

**А. И. Иванишин**, В. И. Борищук

**ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООВОГО РЕЖИМА  
ПОБЕРЕЖИЙ ВОДОХРАНИЛИЩ НА АНГАРЕ  
И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

В связи со строительством на р. Ангаре каскада гидроэлектростанций уже созданы крупнейшие водохранилища — Иркутское и Братское. Влияние таких крупных водохранилищ на тепловой режим прибрежной части совершенно не изучено. Вместе с тем, рациональное использование территорий, прилегающих к водохранилищам, имеет огромное значение для сельского хозяйства Прибайкалья.

Площадь водного зеркала Иркутского водохранилища около 18500 га. Протяженность береговой линии водохранилища 65 км, наибольшая ширина 10 км. Нижний участок водохранилища имеет сильно изрезанную береговую линию с большим количеством глубоко вдающихся заливов и фиордов.

Братское водохранилище представляет собой водоем площадью 580 000 га, вытянутый на 570 км в длину по р. Ангаре. В северной части водохранилища образуются многочисленные узкие заливы — фиорды и озерообразные расширения.

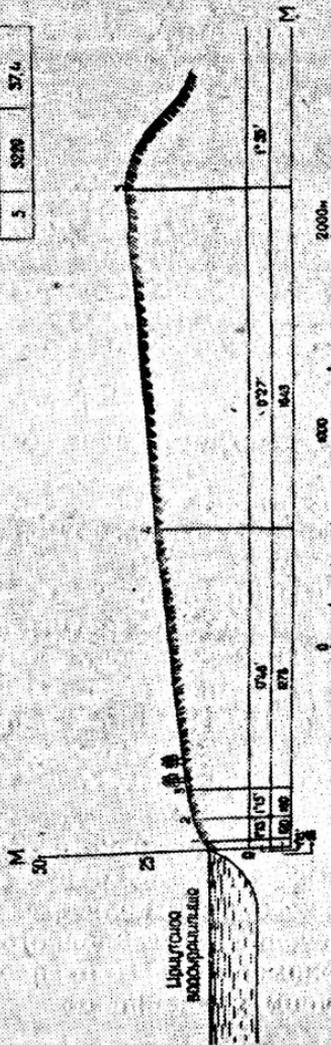
Основным объектом наших исследований 1962, 1963 и 1964 гг. явилось заполненное водой до проектных отметок Иркутское водохранилище. Исследования проводились на полях учебного хозяйства сельхозинститута «Большая Разводная», в 11 км от плотины ГЭС — на участках, находящихся на разном удалении от водохранилища.

На профиле расположения участков в 1962 г. (рис. 1) по-

N	Расстояние от истока водн. в. м.	Высота от истока водн. в. м.
1	28	14
2	148	32
3	308	79
4	508	24,2
5	828	37,4

Линия расстояний от истока

1 2 3 4 5



Масштаб: Вертикальный 1:2000  
Горизонтальный 1:20000

Числовые показатели: 1, 2, 3, 4 - основные шпильные участки; 5 - разветвляющийся участок; 6 - разветвляющийся участок

Профиль расположения опытных участков овечьих культур на правом берегу Иркутского водохранилища в 1962 г.

казано их местоположение, расстояние друг от друга и от уреза водохранилища, а также углы наклона поверхности. В 1963 г. опыты были продолжены на участках 1, 3 и 4. На каждом опытном участке замерялись температура воздуха и его влажность на высоте 20 см от поверхности почвы, температура в почве и на ее поверхности и выращивались капуста, свекла, огурцы, томаты. В точке 3229 м от водохранилища проводились только замеры температуры в почве и на ее поверхности. Дополнительно в точках, расположенных на линии створа исследований, на расстоянии 0 м, 500 м, 700 м от уреза водохранилища замерялись минимальные температуры на поверхности почвы.

Так как прибрежная зона первого створа исследований имела береговую линию полуостровного типа, то для уточнения зоны влияния водохранилища при прямой береговой линии в 600 м к северу от первого створа исследований и параллельно ему был заложен второй створ. На всех участках второго створа 0,150 и 350 м проводились замеры минимальных температур на поверхности почвы. Температура воздуха и поверхности почвы измерялась срочными, минимальными и максимальными термометрами, влажность воздуха — аспирационными психометрами (в психометрических будках). Кроме того, на каждом участке с 25 мая по 30 сентября, также в психометрических будках, проводилась автоматическая запись температур воздуха с помощью недельных термографов. Температура почвы на глубине 10 и 20 см измерялась термометрами-щупами АМ-6. Все срочные наблюдения (температура воздуха и почвы и влажность воздуха) проводились одновременно несколькими наблюдателями. В водохранилище периодически — в 7, 13, 19 часов — на глубине 20 см в двух метрах от берега замерялась температура воды срочными термометрами, помещенными в специальную металлическую оправу.

