

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Географический факультет

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ
В НОВОМ СТОЛЕТИИ**

Вып. 2.

К 100-летию со дня рождения
профессора
Виктора Григорьевича Завриева
(1908–1976)

УДК 551.583.(063.476)
ББК 26.237я43
Р37

Р е ц е н з е н т:
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Науменко.

Региональная физическая география в новом столетии. Вып. 2. К 100-летию со дня рождения Виктора Григорьевича Завриева (1908–1976) / Мн.:БГУ, 2007.446 с.

Сборник научных работ посвящен 100-летию со дня рождения Виктора Григорьевича Завриева (1908–1976), заведующего кафедрой (в 1961-1976 гг.) физической географии материков и океанов и методики преподавания географии географического факультета Белорусского государственного университета. Работа включает сведения о жизни и деятельности профессора В.Г. Завриева, оригинальные исторические фотографии, а также содержит материалы о современных методических аспектах вузовского и школьного образования и научных исследований плейстоцена и голоцена, которые ведутся сотрудниками этой кафедры на основе различных методов.

Работа рекомендуется преподавателям географических дисциплин высших учебных заведений, ученым в области физической географии, эволюционной географии, стратиграфии, специалистам геологических учреждений, ведущим широкомасштабную геологическую съемку.

Рис. 64. Табл.:47. Библиогр.:209 названий.

Печатается по решению
Ученого совета географического факультета
Белорусского государственного университета
от 30 ноября 2007 г., протокол № 3

УДК 551.583(063.476)
ББК 26.237я43

ISBN 985–445–515–7

© Географический факультет, 2007
© БГУ, 2007

АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО ВЛИЯНИЯ ТЕПЛОФИКАЦИИ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЕ УСЛОВИЯ ОЗЕРА ЛУКОМСКОЕ

Актуальность. Настоящее исследование вытекает из необходимости четкого представления о:

- тепловой нагрузке на водоем в сезонном и многолетнем аспектах,
- площади растекания подогретых сбросных вод и вероятности их попадания в водозаборный канал до достижения необходимо низких температур,
- влиянии ветра на перемещения подогретых вод по акватории.

Эти факторы со своей стороны определяют технико-экономические показатели работы ГРЭС, поскольку падение температуры воды, забираемой для охлаждения, приводит к экономии топлива в результате снижения неэффективного перегрева турбогенераторов.

Причины изменений. Озеро Лукомское с 1969 года является охладителем крупнейшей в Беларуси Лукомльской ГРЭС мощностью 2400 кВт. Оно получает тепловую нагрузку в результате сброса вод после охлаждения турбогенераторов по четырем ливневым сбросам и водоотводящему каналу, в котором сооружен садковый комплекс для выращивания молоди рыб. Сбросы расположены на восточном берегу озера. Плановая модернизация электростанции в рамках программы развития энергетики Беларуси до 2010 года привела к изменению в технологическом цикле, что в будущем, возможно, повлечет снижение тепловой нагрузки. Современная ситуация такова, что на 1 кВт·ч выработанной энергии в озеро выбрасывается количество тепла, эквивалентное 2 кВт·ч [Левин Н.Л. и др., 1975].

По характеру температурного режима оз. Лукомское относится к слабо стратифицированным, значительным по площади, неглубоким, с объемной долей гипolimниона не более 3 % [Якушко О.Ф., 1971].

Циркуляционная вода, используемая электростанцией для охлаждения конденсаторов, нагревается в теплообменной аппаратуре на $8...10^{\circ}$ [Гурьянова Л.В., 1992, Доброжанская Ж.В., 1974]. Это ведет к эмиссии тепла, пропорционально рабочей мощности ГРЭС. Обычный режим работы Лукомской электростанции позволяет пропускать через конденсаторы весь объем озера за период 49...57 суток.

«Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» предельно допустимые величины подогрева сбросных вод составляют 5° зимой и 3° летом относительно средней многолетней температуры [Гидрохимия..., 1971]. Настоящие «Правила...» соблюдаются не всегда, так 13 марта 1973 г., температура воды на заборной станции была равной $1,5...2^{\circ}\text{C}$, а на сбросе – $13,5^{\circ}\text{C}$, 30 июля 2004 года $26,8^{\circ}\text{C}$ и $34,3^{\circ}\text{C}$ соответственно.

Водоем ежегодно получает дополнительное количество тепла, сопоставимое с его естественным тепловым бюджетом, имевшим место до строительства электростанции, на протяжении 36 лет инструментальных наблюдений, – в результате отмечается изменение термического режима водоема [Гречушникова М.Г., 2000].

Годовой теплозапас водной массы оз. Лукомское к 2002 году вырос на 19 % по сравнению с 1963 годом, и его сезонное изменение происходит равномернее. Конвективный теплообмен близок к $1,2...6,3 \cdot 10^3$ Дж/(см² в месяц), что не превышает 5 % величину теплового баланса [Волкова Г.Б. и др., 1984, Гречушникова М.Г., 2003, Доброжанская Ж.В., 1974, 1976].

Материалы и методика. Автором использованы материалы фондов Белгидромета за более чем 50-летний период наблюдений за ветрами и температурами воздуха метеостанций Лепель, Сенно, Толочин и Борисов, температурами воды и ледовыми явлениями гидропоста Обзерье на оз. Лукомское. Кроме того, были привлечены материалы НИЛ озераведения БГУ за период с 1973 по

2003 годы, а также результаты собственных полевых исследований. Последние получены в период обследования оз. Лукомское в 2003-05 гг. в составе экспедиции БГУ по выполнению НИР «Оценка современного состояния и многолетней динамики абиотических и биотических показателей экосистемы оз. Лукомского – водоема-охладителя Лукомльской ГРЭС» (№ госрегистрации 20032173) под руководством канд. биол. наук П. А. Митраховича.

При полевых исследованиях температур в слое до двух метров использовался стандартный рондничковый термометр, а при определении температур в более глубоких слоях – 5 литровый батометр с двумя термометрами. Исследования на водоеме проводились на 21 экспедиционной станции, а для построения хода поверхностных изотерм – по профилям в различных направлениях, измерения температур на которых были сделаны через 300...450 м. Распространение теплых вод изучалось в штиль методом заглубленных поплавков, а их продвижение фиксировалось на схеме озера через равные промежутки времени со стационарных точек посредством теодолита и дальномера. Обработка статистических данных включала приемы регулярной выборки с последующей корреляцией температурных рядов и построением трендов температур, а также и роз ветров, как вспомогательного элемента обоснования. Применялся пространственный анализ, приемы плоскостной интерполяции, метод профилирования.

Ледовый режим и обратная стратификация. По данным наблюдений 1932-2000 гг., устойчивый ледовый покров устанавливается в начале декабря. Продолжительность ледостава достигает 130 дней. Средняя толщина льда составляла 50 см, а наибольшая (до 100 см) – наблюдалась в конце февраля – начале марта (см. табл. 1). В глубоководных частях акватории толщина льда на 12...28 см меньше по сравнению с прибрежными мелководными районами.

При дальнейшей теплофикации ледовый режим будет характеризоваться большей неустойчивостью. Происходит удлинение безледного периода на 10 % за счет сокращения ледостава на две недели осенью и на две недели весной. Сроки регистрации пиковых величин толщины льда в оз. Лукомское наступают на 8-12 дней позже, чем до эксплуатации электростанции. Толщина ледового покрова уменьшается на 7...29 см или в среднем на 25 %. Незамерзающий участок распространится на 10...30 % акватории – 2...10 км² или в радиусе 400...800 м от сброса теплых вод (рис. 1).

