РЕЦЕНЗИЯ № 1

на статью **«ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ПО ДАННЫМ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И МОДЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ МАЛОГО БЕССТОЧНОГО ВОДОЕМА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ»**

автора: **Д. А. Домнин**

Этап № 1.

В статье приводятся результаты оценок водного баланса пруда Янтарный (Калининградская область); в сезонном аспекте (весенний период) рассмотрено явление склоновой конвекции, обусловленной быстрым (относительно глубоководной части акватории) охлаждением прибрежных мелководий пруда в ночные часы. Авторы опираются на данные натурных измерений в круглогодичном режиме (два года) температуры воды и давления на придонном горизонте одной автономной станции, расположенной на склоне пруда (глубина станции примерно соответствует глубине залегания термоклина в начальный весенний-летний периоды), и данные ежемесячных вертикальных зондирований температуры воды в глубоководной части пруда. Оценки компонентов водного баланса выполнены по известным ранее формулам и с помощью численного расчета (модель HYPE использована для оценки поверхностного стока).

Актуальность темы исследования обоснована тем, что водный баланс определяет объем и уровень воды в озерах, скорость/период водообмена, влияет на химический и термический режимы, а следовательно, формирует среду обитания гидробионтов и в целом обеспечивает стабильное существование озера во времени. Склоновая конвекция обеспечивает тепло-массообмен между литоралью и пелагиалью, определяя перераспределение по водной толще пруда тепла, кислорода и биогенов, что важно для устойчивого функционирования экосистемы пруда.

Научная новизна работы заключается в получении новых знаний о сезонной и межгодовой изменчивости слабо изученного явления склоновой конвекции в малом димиктическом озере. Впервые полученные оценки водного баланса небольшого пруда могут использоваться при планировании его хозяйственного использования.

К рукописи имеется ряд замечаний.

1. Основное замечание – непонятно, какой смысл вкладывали авторы в «сопряженный» анализ водного баланса и склоновой конвекции озера, так как эти понятия относятся к совершенно разным областям гидрологии и физики водоемов, формируются вследствие разных причин, выполняют разные функции и включают разные процессы. В рукописи разделы, посвященные водному балансу и конвекции, никак не связаны. Тезис авторов в аннотации «… температура воздуха выступает фактором, определяющим испарение и уровень водной поверхности на сезонном масштабе, а на суточном – является триггером каскадинга» не может служить обоснованием объединения водного баланса и склоновой конвекции в одной рукописи. Тезис авторов в аннотации о том, что получены результаты, которые «расширяют представления ***о совместном протекании*** гидрологических процессов на макро- и микроуровнях в малых водоёмах» также видится необоснованным, так как не подтверждается полученными в исследовании результатами, связь между водным балансом и плотностной конвекцией в работе не исследуется. Также в заключении (строки 763–766) авторы пытаются связать эти процессы воедино за счет температуры воздуха, которая влияет и на водный баланс и на склоновую конвекцию, но это не убеждает читателя.

2. Не ясно, почему авторами изучается именно склоновая конвекция, а не внутренние волны, например? В чем, по мнению авторов, заключается какая-либо связь между водным балансом озера и периодическим процессом перемешивания в отдельный сезон? Возможно, рост/падение уровня озера меняют площади прибрежных мелководий, и склоновая конвекция возникает чаще/реже, замедляется/ускоряется/останавливается? Но эти аспекты не рассмотрены в работе.

3. Непонятно, почему авторы рассматривают склоновую конвекцию только в весенний период, в то время как летом в ночные часы и на этапе осеннего охлаждения этот процесс также развивается в озерах. В англоязычной литературе это явление называют «thermal siphon» (термический сифон) и рассматривают не только в отдельные сезоны, но и в годовом цикле, см., например:

Monismith, S. G., Imberger, J. and Morison, M. L.: Convective motions in the sidearm of a small reservoir, Limnol. Oceanogr., 1990. 35(8), 1676–1702, https://doi.org/10.4319/lo.1990.35.8.1676.