На Братском водохранилище, в котором накопление воды еще не закончено, в 1963 г. проводились разовые маршрутные микроклиматические съемки вблизи с. Култук.

Наблюдениями в течение вегетационного периода установлена следующая закономерность в распределении температур воздуха на различном удалении от Иркутского водохранилища.

Увеличение средней суточной, средней дневной и средней ночной температуры воздуха в течение всего периода наблюдений отмечалось по мере удаления от водохранилища до

участка № 3 включительно; после участка № 3 отмечалось уменьшение средних суточной, дневной и ночной температур.

Увеличение средней суточной температуры воздуха в прибрежной зоне, по сравнению с более удаленными полевыми участками местности, обуславливается в основном повышением средних ночных температур, которые к осени достигают своего максимума.

Т а б л и ц а 1

Тепловой режим приземных слоев воздуха на участках, удаленных на разные расстояния от Иркутского водохранилища (1963 г.)

Температура	№ основных участков наблюдений	Весенне-летний период 26/V—30/VI		Осенний период 1/IX—30/IX		Средняя за период 26/V—30/IX	
		температура	отклонение	температура	отклонение	температура	отклонение
Средняя	1	11,5	+0,1	6,8	+0,7	12,8	+0,3
Суточная	3	11,7	+0,3	7,0	+0,9	13,2	+0,7
4 (контроль)		11,4	0	6,1	0	12,5	0
Средняя	1	8,6	+0,8	5,2	+1,4	10,8	+1,3
Ночная	3	8,5	+0,7	4,9	+1,1	10,5	+1,0
4 (контроль)		7,8	0	3,8	0	9,5	0
Средняя	1	12,1	-0,2	7,7	+0,2	13,7	-0,1
Дневная	3	12,4	+0,1	7,9	+0,4	14,0	+0,2
4 (контроль)		12,3	0	7,5	0	13,8	0

В результате исследования влияния Иркутского водохранилища на микроклимат побережья выявлена ярко выраженная закономерность в распределении амплитуды температур воздуха в его приземных слоях на различном удалении от водохранилища.

С весны до осени, по мере прогревания водохранилища и увеличения его термического эффекта, наблюдается значительное увеличение минимальных ночных температур (положительное влияние водохранилища ночью) и увеличение максимальных дневных температур (уменьшение отрицательного влияния водохранилища днем). Основным фактором, оп-

ределяющим уменьшение суточной амплитуды температур воздуха в прибрежной зоне, является увеличение максимальных ночных температур. В меньшей степени суточная амплитуда температур воздуха зависит от максимальных дневных температур. За весь период наблюдений (26/V—30/IX) амплитуда температур воздуха в прибрежной зоне, т. е. на участках 1 и 3, была на 2,1—1,3° меньше, чем на более удаленном от водохранилища участке № 4. Уменьшение амплитуды температур воздуха и почвы в прибрежной зоне определяется действием водных масс, которые обладают большой инертностью к изменению температур окружающей местности в течение суток, по сравнению с окружающей сушей и воздушными массами, расположенными над ней.

Таблица 2

Минимальная, максимальная температура и суточная амплитуда температур воздуха на различном удалении от Иркутского водохранилища (1963 г.)

Температура	№ основных участков	Весенне-летний период 26/V—30/VI		Осенний период 1/IX—30/IX		Средняя за период 26/V—30/IX	
		температура	отклонение	температура	отклонение	температура	отклонение
Минимальная 4 (контроль)	1	6,6	+1,5	0,9	+2,0	8,6	+1,3
	3	6,3	+1,2	0,6	+1,7	8,4	+1,6
	4 (контроль)	5,1	0	-1,1	0	6,8	0
Максимальная 4 (контроль)	1	15,4	-0,7	10,1	+0,2	18,6	-0,3
	3	18,9	-0,2	10,3	+0,4	19,1	+0,2
	4 (контроль)	19,1	0	9,9	0	18,9	0
Амплитуда 4 (контроль)	1	11,8	-2,2	9,2	-1,8	10,0	-2,1
	3	12,6	-1,4	9,7	-1,3	10,8	-1,3
	4 (контроль)	14,0	0	11,0	0	12,1	0

Амплитуда температур поверхностных слоев воды в водохранилище в 3—3,5 раза меньше, чем приземных слоев воздуха. Эта величина остается постоянной в течение всего летнего периода, несмотря на то, что составляющие ее значи-

тельно изменяются. Малая амплитуда температур воды изменяет амплитуду температур воздуха в прибрежной зоне в сторону уменьшения.

