

## ПОЛЕВАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

Л. Е. Назарова

*Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН*

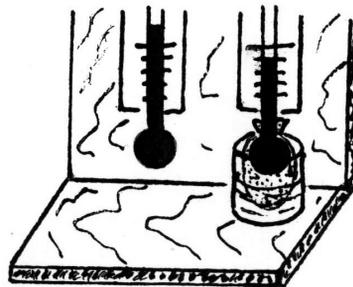
Изучение состояния и динамики окружающей среды будет более полным, если не оставлять без внимания наблюдения за процессами и явлениями, происходящими в атмосфере Земли, и стараться понять закономерности распределения и изменения погоды. Данные вопросы относятся к области изучения науки *метеорологии*. Метеорологические наблюдения проводят регулярно, в определенное фиксированное время. На метеорологических станциях установлены восемь сроков наблюдения, через каждые три часа. В условиях, когда наблюдения проводят в школах или детских экологических лагерях, время могут устанавливать преподаватели с учетом поставленных задач. В соответствии с наличием необходимых метеорологических приборов определяют объем работ. Имея термометры, можно наблюдать за температурой воздуха, воды и поверхности почвы; барометр поможет узнать атмосферное давление; психрометр – характеристики влажности воздуха; анемометр и флюгер – характеристики ветра. Наблюдения за облачностью и атмосферными явлениями проводятся визуально, осадкомер требуется для измерения количества осадков. Если нет необходимого набора метеорологических приборов, некоторые устройства возможно сделать своими руками.

Для измерения температуры воздуха, воды и поверхности почвы потребуются термометры. Приобрести их несложно. Если наблюдения проводят дети, лучше не использовать ртутные термометры. Вполне подойдут спиртовые (с подкрашенным спиртом) или электронные (цифровые) термометры. Располагать их необходимо таким образом, чтобы они не освещались и не нагревались солнечными лучами. Температуру воздуха измеряют на высоте 1,5–2 м в тени на обдуваемом ветром месте. Для измерения температуры воды электронные термометры не подходят. Используем спиртовые или ртутные (под присмотром взрослых). Резервуар термометра лучше обезопасить от ударов о камни или дно, закрепив вокруг него любую пластиковую баночку или стаканчик с прорезями для поступления воды. Для определения температуры воды термометр погружают на всю его длину и удерживают в таком положении 5 минут. За это время термометр примет температуру воды. Затем термометр вынимают и, не выливая воду из стаканчика, производят отсчет показаний термометра.

Атмосферное давление определяют по барометру. При проведении наблюдений детьми жидкостные (ртутные) барометры лучше не ис-

пользовать. Барометры-анероиды и безопасны, и общедоступны. Отсчет по шкале производят при горизонтальном положении прибора.

Для определения относительной влажности воздуха используют психрометр. Этот прибор состоит из двух парных ртутных термометров, резервуар одного из них обернут смоченным батином. Мерой влажности является разность температур сухого и смоченного термометров – психрометрическая разность, по которой и вычисляют характеристики влажности. При отсутствии психрометра подобный прибор можно изготовить самостоятельно. Для этого нужны два одинаковых ртутных или спиртовых термометра, которые укрепляют вертикально рядом, как показано на рис. 1. Резервуар с ртутью или спиртом одного из них должен быть влажным, поэтому его плотно обертывают марлей или батином, опущенными в емкость с водой (лучше дистиллированной).



Р и с . 1 . Расположение термометров при определении относительной влажности воздуха

Относительную влажность воздуха в процентах определяем с помощью табл. 1 следующим образом. По горизонтали находим значение разности показаний сухого и смоченного термометров (округленно), по вертикали – показания смоченного термометра. Число, находящееся на пересечении строк, и есть величина относительной влажности воздуха. Конечно, точность измерений таким способом уступает точности определения характеристик влажности воздуха при помощи психрометра, но для проведения метеорологических наблюдений школьниками может быть вполне достаточной.

Наблюдения за ветром предусматривают определение направления и скорости движения воздуха. Направление ветра можно определить по флюгеру, вымпелу или отрезку легкой ткани. Расположение сторон света определяем по компасу. Следует помнить, что стрелка флюгера указывает, откуда дует ветер, а вымпел или флажок из ткани – куда дует ветер.