Horsch G. M., Stefan H. G. Convective circulation in littoral water due to surface cooling // Limnol. Oceanogr., 1988, 33(5), 1068–1083, https://doi.org/10.4319/lo.1988.33.5.1068.

Bouffard D., Wüest A. Convection in Lakes // Annual Review of Fluid Mechanics. 2019. Vol. 51(1). P. 189–215 https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-010518-040506

Doda T. et al. Seasonality of density currents induced by differential cooling // Hydrology and Earth System Sciences. 2022. Vol. 26 (2). P. 331-353. https://doi.org/10.5194/hess-2021-195

Механизм развития склоновой конвекции летом в ночные часы и на этапе осеннего охлаждения тот же, что и в весенний период (уплотнение вод прибрежных мелководий быстрее, чем в центре озера), кроме того, и продолжительность, и интенсивность явления в осенний период может быть больше, чем в весенний.

Кроме того, непонятно, почему авторы не учитывают тот факт, что весной/летом в ночные часы, а осенью и в дневные, когда озеро теряет тепло, развивается не только склоновая конвекция, вследствие разной скорости охлаждения мелководных и глубоководных участков, но также и плотностная конвекция, вследствие охлаждения поверхности озера в целом по всей акватории. Такая конвекция играет решающую роль в сезонном (от середины лета к осени) заглублении термоклина в малых лесных озерах, не подверженных ветровому перемешиванию, вносит заметный вклад в перемешивание озер любых размеров, наряду с ветровым перемешиванием (см., например, Read et al., 2012) и может развиваться в любом водном объекте, в любой его части, не только вблизи склонов, и в любой момент времени при уплотнении верхнего слоя воды относительно нижележащих слоев. Возможно, что высокочастотные колебания температуры, которые авторы интерпретировали как проявление склоновой конвекции, на самом деле являются проявлением конвекции, обусловленной охлаждением поверхности озера (не зависящей от наличия склона). Ясность в этом вопросе могли бы внести дополнительные измерения на нескольких станциях выше и ниже по склону, относительно автономной измерительной станции, и на самой станции полных вертикальных профилей температуры несколько раз за вечерний-ночной-утренний цикл, например, ежечасные или 30-минутные. Высокое разрешение вертикальных профилей температуры позволит определить глубину нижней границы перемешанного слоя, который формируется вследствие плотностной конвекции при охлаждении поверхности озера, ее изменения в вечерние-ночные-утренние часы, и установить, достигает ли она глубины установки датчика. Если достигает, то конвекция (не склоновая) может быть еще одной причиной высокочастотных колебаний температуры датчика автономной станции. Если профили температуры выше и ниже по склону и на станции имеют сходный вид с более низкой температурой в тонком придонном слое, это можно трактовать, как стекающий поток более холодной воды. Если же минимум

температуры в придонном слое днем не появляется, а ночью периодически регистрируется, это также можно рассматривать, как проявление стекания холодной воды в ночные часы. В любом случае, объем проведенных авторами измерений, на мой взгляд, недостаточен для однозначного трактования выделенных высокочастотных колебаний как склоновой конвекции.

Read J. S. et al. Lake-size dependency of wind shear and convection as controls on gas exchange. Geophys. Res. Lett. https://doi.org/10.1029/2012GL051886 (2012).

4. Имеется ряд вопросов к результатам анализа термических условий в пруду в годовом и сезонном аспектах. В частности, сомнения вызывают представленные авторами сроки наступления и разрушения стратификации, период максимального прогрева пруда; непонятен механизм более быстрого охлаждения придонной воды относительно верхних слоев озера на этапе осеннего охлаждения (октябрь–ноябрь). Авторы этот спорный момент никак не комментируют. Возможно, что это – проявление каскадинга в осенний период. Если так, то требуется изучить этот вопрос дополнительно, так как в этом может раскрываться роль осеннего каскадинга в «сохранении», «удлинении» стратификации. Возможно, за начало каскадинга в осенний период можно принять момент, когда должна была наступить гомотермия, но она не наступила, и температура придонного слоя воды понижается не в результате полного перемешивания, а по какой-то другой причине. Но это лишь предположение.