В результате периодических наблюдений над ходом относительной влажности воздуха установлено, что она на побережье водохранилища выше, чем от него.

Относительная влажность воздуха на побережье водохранилища за весь период наблюдений оказалась на участке № 1 на 8,0%, а на участке № 3 на 4,8% выше, чем на участке № 4. Наибольшая разница относительной влажности воздуха между прибрежной частью и более удаленными участками была в июне, когда наблюдается наибольший дефицит относительной влажности воздуха.

Положительное влияние Иркутского водохранилища очень сильно сказывается на распределении минимальных температур в прибрежной зоне.

Из таблицы 3 видно, что зона наиболее значительного положительного влияния водохранилища (изменение температуры на 0,5° и выше) на распределение минимальных температур на поверхности почвы при береговой линии полуостровного типа равна 0—500 м, а при прямой береговой линии—0—350 м. Влияние водохранилища на тепловой режим прибрежной части при различных типах береговых линий свыше указанных зон менее значительно, хотя и распространяется до 700 м и более.

Термическое влияние Иркутского водохранилища на пространственное распределение максимальных температур в значительной степени определяется погодными условиями.

В пасмурную дождливую и ветреную погоду относительная разница в минимальных ночных температурах на поверхности почвы в прибрежной зоне, по сравнению с более удаленными участками местности, незначительна.

Положительное влияние водохранилища на пространственное распределение минимальных температур сказывается тем значительнее, чем ниже опускается температура окружающей местности в результате радиационного выхолаживания и чем выше термический эффект водохранилища на сушу в результате его нагревания. Если в начале лета (июнь) средняя минимальная температура на поверхности почвы в прибрежной зоне полуостровного типа была на 0,7—1,4° выше, чем на водоразделе, то в ночи с поздними весенними заморозками, а также в ночи с усиленным выхолаживанием эта разница уже составила 1,0—4,0°. Еще большая, чем весной,

разница между минимальными температурами наблюдалась осенью. Температура на поверхности почвы в прибрежной зоне 0—500 м в августе была на 1,0—1,4°, а в сентябре на 0,9—2,0° выше, чем на более удаленных участках. В отдельные же тихие ясные ночи и особенно в период заморозков эта разница достигает 2,5—5,5°, а зона наиболее значительного влияния на минимальные температуры увеличивается до 700 м и более.

Таблица 3

Распределение минимальных температур на поверхности почвы на различном удалении от Иркутского водохранилища

№ участка	Расстояние от водохранилища в метрах	Весенне-летний период 27/V—21/VI		Летне-осенний период 21/VIII—30/IX		Средняя за период май—сентябрь	
		температура	отклонение	температура	отклонение	температура	отклонение
<b>Створ № 1</b>							
1	0	5,7	+1,3	4,0	+2,0	5,0	+1,7
2	28	5,4	+1,0	4,0	+2,0	5,0	+1,7
3	308	5,3	+0,9	3,7	+1,7	4,6	+1,3
4	500	5,0	+0,6	3,0	+1,0	4,2	+0,9
5	700	4,8	+0,4	2,4	+0,4	3,7	+0,4
6	1586	4,4	0	2,0	0	3,3	0
7	3229	4,4	0	2,0	0	3,3	0
<b>Створ № 2</b>							
1	0	5,6	+1,2	4,0	+2,0	5,0	+1,7
2	200	5,3	+0,9	3,6	+1,6	4,8	+1,5
3	350	5,0	+0,6	2,9	+0,9	4,1	+0,8
4	700	4,8	+0,4	2,3	+0,3	3,7	+0,4
5	1586	4,4	0	2,0	0	3,3	0

Примечание: Створ № 1—к береговой линии полуостровного типа, створ № 2 — к прямой береговой линии.

Такой же характер, как и при береговой линии полуостровного типа, но в меньшей зоне, оказывает водохранилище

на распределение минимальных температур в период усиленного радиационного выхолаживания и при заморозках на прибрежную часть с прямой береговой линией. При радиационном понижении минимальных температур прибрежная зона обычно покрывается туманом, который предохраняет ее от дальнейшего усиленного выхолаживания.