Таблица 1  
ТАБЛИЦА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ  
ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА, %

Показания смоченного термометра, °С	Разность показаний сухого и смоченного термометров, °С							
	0,5	1	2	3	4	5	6	7
0	90	81	64	50	36	26	16	7
1	90	82	65	52	39	29	19	11
3	90	83	69	56	44	34	21	17
5	91	85	71	59	48	39	30	23
7	92	86	73	62	52	43	35	28
9	92	86	75	65	55	47	39	32
11	94	88	77	67	58	50	43	36
13	94	88	78	69	61	53	46	40
15	94	89	80	71	63	55	49	43
17	95	90	81	73	65	58	52	46
20	95	91	82	75	67	61	55	49
24	96	92	84	77	70	64	59	53
30	96	93	86	79	73	68	63	58

Наблюдения за скоростью ветра производят, используя прибор анемометр. При отсутствии анемометра можно использовать следующую конструкцию (рис. 2). Стандартный шарик для игры в пинг-понг (3) подвешивают на тонкую шелковую нить или леску (2) диаметром 0,15 мм и длиной 450 мм. Точка подвески приходится на центр угломерного транспортера (1). Устройство устанавливается на высоте 1,5–2 м таким образом, чтобы горизонтальная планка была параллельна поверхности земли, а вертикальная – перпендикулярна. Наблюдатель должен иметь возможность повернуть конструкцию по направлению ветра. Шарик с леской отклоняется ветром на угол  $\varphi$ , зависящий от скорости ветра. Далее

по графику на рис. 2, зная величину угла  $\varphi$ , определяем скорость ветра в м/с (ось абсцисс), или по шкале Бофорта (кривая на графике). Погрешность таких измерений составляет  $\pm 5\%$ .

При отсутствии каких-либо приборов силу ветра можно определять по шкале Бофорта по описанию происходящих изменений (табл. 2).

Наблюдения за облачностью производят визуально. Определяем количество облачности и формы облаков. Количество облачности определяется по десятибалльной шкале. Если небо полностью покрыто облаками (сплошная облачность) – 10 баллов, половина – 5 баллов, нет ни одного облака (чистое небо) – 0 баллов. Промежуточные значения определяются визуально по усмотрению наблюдателя. Наблюдения за облачностью следует проводить на открытом месте, дающем возможность видеть наибольшую площадь неба.

Формы облаков определяют при помощи «Атласа облаков», найдя в нем фотографии тех видов облачности, которые наблюдаются в данный момент, а также учитывая дополнительные признаки, характеризующие их высоту и строение. Определение форм производится для всех облаков, имеющих на небосводе. При отсутствии «Атласа облаков» можно воспользоваться словесным описанием форм облаков.

Описание различных форм облаков (Наставление гидрометеорологическим станциям..., 1971):

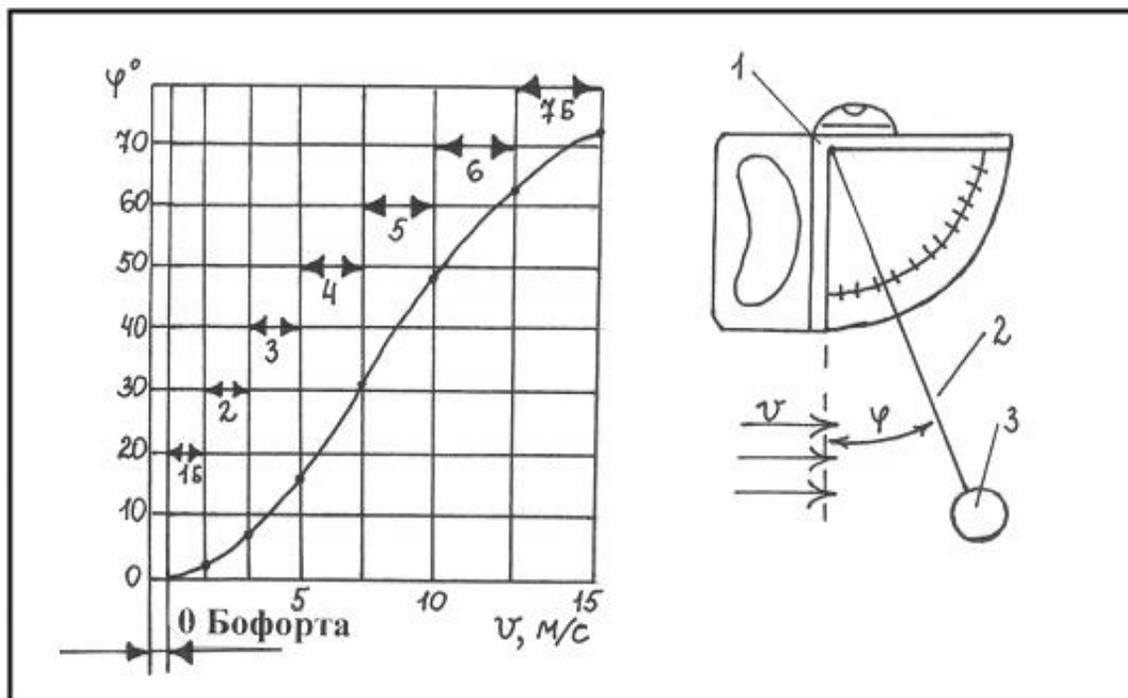


Рис. 2. Шариковое устройство и график связи для определения скорости ветра

Таблица 2

СИЛА ВЕТРА ПО ШКАЛЕ БОФОРТА (на стандартной высоте 10 м над открытой ровной поверхностью)