5. С методической точки зрения не обоснованы принципы проведения полевых измерений температуры воды (положение станции, интервал по времени измерения температуры воды на станции, частота зондирований водной толщи), не приведены точность и разрешение измерительных приборов. Поскольку измерительная станция располагается «на пути» следования склоновых потоков, видится необходимым проведение серий зондирований и выше, и ниже по склону в ночные часы.

Рекомендация: Я могу порекомендовать авторам разделить представленный в рукописи материал на две независимые статьи и каждую из них доработать отдельно. В частности, в статье по склоновой конвекции можно рассмотреть этот процесс не только в весенний период, но и в осенний, рассмотреть зависимость интенсивности склоновой конвекции от метеоусловий. Было бы полезным провести расчет плотности воды и проанализировать вертикальные профили плотности и их изменение в моменты резких колебаний температуры воды на автономной станции. Интересно бы было исследовать роль склоновой конвекции в повышении температуры придонного слоя воды в весенний период и понижения в осенний.

Если же авторы уверены в том, что водный баланс и склоновая конвекция связаны друг с другом, то нужно добавить в рукопись результаты анализа этой связи, например, рассмотреть, как изменялась площадь прибрежных мелководий при росте/падении уровня и отражались ли эти изменения на скорости или других характеристиках склоновой конвекции.

Также необходимо добавить в рукопись сведения о гидрологических характеристиках пруда (например, наличие ледостава и его продолжительность) и тех изменениях, которые были выявлены ранее, и привести хотя бы в общих чертах характеристику изменений регионального климата за последние 20–30 лет, чтобы были понятны тенденции (если они есть) изменений температуры воздуха, осадков и других метеорологических характеристик, которые могут оказывать влияние на водный баланс пруда и гидрофизические явления, которые в пруду развиваются. Например, это мое предположение, возможно, в ближайшем будущем температура воздуха повысится

насколько, что температура воды в пруду вообще не будет опускаться ниже 4 °C, и полное весеннее и осеннее перемешивание пропадут из годового цикла, тогда роль склоновой конвекции как механизма перемешивания озера, увеличится. В плане изучения склоновой конвекции на фоне изменений регионального климата можно изучить, как менялась в многолетнем аспекте температура воздуха в ночные часы или разница дневных и ночных температур воздуха в весенний и летний периоды. Если существует тренд на увеличение/уменьшение ночной температуры воздуха или разницы температур в суточном цикле, то, возможно, условия для возникновения и более интенсивного протекания склоновой конвекции в ближайшем будущем будут возникать чаще/реже.

Редакционные (построчные) замечания по тексту статьи (если есть):

Строки 57–77: авторы используют критическую глубину – 15 м (это средняя или максимальная глубина?) – в качестве количественного критерия, разделяющего озера на два типа: (1) малые мелкие быстро прогревающиеся и (2) малые, но глубокие, термическая инерция которых больше. Чем физически обоснован выбранный авторами критерий (глубина 15 м)? Если есть публикация такой классификации, нужно привести ссылку.

В частности, большинство малых лесных озер Карелии и Финляндии (глубина которых заметно меньше 15 м) в период открытой воды устойчиво стратифицированы, так как их акватории изолированы от ветрового воздействия окружающим лесом, а радиационное нагревание затрагивает только верхний 1–2 м слой воды (так как вода чаще всего в таких лесных озерах характеризуется высокой цветностью, большим содержанием органики и низкой прозрачностью). Придонная температура в таких озерах повышается крайне слабо. Но такие озера по предположенному авторами критерию (глубина менее 15 м) должны рассматриваться как мелкие и хорошо нагревающиеся.