Подо льдом устанавливается обратная температурная стратификация. На глубинах 9...10,5 м в марте достигаются максимальные значения температур. В. Заржецкий [Заржецкий В.И., 1904] говорит о придонной температуре 2,0...2,9 °С в январе 1903 года. Экспедиция НИЛ озераведения БГУ в марте 1973 года отмечала на оз. Лукомское придонную температуру воды в 3,1 °С. В свободной ото льда части озера существует прямая температурная стратификация или состояние близкое к гомотермии с температурой выше 4 °С.

Продолжительность периода весенней гомотермии оз. Лукомское для всей акватории составляет от 19 до 22 дней. Процесс весенней циркуляции важен тем, что в пределах стационарного термобара аэрация протекает в более теплых водах с низкой способностью удерживать кислород. Перемешивание всей водной массы при низких температурах обеспечивает насыщение кислородом придонных слоев. При интенсификации сброса теплых вод период естественного перемешивания будет значительно сокращаться (как это бывает в теплые зимы), а насыщенность придонного



Рис. 1 Средняя толщина льда (см) на оз. Лукомском после пуска ГРЭС

слоя кислородом будет убывать или происходить за счет ветрового перемешивания [Безвестных А.В., 1969, Гидрохимия..., 1971, Доброжанская Ж.В., 1976, Карташевич З.К., 2000].

Таблица 1

Среднемесячная толщина льда на оз. Лукомское, см*

Годы наблюдений	Месяцы					Наибольшая разность, см
	XII	I	II	III	IV	
1932-40, 1944-62	17	38	49	49	11	38
1975-89	10	22	29	20	0	19
Разность значений, см	7	16	20	29	11	22

* по данным Белгидромета

Летне-осенняя динамика температур. Явление термобара в межсезонье ограничивает центр ядра холодных вод, а теплые воды сбросов распространяются вдоль берега. Этому способствует использование теплых вод в садковом комплексе бокового канала-водоотвода в северо-восточной части водоема.

Переход поверхностной температуры через 10 °С наступает не ранее первой декады мая. Разность температур поверхностного и придонного слоев достигает 1,5...5 °. С апреля по сентябрь в условиях неустойчивой прямой термической стратификации вертикальный градиент температуры (ВТГ) достигает 2...6 ‰/м.

Прямая температурная стратификация непосредственными экспедиционными наблюдениями отмечена на озере дважды. В июле 1903 г. она наблюдалась В. Заржецким: термоклин на глубине 6...8 м с падением температур в его пределах 5,6 °, в июне 1956 г. – И. С. Захаренковым – слой температурного скачка залегал на глубине 7,0...7,5 м при снижении температуры на 4,7 ° [Заржецкий В.И., 1904, Захаренков И.С., 1958].

Поскольку конвекция не касается придонных слоев воды, а ветровое перемешивание охватывает основной объем водной массы, то температурный режим в условиях теплофикации приближается к режиму озер западного сектора лесостепного пояса суббореальной зоны [Ильин Л.В., 2000].

В точке максимальной глубины летом 2004 и 2005 гг. разница температур поверхностных и придонных слоев воды составляла 5,5 °. Температура воды на поверхности открытой части озера превышала 25 °С, а у берегов достигала 26,2 °С. При редкой устойчивой стратификации разница температур в 4,5...5,5 ° между дном и поверхностью является нормой при ВТГ около 0,5 ‰/м – среднем по всей водной массе. В условиях слабых и неустойчивых северо-западных и юго-западных ветров в конце июля – середине августа температура воды в оз. Лукомское на 1,0...1,4 ° выше, чем в соседних озерах Черяя и Селява.

С глубиной в результате формирующейся плотностной неоднородности слоев интенсивность тепловой нагрузки на водную массу снижается, что вызывает значительно меньший подогрев придонных слоев воды и грунтов дна. Так, площадь подогреваемых на один градус придонных слоев, составляет около 6 % площади дна [Каратаев А.Ю., 1992].