Баллы Бофорта	Словесно	Скорость ветра		Действие ветра
		м/с	км/ч	
0	Штиль	0–0,5	0–1	Штиль. Дым поднимается вертикально
1	Тихий	0,6–1	2–6	Направление ветра заметно по отношению дыма, но не по флюгеру
2	Легкий	1,8–3,3	7–12	Движение ветра ощущается лицом, шелестят листья, приводится в движение флюгер
3	Слабый	3,4–5,2	13–18	Листья и тонкие ветви деревьев все время колыхнутся, ветер развеивает легкие флаги
4	Умеренный	5,3–7,4	19–26	Ветер поднимает пыль и клочки бумаги, приводит в движение тонкие ветви деревьев
5	Свежий	7,5–9,8	27–35	Качаются тонкие стволы деревьев
6	Сильный	9,9–12,4	36–44	Качаются большие ветви деревьев, гудят телеграфные провода
7	Крепкий	12,5–15,2	45–54	Качаются стволы деревьев
8	Очень крепкий	15,3–18,2	55–65	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра трудно. На значительном расстоянии слышен шум прибоя волн
9	Шторм	18,3–21,5	66–77	Небольшие разрушения; ветер срывает домовые трубы и черепицу
10	Сильный шторм	21,6–25,1	78–90	Значительные разрушения строений. Деревья вырываются с корнем
11	Жестокий шторм	25,2–29,0	91–104	Большие разрушения на значительном пространстве
12	Ураган	>29	>104	Катастрофические разрушения, деревья вырываются с корнем

### 1. Облака верхнего яруса

а) Перистые облака (Cirrus, Ci) – белые, тонкие, волокнистые, без теней, вырисовывающиеся на небосводе в виде нитей, пучков, мазков или перьев, иногда загибаются в виде когтей. Иногда располагаются в виде полос, идущих через все небо и сходящихся у горизонта. Перистые облака очень мало ослабляют сияние солнца. Ночью почти незаметны.

б) Перисто-слоистые облака (Cirrostratus, Cs) – тонкая беловатая пелена, которая не размывает контуров солнечного или лунного диска, солнце светит сквозь нее и дает тени. В перисто-слоистых облаках нередко образуются вокруг солнца или луны большие светлые круги, вертикальные светлые столбы, бесцветные или радужные «ложные» солнца и подобные явления, называемые гало. Cs почти всегда наблюдаются одновременно с перистыми, но располагаются несколько ниже, на уровне 6–8 км.

в) Перисто-кучевые облака (Cirrocumulus, Cc) – представляют собой мелкие клочья или барашки, образующие слои или параллельные гряды, располагающиеся на высоте 6–8 км. Они малоустойчивы, довольно быстро видоизменяются, появляются и исчезают. Мало ослабляют сияние солнца, ночью малозаметны.

### 2. Облака среднего яруса

а) Высоко-слоистые облака (Altostratus, As) – образуют сплошной ровный или волокнистый серый или синеватый покров, значительно более плотный и низкий, чем покров перисто-слоистых облаков, и не сопровождаются явлениями гало. Солнце и луна видны сквозь такой покров неясно, как сквозь матовое стекло, либо совсем не видны. Из таких облаков иногда

может выпадать слабый дождь или снег. Облака затягивают все небо и создают сравнительно светлую пасмурную погоду.

б) Высоко-кучевые облака (Alto cumulus, Ac) – образуют обычно устойчивые полосы, слой или гряды облаков с просветами, обычно белого или местами различных оттенков серого цвета, иногда в форме крупных барашков. Иногда высоко-кучевые облака уплотняются и сливаются в сплошной и непрерывный покров, довольно темный, сквозь который солнце совершенно не просвечивает.

### 3. Облака нижнего яруса

а) Слоисто-кучевые облака (Stratocumulus, Sc) – образуют крупные и довольно низко расположенные валы, гряды или глыбы сероватого или серого цвета, располагающиеся обычно правильными рядами. Иногда между ними бывают просветы. Могут образовывать сплошной темно-серый покров, состоящий из валов или крупных глыб. Эти облака могут давать слабые непродолжительные осадки.

б) Слоисто-дождевые (Nimbostratus, Ns) – представляют собой бесформенный и довольно низкий сплошной облачный покров однотонного темно-серого цвета, из которого выпадают осадки (дождь или снег).

в) Слоистые облака (Stratus, St) – представляют собой равномерный серый и сходный с туманом покров весьма низких облаков, нередко дающих морось.