Разделение малых озер целесообразнее проводить не по максимальной/средней глубине, а по принципу – оказывает ли ветровое перемешивание влияние на термический режим озер. В качестве альтернативы параметром масштабирования может быть предложенная в работе (Kirillin, Shatwell, 2016) «критическая средняя глубина бассейна», H_{crit}, которая разграничивает озера, регулярно перемешивающиеся, от тех, которые стратифицируются сезонно, на основе прозрачности озерной воды, длины озера и среднегодовой оценки длины Монина-Обухова.

Kirillin G., Shatwell T. Generalized scaling of seasonal thermal stratification in lakes // Earth-Science Reviews. 2016. Vol. 161. P. 179-190.

Строки 63–64: среди факторов, влияющих на скорость прогрева водной толщи, необходимо упомянуть прозрачность воды, которая оказывает существенное влияние на распределение потока солнечной радиации по столбу воды и радиационное нагревание водной толщи. В частности, в большинстве малых озер Карелии и Финляндии прозрачность воды низкая (0.5–2 м), что связано с большим содержанием органики и гумуса. В таких озерах радиационное нагревание затрагивает только верхние слои водной толщи, а придонные остаются холодными большую часть периода открытой воды, см., например,

Mammarella I. et al. Effects of similar weather patterns on the thermal stratification, mixing regimes and hypolimnetic oxygen depletion in two boreal lakes with different water transparency //Boreal Environment Research. 2018. Т. 23. С. 237-247.

Пальшин Н.И. и др. Солнечная радиация в водной толще малых озер Карелии //Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2021. № 9. С. 5-14.

Лукина Ю.Н. и др. Разработка системы мониторинга пулов углерода и потоков парниковых газов в водных экосистемах европейского севера России // Труды Карельского научного центра Российской академии наук. 2024. № 5. С. 97-114).

О связи термической структуры озер с прозрачностью воды см., например,

Heiskanen J. J. et al. Effects of water clarity on lake stratification and lake-atmosphere heat exchange // J. Geophys. Res. Atmos., 2015. 120, 7412–7428, doi:10.1002/2014JD022938

Pilla R. M. et al. Browning-related decreases in water transparency lead to long-term increases in surface water temperature and thermal stratification in two small lakes. J. Geophys. Res. Biogeo. 2018 https://doi.org/10.1029/2017JG004321

Строки 66–67: «В особенности, ***малые*** амплитуды колебаний характерны для изолированных, часто бессточных, водоёмов озёрного типа» – возможно, тут ошибка, и авторы имели в виду ***большие*** амплитуды колебаний?

Строки 78–79: на перераспределение тепла и вещества в глубоких малых озёрах, наряду с температурным каскадингом, рассмотренным авторами, влияют также и другие процессы, которые стоит упомянуть во введении, такие как ***свободная конвекция,*** возникающая при охлаждении ***всей*** поверхности озера, а не только прибрежных мелководий, благодаря которой происходит суточное и сезонное заглубление термоклина в озерах и прудах, не подверженных ветровому перемешиванию, см., например,

Jonas T., Stips A., Eugster W., Wüest A. Observations of a quasi shear-free lacustrine convective boundary layer: Stratification and its implications on turbulence, J. Geophys. Res., 2003, 108(C10), 3328.

Богданов С.Р., Пальшин Н.И., Здоровеннов Р.Э., Митрохов А.В., Кузнецов П.С., Новикова Ю.С., Здоровеннова Г.Э. Оценка эффективности перемешивания небольшого димиктического озера при поверхностном выхолаживании // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2023. Т. 16, № 2. С. 73–88. doi:10.59887/2073-6673.2023.16(2)-6

Богданов С. Р., Здоровеннова Г. Э., Здоровеннов Р. Э., Максимов И. А., Пальшин Н. И. Особенности перемешивания водной массы небольшого озера при ночном выхолаживании // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 2. С. 25–38. doi: 10.17076/lim1874

Также можно упомянуть ***внутренние волны, сейши***, которые оказывают существенное влияние на тепломассообмен, см. например,

Lorke A. et al. Breathing sediments: The control of diffusive transport across the sediment—water interface by periodic boundary-layer turbulence //Limnology and Oceanography. 2003. Vol. 48 (6). P. 2077-2085.