Сравнении с водоемом-аналогом – оз. Нещердо. Повышение поверхностной температур воды наиболее полно отражено в период остывания, когда отепляющее действие сбросных вод и их динамика на оз. Лукомское позволяет температуре воды падать намного медленнее, нежели на оз. Нещердо. Тенденция к повышению средней температуры воды у берега возникает с введением в действие первой (1969 г.) и второй (1974 г.) очереди ГРЭС, когда зарегистрированы максимальные пиковые температуры сбросовых вод, превышающие фоновую на 11...14 °.

Увеличение периода осеннего остывания вызвало рост ноябрьской температуры в поверхностных слоях вод оз. Лукомское. Это привело к изменению сроков наступления и продолжительности гидрологических сезонов озера (см. табл. 2). Произошло смещение периода осенней гомотермии в сторону зимней межени. В ноябре оз. Нещердо присуща обратная температурная стратификация под ледовым

покровом. В это время средняя температура всей водной массы оз. Лукомское продолжает оставаться достаточно высокой – более 7 °С, а теплые воды занимают порядка 12 % акватории. В конце декабря температура поверхностного слоя воды близка к 2 °С, т.е. выше температуры замерзания.

Таблица 2

Норма сроков смены гидротермических фаз на оз. Лукомское (дата±сутки)*

Явление	Параметр	Сроки
	0,2°С	15.03±8
Дата перехода температуры воды весной через	4°С	9.04±5
	10°С	6.05±7
Высшая температура воды за год		21.07±12
	10°С	18.10±11
Дата перехода температуры воды осенью через	4°С	12.11±12
	0,2°С	12.12±10
Начало осенних ледовых явлений		26.11±14
Начало ледостава		8.12±12
Окончание ледостава		3.04±24
Очищение ото льда		29.03±11
Взвешенное нормальное отклонение		±11

* рассчитано автором по данным Белгидромета за период с 1946 по 2002 гг.

Вертикальная температурная неоднородность. Наибольший подогрев по глубине происходит в июле – августе. В естественном состоянии средняя из максимальных температура поверхности воды в оз. Лукомское достигала 23,7°С, наиболее высокая за многолетний период – 24,4°С. Их связь с температурами воздуха показана в таблице 3.

Таблица 3

Соответствие температур воды в озере* температурам воздуха** за 1948-2002 гг.

при уровне вероятности 75 %	май	июнь	июль	август	сентябрь
корреляция	0,69	0,75	0,85	0,79	0,74
среднее отклонение, °	1,66	1,52	1,66	1,8	1,9
стандартное отклонение, °	2,05	1,9	2,09	2,2	2,36

* получены по данным трех створов для всего объема водной массы (данные Белгидромета);

** высчитано по средним температурам воздуха станций Лепель и Сенно (данные Белгидромета).

Естественные колебания температур воды в течение суток в озерном плесе в период открытой воды не превышают 1 °С. Разность температуры поверхности воды летом в течение суток у водозабора ТЭС и в озерном плесе колеблется в пределах ±1,9 °.

В 2004-05 гг. температура поверхностных вод озера летом была выше на 2...4 °, чем в 1977-79 гг. Проникновение подогрева в придонные слои выражено в схемах распределения температуры воды по глубине (рис. 3,4), что позволяет провести температурно-динамическое зонирование акватории.

Техногенная зона термического раздела летом имеет ВТГ порядка 1,0 °/м, максимальный ВТГ достигает 3,6 °/м на глубине до 5 м в радиусе приблизительно 500 м от сброса, на запад он прослеживается на расстоянии до 800 м и на глубине до 8,5 м. В июле-августе максимальные ВТГ в зоне сброса достигали 6 °/м и распространялись на глубину до 2 м на площади около 8 км². В радиусе 2...2,5 км от места сброса на площади около 3 км² ВТГ приблизительно на 3 °/м больше, чем максимальный ВТГ в слое температурного скачка на остальной акватории.

