново, в 400 м к северу от озера. Окружающая местность равнинная. Территория занята огородами, непосредственно на берегу озера кустарник. Высота флюгера 10 м. Широта 56° с.ш., долгота 61°в.д.
3.	Метеостанция расположена на окраине поселка городского типа, где высота строений в среднем 8-15 м, на западном склоне горы Лысяя. Расстояние до берега озера 500 м. Берег песчаный, лишен растительности. Высота флюгера 10 м. Широта 57° с.ш., долгота 60°в.д.
4.	Метеостанция расположена на оконечности мыса, далеко вдающегося в водоем. Поверхность мыса ровная. Растительность, главным образом, травянистая. Высота флюгера 5 м. Широта 55° с.ш., долгота 61°в.д.
5.	Метеостанция расположена в 7 км к югу от озера на окраине открытого болота. В 350 м к востоку от метеостанции опушка леса. Окружающая местность имеет равнинный характер. Берега озера заболочены, покрыты лесом. Высота флюгера 5 м. Широта 60° с.ш., долгота 62°в.д.

6.	Метеостанция расположена на окраине деревни, на пойме слаборазработанной долины р. Чистой. Территория вокруг метеостанции занята наносами, окруженными лесом. Наименьшее расстояние до леса 300 м. Высота флюгера 10 м. Широта 62° с.ш., долгота 57°в.д.
7.	Метеостанция расположена на вершине крутого холма, в черте поселка сельского типа, где высота построек в среднем 5-7 м, в 2,5 км к северу от озера. Берега озера залесенные. Высота флюгера 10 м. Широта 55° с.ш., долгота 62°в.д.
8.	Метеостанция расположена в поселке городского типа, на вершине пологого холма. Высота построек 5-8 м, строения располагаются в непосредственной близости от метеостанции. Расстояние до берега озера 1,5 км. Берег озера низкий, заболоченный, покрыт травянистой растительностью. Высота флюгера 10 м. Широта 55° с.ш., долгота 62°в.д.
9.	Метеостанция расположена на дне троговой долины, высота окружающих гор 800-1000 м, ширина долины 3-4 км. Местность, непосредственно прилегающая к метеостанции, лишена растительности. Берега озера заросли мелким кустарником. В 130 м от метеостанции – дом, высотой 4 м. Высота флюгера 10 м. Широта 68° с.ш., долгота 62°в.д.
10.	Метеостанция расположена на окраине деревни, в 150 м от ближайшего дома. Окружающая местность безлесная, характер местности равнинный. Берега озера покрыты густым кустарником. Высота флюгера 10 м. Широта 53° с.ш., долгота 60°в.д.
11.	Метеостанция расположена на открытом берегу озера. Окружающая местность представляет равнинный степной ландшафт. На берегах озера редкая травянистая растительность. Высота флюгера 10 м. Широта 52° с.ш., долгота 59°в.д.
12.	Метеостанция расположена в 1 км к востоку от берега озера на вершине безлесного холма. Окружающая местность холмистая. Леса

	<p>чередуются с безлесными участками. Ближайшие деревья в 450 м от метеостанции. Берега озера покрыты лесом. Высота флюгера 10 м. Широта 53° с.ш., долгота 59°в.д.</p>
13.	<p>Метеостанция расположена на гребне морской гряды, на расстоянии около 100 м от берега озера, на высоте 40 м над урезом воды. Гребень гряды лишен растительности, склоны покрыты редким лесом до берега озера. Высота флюгера 5 м. Широта 55° с.ш., долгота 60°в.д.</p>
14.	<p>Метеостанция расположена в 300 м от берега озера, в угнетенном лесу (высота деревьев 3-5 м). Окружающая местность представляет собой плоскую равнину. Берег озера открытый, заболоченный, покрыт травянистой растительностью. Высота флюгера 5 м. Широта 62° с.ш., долгота 60°в.д.</p>
15.	<p>Метеостанция расположена в 500 м от поселка городского типа, на вершине пологого холма. Высота построек в среднем 10-12 м, строения располагаются в непосредственной близости от метеостанции. Расстояние до берега озера 1,5 км. Берег озера низкий, заболоченный, покрыт травянистой растительностью. Высота флюгера 10 м. Широта 60° с.ш., долгота 62°в.д.</p>
16.	<p>Метеостанция расположена в селе, в 1 км к востоку от озера. Окружающая местность равнинная. Непосредственно на берегу озера кустарник. Высота флюгера 10 м. Широта 60° с.ш., долгота 61°в.д.</p>
17.	<p>Метеостанция расположена на окраине небольшой деревни (высота строений не превышает 8 м). Окружающая местность безлесная, характер местности равнинный. Берега озера покрыты густым кустарником. Высота флюгера 10 м. Широта 55° с.ш., долгота 60°в.д.</p>
18.	<p>Метеостанция расположена на берегу озера. Окружающая поверхность холмистая, покрыта кустарником. Высота флюгера 10 м. Широта 55° с.ш., долгота 61°в.д.</p>