Kirillin G, Engelhardt C, Golosov S Transient convection in upper lake sediments produced by internal seiching // Geophysical research letters 2009, 36 (18) doi:10.1029/2009GL040064

Bernhardt J, Kirillin G, Hupfer M Periodic convection within littoral lake sediments on the background of seiche-driven oxygen fluctuations // Linmology and Oceanography: Fluids and Environments, 2014, 4, 17-33

Строки 81–85: стоит, наверное, расширить список цитируемых работ за счет включения в него англоязычных статей, например, в приведенной ниже работе Doda et al 2022 рассмотрено явление термосифона в годовом цикле.

Monismith, S. G., Imberger, J. and Morison, M. L.: Convective motions in the sidearm of a small reservoir, Limnol. Oceanogr., 1990. 35(8), 1676–1702, https://doi.org/10.4319/lo.1990.35.8.1676

Horsch G. M., Stefan H. G. Convective circulation in littoral water due to surface cooling // Limnol. Oceanogr., 1988, 33(5), 1068–1083, https://doi.org/10.4319/lo.1988.33.5.1068

Bouffard D., Wüest A. Convection in Lakes // Annual Review of Fluid Mechanics. 2019. Vol. 51(1). P. 189–215 https://doi.org/10.1146/annurev-fluid-010518-040506

Doda T. et al. Seasonality of density currents induced by differential cooling // Hydrology and Earth System Sciences. 2022. Vol. 26 (2). P. 331-353. https://doi.org/10.5194/hess-2021-195

Строка 88: уточните, что подразумевается под «сменой» кислородного режима.

Строки 113–119: связь между первым и вторым предложениями этого абзаца слабо прослеживается. Непонятно, используется ли пруд Янтарный в хозяйственной деятельности, были ли выявлены какие-то значимые изменения его водного режима ранее, которые могли как-то препятствовать или затруднять хозяйственное использование этого водоема, что могло бы послужить обоснованием необходимости проведения углубленного изучения водного баланса этого объекта. Поскольку авторы упоминают климатические

изменения гидрологических характеристик при обосновании цели исследования, необходимо добавить информацию о том, что именно уже изменилось в гидрологии пруда, выявлены ли какие-то изменения ранее, обусловленные изменением климата? Вообще в последнем абзаце введения было бы хорошо привести хотя бы некоторые сведения о том, почему в качестве объекта исследования выбран именно пруд Янтарный. Какая была рабочая гипотеза относительно склоновой конвекции в пруду? Непонятно, чем руководствовались авторы, когда выбирали расположение автономной станции (ее глубину, расстояние от берега, расположение на склоне), ведь авторы не могли заранее знать, что в пруду есть явление склоновой конвекции, что каскадинг регулярно происходит и именно в весенний период? Или целью измерений было обнаружение другого процесса?

Строка 166: необходимо привести точность и разрешение указанных измерителей температуры и давления.

Строки 166–168: чем руководствовались при выборе места для измерительной станции (глубина, расстояние от берега, положение на карте озера)? Также была бы полезна батиметрическая карта пруда.

Строка 171: почему был установлен интервал измерений 20 минут? Какие гидрофизические процессы были ранее изучены в пруду? Оценивали ли периоды баротропной/бароклинной сейши, например? При изучении склоновой конвекции в озерах необходимо учитывать масштабы секундных-минутных турбулентных пульсаций (время развития отдельных конвективных элементов, плюмов и мелких вихрей на склоне), диссипации энергии (время разрушения кинетической энергии потока за счет вязкого трения в придонном пограничном слое). Выполнялись ли такого рода оценки при выборе шага измерений по времени?

Какой период измерений на автономной станции? Два полных года? Или были перерывы в измерениях?