Положительное влияние водохранилища на тепловой режим прибрежной части способствует увеличению безморозного периода. Поздние весенние заморозки заканчиваются значительно раньше, а первые осенние заморозки на поверхности почвы и воздуха, которые обычно бывают в местных условиях радиационного характера, начинаются в прибрежной зоне в более поздние сроки.

Таблица 4

Длина безморозного периода на различном удалении от Иркутского водохранилища

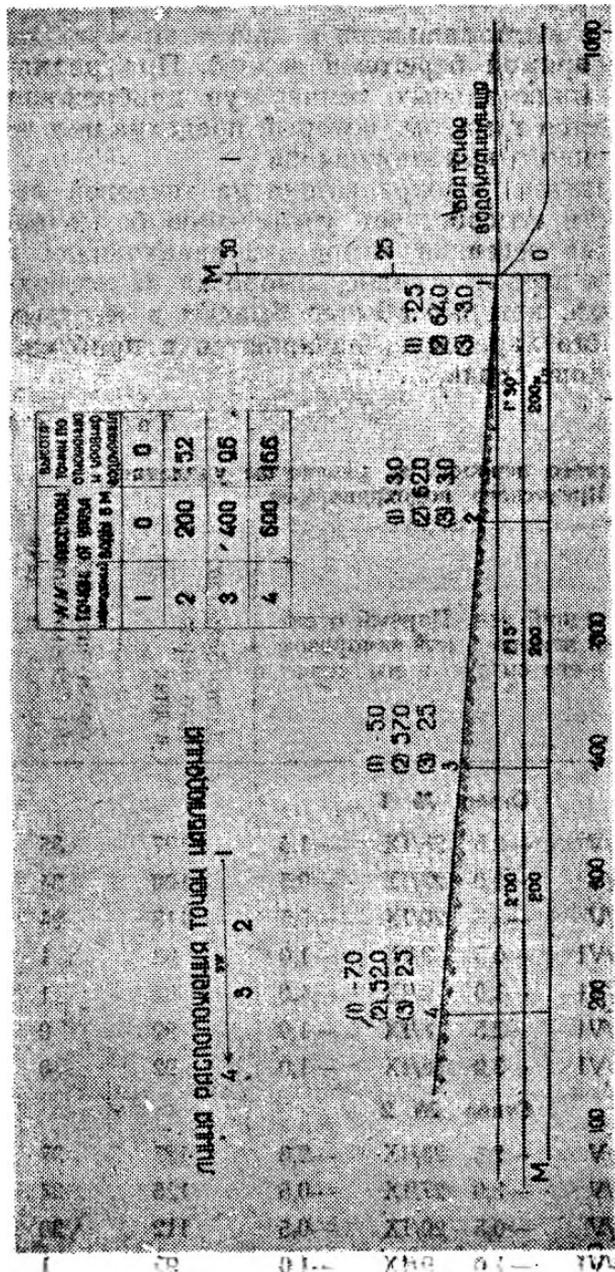
участка	Расстояние от водохранилища, м	Последний весенний заморозок и его сила	Первый осенний заморозок и его сила	Длина безморозного периода в днях	Увеличение длины безморозного периода в днях
---------	--------------------------------	---	-------------------------------------	-----------------------------------	--

Створ № 1

1	0	24/V	-2,5	28/IX	-1,5	127	35
2	28	24/V	-3,0	27/IX	-0,5	126	34
3	308	24/V	-3,5	20/IX	-0,5	118	26
4	500	8/VI	-0,5	9/IX	-1,0	93	1
5	700	8/VI	-1,0	9/IX	-1,0	93	1
6	1586	8/VI	-2,5	8/IX	-1,0	92	0
7	3229	8/VI	-3,0	8/IX	-1,0	92	0

Створ № 2

1	0	24/V	-2,5	28/IX	-2,0	127	35
2	200	24/V	-3,0	27/IX	-0,5	126	34
3	350	30/V	-0,5	20/IX	-0,5	112	20
4	700	8/VI	-1,0	9/IX	-1,0	93	1
5	1586	8/VI	-2,5	8/IX	-1,0	92	0



Профиль разовой микроклиматической съемки на левом берегу Братского водохранилища 6-Х-1963 г.  
(прямая береговая линия)

Условные обозначения:

- 1) минимальная температура воздуха на поверхности почвы;
- 2) средняя температура почвы на глубине 20 см за период 7—19 ч.;
- 3) относительная влажность воздуха в % на высоте 20 см за период с 7—19 ч.