На большей части акватории максимальный ВТГ в слое до 1,5 м – менее 0,4 °/м. В южном заливе слой естественно скачка залегает на глубине 5,5...8 м и ВТГ в нем достигают 2,2...3,0 °/м. Во второй половине августа значение максимального ВТГ не

превышали 0,1...0,2 °/м и равнялись средним ВТГ по всей толще. В конце лета наблюдается динамическая гомотермия с температурами водной массы 20,2...22,0 °С.

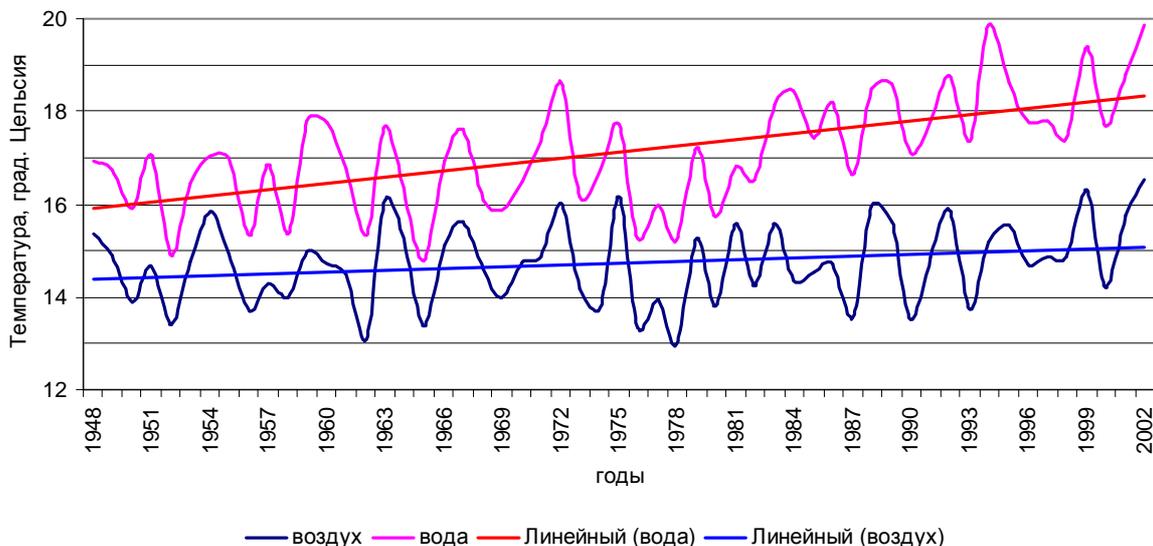


Рис. 2 Средние температуры и тренды по летним месяцам (май-сентябрь) для поверхностного слоя воды оз. Лукомского и температуры воздуха

Проведенные изыскания выявили два основных района: с естественным слоем температурного скачка на акватории, не прилегающей к водосбору (глубина 5...8 м), и с искусственно созданным слоем температурного скачка в зоне сброса (на глубине 1...3 м). Также отмечено, что в периоды активного перемешивания осенью и весной первый слой (придонный) отсутствует, а его возникновение приходится на май – июнь.

Металимнион озера в кратковременный период своего существования (не более 9...24 суток в год) имеет экстремально глубокое залегание относительно наибольших глубин озера (65...75 %). Порядок его максимального ВТГ такой же, как и в слое скачка, обусловленного сбросом подогретых вод.

Глубинный слой температурного скачка в водоемах лесной зоны обычно формируется в период с мая по июнь, а в оз. Лукомское в 2004 г. он был отмечен только в конце июля [Богословский Б.Б., 1960]. Металимнион практически полностью изолирует вышележащие слои (эпилимнион) от нижележащих (гиполимнион). В нижележащих слоях могут образовываться области с недостаточным содержанием кислорода. При росте объемов сброса теплых вод подобные явления будут усиливаться.