Строка 176: рисунок 2 – такое ощущение, что панель б) перекрывает панель а), так задумано или получилось случайно? Если случайно, то нужно это исправить. Нужно добавить вертикальные профили температуры за ноябрь и декабрь (за периоды, пока температура воды выше Tmd) – для полноты картины. Если на этих осенних и зимних профилях сохраняется «ступенька» в придонном слое при уменьшении температуры и выше и ниже этой ступеньки, то это – скорее всего и является проявлением каскадинга в осенний период.

Строка 183: измерения были проведены в отдельные месяцы, чем руководствовались при выборе дня измерений? Также необходима информация о том, устанавливается ли лед на пруду? Если да, то в какие периоды это происходило в два исследованных года?

Строка 184: необходимо привести точность и разрешение температуры воды по зонду.

Строки 305–206: «Соответственно, эта формула является предпочтительной» – какая именно формула? По уравнению Викулиной–Браславского (формула ГГИ) или по формуле Ровера? Если по уравнению Викулиной-Браславского, то непонятен этот выбор, так как по формуле Ровера значения ближе к среднемноголетним.

Строка 311: «и среднемесячные значения температуры воды» – на глубине 5 м по данным автономной станции или на поверхности по данным зондирований?

Строка 315: «Так, в июле, когда температура воды достигала 21.0–21.5°C» – на глубине 5 м (станция) или на поверхности (зондирования)? Или это осредненная за месяц температура? Но если осредненная, то это по данным автономной станции или по одному зондированию?

Строка 439: «внешняя температура воздуха определяет и термическую структуру водной толщи водоёма» – стоит убрать слово «внешняя». Кроме того, это утверждение довольно неполное. Наряду с температурой воздуха, большое влияние на термическую структуру водной толщи водоема оказывают потоки солнечной радиации, проникающие в толщу и нагревающие ее, ветер, способствующий продвижению тепла по водному столбу, различные гидродинамические процессы (внутренние волны, конвекция), способствующие передаче тепла по столбу воды. Если же обсуждать именно условия возникновения склоновой конвекции, то стоит говорить не о самой температуре воздуха, а об ее изменении в суточном цикле, о наступлении условий, когда озеро начинает терять тепло.

Строка 441: «Обобщив данные по месяцам за весь период наблюдений (2020–2024 гг.)», то есть, измерения проводили не два, а четыре года? Но в строках 16–17 в аннотации указано, что расчеты проводили по данным 2023–2024 гг. : «…и склонового температурного каскадинга, выполненных по натурным данным 2023–2024 гг.»

Строки 442–444: ледостав отсутствует на этом пруду?

Строки 445–448: непонятно, почему только в апреле «устанавливается» весенняя гомотермия? Ведь пруд нагревается в полностью перемешанном состоянии весь март? Разве нет?

Строка 452: рисунок 6 – почему на рисунке обобщенная картина? Не лучше ли привести отдельные картины для каждого из лет измерений, чтобы была видна разница между годами?

Строки 458–460: почему авторы считают, что стратификация устанавливается в мае при разнице температур по столбу воды 6.9°C? Широко используются другие пороговые значения разницы температуры по столбу воды – 1–2 °C – для даты начала стратификации, а эти условия в пруду Янтарный наступают уже в апреле, судя по рисунку 6. Публикации с критериями стратификации см. например,

Read J.S., Hamilton D.P., Jones I.D., Muraoka K., Winslow L.A., Kroiss R., Wu C.H., Gaiser E. Derivation of lake mixing and stratification indices from high-resolution lake buoy data // Environ. Model. Software. 2011. V. 26. P. 1325–1336.

Engelhardt C., Kirillin G. Criteria for the onset and breakup of summer lake stratification based on routine temperature measurements// Fundam. Appl. Limnol. 2014. V.184 (3). P. 183-194.