19.	Метеостанция расположена на равнине в большом населенном пункте на открытой местности. Ближайшие строения не превышают 8-10 м. Высота флюгера 10 м. Широта 50° с.ш., долгота 61° в.д.
20.	Метеостанция расположена в 1 км от поселка городского типа, на вершине пологого холма. Высота построек в среднем 10 м, строения располагаются в непосредственной близости от метеостанции. Расстояние до берега озера 1,5 км. Берег озера низкий, заболоченный, покрыт травянистой растительностью. Высота флюгера 10 м. Широта 50° с.ш., долгота 62° в.д.
21.	Метеостанция расположена на окраине поселка городского типа, где высота строений в среднем 15 м. Расстояние до берега озера 1 км. Берег открытый, занят кустарником. Высота флюгера 10 м. Широта 60° с.ш., долгота 60° в.д.
22.	Метеостанция расположена на вершине пологого холма, в черте поселка сельского типа, где высота построек в среднем 5 м, в 2,5 км к северу от озера. Берега озера заняты кустарником. Высота флюгера 10 м. Широта 60° с.ш., долгота 62° в.д.
23.	Метеостанция расположена в безлесной местности, которая представляет собой плоскую равнину, в 2,5 км от берега озера. Растительность, главным образом, травянистая. Строений вблизи нет. Высота флюгера 10 м. Широта 50° с.ш., долгота 60° в.д.
24.	Метеостанция расположена в 500 м от поселка городского типа, на вершине крутого холма. Окружающая поверхность холмистая, покрыта кустарником. Высота построек в поселке в среднем 8-10 м. Расстояние до берега озера 1,5 км. Высота флюгера 10 м. Широта 60° с.ш., долгота 62° в.д.
25.	Метеостанция расположена в селе, в 500 м к северу от озера. Окружающая местность равнинная. Территория занята огородами и полями, непосредственно на берегу озера кустарник. Высота флюгера 10 м. Широта 61° с.ш., долгота 61° в.д.

26.	Метеостанция расположена на оконечности далеко вдающегося в водоем открытого мыса. Поверхность мыса ровная. Растительность, главным образом, травянистая. Высота флюгера 5 м. Широта 55° с.ш., долгота 61°в.д.
-----	--

Таблица 3

Индивидуальные задания к практической работе №2

Вариант	Дата	Скорость ветра U_{ϕ} , м/с	Температура воздуха на метеостанции на суше t_2 , °С	Температура поверхности воды t_n °С	Абсолютная влажность воздуха e_2 , мбар	Осадки и h, мм	Облачность, баллы		Повторяемость ветра в % от общего количества случаев за месяц			
							общая N_0	нижняя N_n	северное	южное	западное	восточное
1	5.05	8,0	12,7	7,2	6,9	4	4	2	38	35	14	13
2	7.05	2,0	11,3	7,6	7,2	4	5	3	22	30	25	23
3	8.05	8,3	12,0	8,6	7,4	5	7	6	32	17	20	31
4	10.05	4,5	11,0	8,6	6,5	3	4	3	33	23	14	30
5	12.06	15,3	18,9	14,6	6,8	4	5	3	28	23	22	27
6	18.06	5,9	23,2	16,2	7,0	5	6	4	23	12	29	36
7	20.06	2,0	20,1	18,1	7,5	7	8	6	14	9	39	38
8	1.07	6,3	26,5	21,3	7,2	6	8	7	23	29	26	22
9	5.07	10,9	21,9	18,2	6,8	5	6	5	20	30	13	37

10	3.05	4,5	13,6	10,0	6,5	4	6	4	25	19	24	32
11	10.06	10,3	14,7	11,1	6,6	4	5	3	29	13	24	34
12	25.07	3,8	28,3	25,3	6,2	3	8	6	23	24	16	37
13	31.07	9,7	25,4	24,3	6,0	2	7	4	30	26	18	26
14	4.08	3,5	16,2	15,8	7,2	6	5	3	32	16	14	38
15	12.08	9,3	15,9	15,0	6,4	4	8	5	25	25	28	22
16	15.08	9,5	14,6	12,3	7,0	6	4	2	18	17	33	32
17	26.08	6,1	17,8	15,6	8,3	7	7	4	23	12	32	33
18	8.09	6,2	16,2	14,2	8,0	6	6	2	24	18	26	32
19	16.09	5,8	10,2	9,9	8,5	7	6	3	33	17	25	25
20	25.09	6,9	9,6	9,5	7,9	5	5	3	26	16	28	30
21	30.09	3,4	10,1	11,2	9,1	9	6	4	18	22	32	28
22	4.10	8,9	6,5	7,2	8,6	7	7	5	19	31	19	31
23	6.10	10,2	4,5	7,2	8,7	7	8	6	31	19	26	24
24	22.08	12,2	15,2	13,2	9,0	8	8	7	28	15	32	25
25	12.08	8,7	12,3	11,4	7,9	6	8	7	19	24	27	30

Методические указания

Составителя: Байкудинова А.П

Методические указания для выполнения практических работ по курсу «Общая гидрология» (для студентов заочного отделения гидрометеорологического техникума).