В озерном плесе к западу от техногенного термического бара температура придонных слоев оставалась такой же, как и у поверхности, т.е. уже имела несколько повышенный фон, но характер ее распределения практически не изменился.

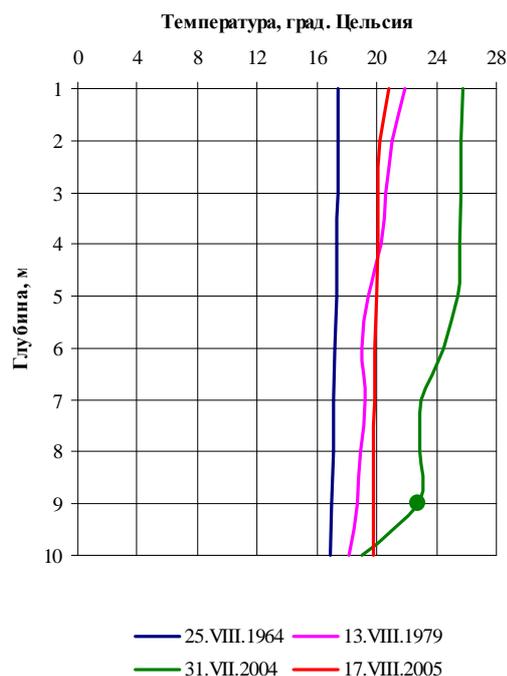


Рис. 3 Температура воды в 500 метрах к западу от сброса

Горизонтальная температурная неоднородность. Распределение подогрева зависит от метеоусловий (повторяемость ветров со скоростью более 3 м/с составляет около 43,6 %), температуры сбросных вод и их объемов (от 12 зимой до 60 м³/с летом). При штиле летом нагретые воды распространяются от сброса к юго-западу и северо-западу двумя практически независимыми струями. Если ветер способствует распространению струй по малой оси озера, тогда подогрев охватывает бóльшую часть акватории.

Наибольшую повторяемость на акватории озера имеют южные и юго-западные ветры. Они препятствуют растеканию нагретой струи – в стационарном термобаре [Гурьянова Л.В., 1988] могут быть достигнуты значительные горизонтальные температурные градиенты (ГТГ) и разница температур плеса и водозабора в 6...10 °, при эффективной не более 2,4 °. Выявлена связь между силой ветров и площадью подогрева (суженный, локальный, значительный). При локализации теплых вод у сброса ГТГ возрастают, а при растекании уменьшаются, в то время как средние температуры водной массы и поверхности воды ведут себя наоборот [Безнососов В.Н. и др., 2002, Леонов С.В. и др., 2000, Токарева О.Ю., 2004]. Температуре вод на расстоянии 500 м от западного берега в летние месяцы примерно на 6,5 °С выше, чем на таком расстоянии от восточного. При западном, противоположном потоку, ветре теплые воды смещаются на бóльшую глубину [Волкова Г.Б., 1984], вызывая перемешивание в поперечном направлении и выравнивая градиенты температуры.

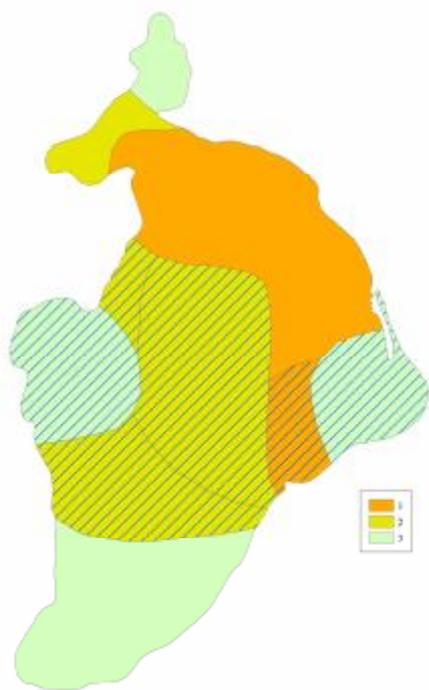


Рис. 4 Температурно-динамическое зонирование оз. Лукомского (Расшифровка условных обозначений – тексте; штриховкой показана зона наиболее активного ветрового перемешивания)

Летом возможны две основные динамические ситуации – распространение подогрева в северные заливы или к водозабору с вытекающими последствиями.