Строки 465–467: имеется в виду период радиационно-генерированной конвекции (повышение температуры воды в диапазоне от зимних значений до температуры максимальной плотности и связанная с этим вертикальная циркуляция)? Но тогда это не зимний период, а скорее весенний (март–начало апреля).

Строки 468–473: хорошо бы добавить градиент температуры в термоклине в летние месяцы и глубину термоклина в июне.

Строка 469: что такое абсолютный пик прогрева? Годовой максимум теплосодержания столба воды? Если так, то непонятно, почему пик прогрева в июле, ведь судя по рисунку 6, пик прогрева столба воды наступает в августе.

Строка 473: «В сентябре начинается фаза осеннего охлаждения» – осеннее охлаждение начинается после того, как пройден годовой максимум теплосодержания столба воды (когда приход тепла в водную толщу из атмосферы становится меньше его ухода из воды в атмосферу), то есть, опять же – в августе, судя по рисунку 6.

Строки 475–479: непонятен механизм сохранения стратификации в октябре–ноябре –начале декабря: в конце лета и в сентябре температура придонной воды 9–10 °C, температура верхнего слоя выше этих значений. Когда температура верхнего слоя озера понижается и достигает 9–10°C (конец октября), должна наступить осенняя гомотермия. Но этого не происходит, мы видим, что температура придонной воды (под термоклином)

продолжает понижаться и термоклин сохраняется, мне непонятен механизм этого понижения придонной температуры воды. Возможно, построение рисунка 6 для плотности с учетом распределения электропроводности по вертикали прояснило бы картину. Также возможно, что это как раз проявления каскадинга в осенний период, но этот вопрос нужно изучить подробнее.

Строки 483–484: почему «выравнивание» весной происходит не при температуре максимальной плотности? Возможно, авторы имели в виду, что весной гомотермия сохраняется дольше и водная толща продолжает оставаться в состоянии гомотермии до достижения температуры 7.4 °C? Тогда в методическом разделе нужно указать пороговое значение, которое авторы принимают за условия начала стратификации. Общепринятым является такой критерий – разница температуры по столбу воды 1–2 °C, ссылки на публикации см. выше. Также нужно дать более развернутое объяснение этого, например, тут как раз проявляется роль каскадинга – заброс теплой (относительно придонной) воды в придонные слои. В осенний период, скорее всего, также каскадинг способствует сохранению стратификации и откладывает наступление выравнивания температуры по столбу воды. То есть, можно обсудить разнонаправленную роль каскадинга в сезонном аспекте: весной – удлинение весенней гомотермии, осенью – удлинение стратификации.

Строки 484–485: «Это обусловлено различной интенсивностью теплообмена и продолжительностью периодов нагрева и охлаждения». Утверждение выглядит необоснованным, нужно привести оценки продолжительности периодов нагрева и охлаждения, а также оценки интенсивности теплообмена. Как эту интенсивность оценивали?

Строки 518–529: этот абзац целесообразнее перенести во введение, так как тут нет обсуждения с результатами авторов, а приводятся общие сведения о явлении.

Строки 623–625: возможно, каскадинг не прекратился, а просто датчик был выше той зоны, где он мог зарегистрировать резкие скачки температуры воды? Авторы сами пишут об этом в строках 619–622. В этом случае есть ли смысл сравнивать продолжительность каскадинга в разные годы и говорить о его прекращении? Кроме того, непонятно в рассуждениях авторов вот что: предположим, датчик находится в перемешанном слое выше термоклина, допустим, что каскадинг продолжается и в ночные часы происходит стекание по склону воды, температура которой должна быть ниже температуры перемешанного слоя, в этом случае датчик должен зарегистрировать это понижения температуры, когда он попадает в струю холодной воды. Значит, датчик в любом случае, даже если он находится выше термоклина, должен зарегистрировать колебания температуры. А вот пока датчик находится ниже термоклина (начало периода стратификации), он может и не зарегистрировать колебания, так как струя холодной воды может не дойти до него, а распространиться в слое термоклина.