### 4. Облака вертикального развития

а) Кучевые облака (Cumulus, Cu) – представляют собой плотные отдельно расположенные белые облака с почти горизонтальными основаниями и выпуклыми, растущими снизу вверх вершинами, которые под солнцем кажутся ослепительно белыми.

б) Кучево-дождевые (Cumulonimbus, Cb) – имеют вид мощных облачных масс, образующихся в результате особенно сильного развития кучевых облаков, поднимающихся в виде гор или башен высотой в несколько километров. Верхние части нередко расплываются в виде так называемой наковальни, находящейся в верхнем ярусе, имеющей волокнистую структуру, подобную перистым облакам. Дают ливневые осадки (дождь, снег, крупу, град) и часто сопровождаются грозами.

Для определения количества атмосферных осадков необходим осадкомер. Сделать его очень просто. Нужно подобрать емкость (например, банку), лучше такой формы, чтобы диаметр дна соответствовал диаметру горлышка. Данную емкость помещаем на улице таким образом, чтобы осадки (дождь, снег) могли свободно в нее попадать. Желательно установить наш «осадкомер» не на уровне земли, а на высоте 1,0–1,5 м. Предположим, что между нашими сроками наблюдения прошел (или еще идет) дождь. В банке находится какое-то количество жидкости. Далее наша задача состоит в том, чтобы узнать, сколько миллиметров осадков выпало на 1 мм<sup>2</sup> площади. Для этого по формуле

$$S_{\text{основания}} = \pi R^2 = \pi D^2 / 4 \text{ (мм}^2\text{)},$$

где  $S_{\text{основания}}$  – искомая площадь основания нашего сосуда,  $R$  – радиус (мм),  $D$  – диаметр (мм), определяем площадь, на которой собраны осадки. Далее в мерный стаканчик переливаем жидкость из банки. По нанесенной на стаканчике шкале определяем объем выпавших осадков

## ЛИТЕРАТУРА

**Наставление** гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9, ч. III. Л.: Гидрометеоролог. изд-во, 1971. 150 с.

в мл или мм<sup>3</sup> (в зависимости от шкалы). Полученный объем делим на площадь основания и получаем искомое количество осадков:

$$H \text{ (мм)} = W \text{ (мм}^3\text{)} / S \text{ (мм}^2\text{)} = 1000 W \text{ (мл)} / S \text{ (мм}^2\text{)},$$

где  $H$  – количество осадков,  $W$  – объем выпавших осадков,  $S$  – площадь основания емкости.

После измерений сосуд возвращаем на прежнее место. Если наблюдается выпадение снега, то банку заносим в теплое помещение и после того, как снег растает, производим измерения. Следует обратить внимание на то, что в летнее время осадки от росы не измеряются. К полученным результатам добавляют так называемую «поправку на смачивание», поскольку часть жидкости остается на стенках сосуда. Если осадки жидкие (дождь, ливневый дождь, морось), то прибавляют 0,2 мм, если твердые (снег, ливневый снег, снежная крупка, град и т. д.) – 0,1 мм.

Вид осадков определяется визуально. По интенсивности выпадения выделяют обложные, ливневые и морозящие осадки. По способу образования: осадки, выпадающие из облаков (дождь, снег, град), и осадки конденсации и сублимации (роса, иней, изморозь). По агрегатному состоянию: твердые и жидкие. Кроме осадков возможно определить такие явления, как туман, гроза, отдаленная гроза, солнечное сияние, полярное сияние.

Метеорологические наблюдения могут проводиться как за всеми перечисленными параметрами, так и за какими-то отдельными характеристиками при выполнении работ по другим исследовательским направлениям.

**Тараторкин Б. С.** Приборы для яхт и катеров: Справочник. Л.: «Судостроение», 1984. 192 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРЕЛЕВОДСТВА И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Ю. А. Смирнов

Отдел охраны окружающей среды ОАО «ТГК-1» филиала «Карельский»

К началу 2008 г. число форелевых садковых хозяйств (ФСХ) в Карелии превысило сорок. ФСХ расположены преимущественно в южной половине республики. Это связано как с природно-климатическими условиями, так и с развитием транспортной сети. Одно ФСХ находится в Белом море в районе Поньгомы.

В статье речь идет о выращивании не местной европейской ручьевой форели вида *Salmo trutta* L. и ее полупроходной либо проходной формы (озерно-речной или морской) – кумжи,

а о завезенной в Европу в конце XIX века из Калифорнии (США) «радужной форели» *Salmo gairdneri* Richardson. Таковая представляет собой окултуренную форму *микижи*, сходную с обитающей на Камчатке *Parasalmo mykiss*, или *P. (Salmo) penshinensis* – пенжинская семга, или же *Oncorhynchus mykiss* – согласно версии таксономистов США. Рыбоводная технология культивирования этого вида имеет как американскую, так и европейскую (уже более чем вековую) технологию, с учетом «местного коло-