Выводы. В условиях подогрева водная масса оз. Лукомское сохраняет термическую структуру и главные черты температурного режима, присущие озерам умеренной зоны. Акваторию водоема можно разделить на три температурные зоны (рис. 4): 1) сильного подогрева с возможным превышением над естественной температурой на 6...9 °; 2) умеренного подогрева (3...6 °); 3) слабого подогрева (менее 3 °С). В температурном режиме им соответствуют зоны: 1) полимиктическая с сильно нарушенным термическим режимом и сильно повышенным термическим фоном; 2) полимиктическая с незначительно нарушенным термическим режимом и существенным повышенным термическим фоном; 3) димиктическая с ненарушенным термическим режимом и близким к естественному термическим фоном [Гурьянова Л.В., 1988, Филатов Н.Н., 1983, Филатова Т.Н., 1976]. Две первые зоны принадлежат центральной и западной части озера и испытывают активное динамическое ветровое перемешивание. По всей

видимости, целесообразно теплые воды со всех сбросов направлять в северные заливы-луки. Это приведет, с одной стороны, к устойчивому снижению температуры в водозаборном канале, и, вне всякого сомнения, будет способствовать экономической эффективности ГРЭС, с другой, усилит циркуляцию вод в целом в водоеме, между большей частью акватории и северными заливами, поддерживая существующую в

бессточных водоемах круговую систему прибрежных течений [Безвестных А.В., 1969, Гречушникова М.Г., 2003].

Литература

1. **Безвестных А.В.** Механизм движения циркуляционного потока в водохранилище-охладителе. // Труды совещания по гидроаэротермическим исследованиям водохранилищ-охладителей. Л., 1969.
2. **Безносков В.Н.**, Кучкина М.А., Суздалева А.Л. Исследование процесса термического эвтрофирования в водоемах-охладителях АЭС. // Водные ресурсы, 2002, том 29, № 5. с. 610-615
3. **Богословский Б.Б.** Озероведение. М.:МГУ, 1960. 335 с.
4. Волкова Г.Б. и др. Трехмерная модель течений и переноса тепла и ее реализация на примере подогреваемого озера Лукомльского. // Термика рек и водохранилищ. М., 1984.
5. **Гидрохимия** и гидробиология водоемов-охладителей тепловых электростанций СССР. Киев: Наук. думка, 1971. 247 с. (с.36)
6. **Гречушникова М.Г.** Выделение вклада конвективной и ветровой составляющих перемешивания в формирование термической стратификации неглубокого водоема. // Теоретические и прикладные проблемы современной лимнологии. Сб. ст. Мн.:БГУ, 2003. с. 196-198
7. **Гречушникова М.Г.** Трансформация термической структуры стратифицированного водохранилища при изменении погоды. // Водные ресурсы, 2000, т. 27, № 2. с. 159-167
8. **Гурьянова Л.В.** Гидрологический режим водоемов-охладителей тепловых электростанций (на примере Белоруссии). // Гидрографическая сеть Беларуси и регулирование речного стока. Мн., 1992. с. 26-32.
9. **Гурьянова Л.В.** Изменение термики малого озера в результате использования его в качестве водоема-охладителя ТЭС. // Биология внутренних вод: инф. бюлл. 1988, № 80. с. 72-75
10. **Гурьянова Л.В.** Морфометрия малых озер и их термика. // Вестн. БГУ, сер. 2, 1988, № 2 с. 42-46
11. **Доброжанская Ж.В.** Гидрологические последствия сброса подогретых вод в озерах Белое и Лукомское (БССР). // Влияние тепловых электростанций на гидробиологию и биологию водоемов. Сб.ст. Борок, 1974. с. 46-49
12. **Доброжанская Ж.В.** Изменение термического режима озер Белоруссии, являющихся водоемами-охладителями ГРЭС. // Вопросы водного хозяйства, 1976, вып. 2 (37)
13. **Заржецкий В.И.** Озеро Лукомльское Сенненского уезда. // Землеведение, том 11, кн. 1-2, 1904.
14. **Захаренков И.С.** Озера Лукомль, Червоное и Новяты как среда обитания акклиматизируемых рыб. // Труды БелНИИРХ, т. 2. Мн., 1958. с. 3-20
15. **Ильин Л.В.** Термические особенности озер Украинского Полесья. // Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов. Мн.:БГУ, 2000. с. 177-179
16. **Каратаев А.Ю.** Структура и функционирование сообществ донных беспозвоночных водоемов-охладителей. Мн., 1992.
17. **Карташевич З.К.** Роль абиотических факторов в формировании биолимнических типов озер Беларуси. // Научные и прикладные аспекты оценки изменений климата и использования климатических ресурсов. Мн.:БГУ, 2000. с. 181-183
18. **Левин Н.Л.**, Кумарина М.Н., Коколия Т.Г. и др. Прогноз термического режима и зарастания Лукомльского водохранилища в связи с увеличением мощности ГРЭС и возможности их регулирования. // Труды координационного совета по гидротехнике, Борок, 1974. Л.:Энергия, 1975. вып.102. с. 80-91
19. **Леонов С.В.**, Чионов В.Г., Шилькрот Г.С., Ясинский С.В. Формирование качества воды водоема-охладителя. // Водные ресурсы, 2000, т. 27, № 4. с. 477-484