Безморозный период на побережье в зоне 300—500 м увеличился на 20—35 дней, в том числе весной на 9—15 дней и осенью на 11—20 дней.

Такой же характер влияния, как и Иркутское водохранилище, оказывает на тепловой режим прибрежной части Братское водохранилище. Результаты микроклиматической съемки (рис. 2), проведенной на левом берегу Братского водохранилища, в 6 км юго-западнее с. Култук, где ширина водохранилища около 10 км, — таковы:

Таблица 5

Распределение минимальных температур на поверхности почвы, относительной влажности воздуха и температур почвы на различном удалении от Братского водохранилища (прямая береговая линия) 6/X 1963 г. при тихой ясной погоде

№ участка	Расстояние от водохранилища, м	Минимальная температура на поверхности почвы в градусах		Относительная влажность воздуха в % в 11 час 00 мин.		Температура почвы на глубине 20 см. в 11 час. 00 мин.	
		температура	отклонение	влажность	отклонение	температура	отклонение
1	0	-2,5	+4,5	64	+12	3,0	+0,5
2	200	-3,0	+4,0	62	+10,0	3,0	+0,5
3	400	-5,0	+2,0	57	+5,0	2,5	0
4 (контроль)	600	-7,0	0	52	0	2,5	0

При прямой береговой линии на побережье в зоне 0—400 м 6 октября минимальная температура на поверхности почвы была на 2,0—4,5° выше, относительная влажность на 5—12%, а температура почвы на глубине 20 см — на 0,5° выше, чем на более удаленном участке местности.

## ВЫВОДЫ

1. Прибрежная зона водохранилища на р. Ангаре имеет лучший почвенно-воздушный температурный режим, большую влажность воздуха и меньшую суточную амплитуду температур почвы и воздуха по сравнению с более удален-

ными участками. Амплитуда температур воздуха в прибрежной зоне Иркутского водохранилища на  $1,5-2^{\circ}$  меньше.

2. Влияние Иркутского водохранилища на показатели температуры приземных слоев воздуха прибрежной части наиболее значительно в ночное время и менее значительно днем.

3. Положительное влияние Иркутского водохранилища на тепловой режим прибрежной части, в результате прогревания воды и большей ее теплоотдачи, к осени увеличивается.

4. Влияние Иркутского водохранилища на тепловой режим воздуха и почвы в прибрежной зоне в ночное время тем положительнее, чем ниже опускается температура окружающей местности при ее радиационном выхолаживании. Минимальная температура на поверхности почвы в прибрежной зоне 350—500 м в течение всего периода вегетации в среднем на  $0,9-1,7^{\circ}$  выше, чем на более удаленных участках. В период заморозков и при сильном радиационном выхолаживании разница в минимальных температурах на поверхности почвы в прибрежной части, по сравнению с более удаленными участками, достигает  $2,5-5,5^{\circ}$ .

5. Зона наиболее значительного влияния Иркутского водохранилища на тепловой режим прибрежной части на пологих берегах составляет 350—500 м. Положительное влияние водохранилища свыше этой зоны менее значительно, хотя и распространяется до 700 м и более.

6. Влияние водохранилища на тепловой режим прилегающих территорий определяется погодными условиями: при пасмурной, дождливой, ветреной погоде оно уменьшается, при ясной тихой погоде достигает максимума.

7. В результате отепляющего действия Иркутского водохранилища во время поздних весенних и особенно ранних осенних заморозков безморозный период в прибрежной зоне увеличивается. Увеличение безморозного периода зависит от характера и времени наступления заморозков и может составлять 20—25 дней.

8. Микроклиматические съемки, проведенные на побережье Братского водохранилища, наполнение которого еще не закончено, подтверждают закономерности, выявленные в зоне Иркутского водохранилища. При достижении водным зеркалом Братского водохранилища проектных размеров влияние его будет выражено значительно сильнее, чем в зоне Иркутского водохранилища.

9. Улучшенный микроклимат, более продолжительный безморозный период и удобства в орошении создают в прибрежной зоне крупных водохранилищ на р. Ангаре большие возможности для разведения садов, посевов овощных культур, кукурузы, сахарной свеклы, семеноводческих посевов яровой пшеницы.

---