20. **Токарева О.Ю.** Комплексный анализ изменения состояния водоема-охладителя ТЭС и возможные пути его восстановления (на примере озера в г. Чите). Автореф. дисс. канд.техн.наук. Чита:ЧитГУ,2004. 21 с.
21. **Филатов Н.Н.** Динамика озер. Л.:Гидрометеоиздат,1983. 166 с.
22. **Филатова Т.Н.** Особенности распределения теплых вод ГРЭС на отдельных участках водоемов разных типов. // Труды ГГИ, 1976 вып.231. с. 181-207
23. **Якушко О.Ф.** Белорусское Поозерье. История развития и современное состояние озер Северной Белоруссии. Мн.:Высш. шк.,1971. 335 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
РАЗДЕЛ I. ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОФЕССОРА В.Г. ЗАВРИЕВА	
Я.К. Еловичева, П.С. Лопух. В.Г. Завриев — ученый, педагог, создатель и заведующий кафедрой физической географии материков и океанов и методики преподавания географии Белгосуниверситета.....	5
О.Ф. Якушко. К столетию со дня рождения Виктора Григорьевича Завриева.....	18
Р.А. Жмойдяк. Виктор Григорьевич Завриев и его место в истории географического факультета Белорусского государственного университета.....	21
Г.С. Смоляков, В.Л. Смолякова. В.Г. Завриев: путешественник, профессор, учитель.....	25
В.С. Аношко. То, что помнится.....	27
М.В. Лавринович. Памяти учителя (к 100-летию со дня рождения В.Г. Завриева).....	30
Е.Е. Адамович, Л.И. Антоненко, Л.И. Сарафинович, Л.Е. Лешкович, Я.К. Еловичева. Краткие воспоминания о В.Г. Завриеве	35
РАЗДЕЛ II. РЕГИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ	
Е.А. Козлов. Закономерности формирования озерных отложений Беларуси в позднеледниковье и голоцене.....	38
Е.А. Козлов. Аспекты современного влияния теплофикации на температурные условия озера Лукомское.....	49