Строки 633–634: если термоклин является преградой для каскадинга, тогда непонятно, почему при опускании термоклина ниже 5 м каскадинг не проявляется на глубине расположения датчика? Ведь датчик располагается выше термоклина в июле–августе? А охлаждение поверхности озера весной, летом, осенью происходит каждую ночь, при условии, что температура воздуха становится ниже температуры воды, и прибрежные мелководья остывают всегда быстрее центральной части, то есть, условия для появления каскадинга возникают практически каждую ночь с весны до осени.

Строки 644–645: «который обусловлен конвекцией при охлаждении поверхностного слоя воды ***до температуры максимальной плотности*** и его «проваливания» по склону». Более корректно написать «при охлаждении поверхностного слоя в диапазоне температур

до достижения температуры максимальной плотности». Ведь поверхностный слой каждую ночь не охлаждается до 3.9 °C.

Строки 648–649: «Когда поверхностный слой охлаждается до температуры, близкой к Tmd, он становится тяжелее подстилающих слоёв и теряет устойчивость». Более корректно говорить о том, что в диапазоне температур выше Tmd плотность увеличивается при понижении температуры в направлении температуры максимальной плотности, а не об охлаждении воды до температуры Tmd или близкой к ней. Ведь изменения плотности воды при изменении ее температуры, например, на 2 °C вблизи Tmd от 6 до 4 °C меньше (+0,03 кг/м^3), чем в диапазоне летних температур, например, при понижении от 20 до 18 °C (+0,41 кг/м^3). Поэтому процесс каскадинга может возникать практически каждую ночь весной–летом–осенью при условии, что озеро начинает терять тепло и теряет его более интенсивно в прибрежной зоне. А не только в начальный период установления стратификации.

Строки 657–658: «и опускалась в виде отдельных конвективных струй» – спорное утверждение, как авторы могут это доказать? Чередование периодов резкого уменьшения температуры и возвращения к исходному могут быть проявлением конвекции (не склоновой), а не периодически повторяющихся стеканий по склону холодной воды.

Строка 659: «Опираясь на многофакторный анализ данных» – что имеется в виду? Был проведен анализ одновременного влияния нескольких независимых переменных (факторов) на одну или несколько зависимых величин? Но об этом нет информации в разделе Методы. Какие именно величины и какие факторы анализировались и каким методом? MANOVA?

Строки 661–662: «термоклин отсутствует или залегает глубже 5 м» – может, залегает выше 5 м?

Строки 662–663: «и ночные температуры воздуха достаточны для охлаждения поверхности до Tmd (т.е. < 6–8 °C)». На чем базируется убежденность авторов в необходимости охлаждения температуры поверхностного слоя воды до Tmd для возникновения склоновой конвекции? Увеличение плотности воды происходит при уменьшении ее температуры в диапазоне от летних значений до Tmd, дальнейшее уменьшение температуры в диапазоне от Tmd до 0°C приводит к уменьшению ее плотности. При росте температуры воды в диапазоне от 0°C до Tmd происходит увеличение ее плотности, при дальнейшем повышении температуры воды происходит уменьшение ее плотности. Всегда, когда происходит увеличение плотности поверхностного слоя воды, и это увеличение плотности происходит быстрее у берегов, по сравнению с глубоководной частью акватории, создаются условия для развития склоновой конвекции. И весной, и летом, и осенью. Только весной и летом это происходит преимущественно в ночные часы, а осенью может происходит круглосуточно.

Строки 663–664: «Как только термоклин опускался ниже 5 м и датчик оказывался в эпилимнионе, и конвективные струи перестали его достигать». Непонятна логика рассуждений – что значит, струи перестали его достигать? Струи зарождались на глубинах ниже 5 м? Или струи заканчивались выше 5 м? Какая связь струй с положением датчика? Если можно, поподробнее объясните.

Строки 664–666: «Одновременно с этим ночные температуры воздуха поднимались выше 10–12 °C, что сделало охлаждение поверхности до Tmd невозможным». Охлаждение до Tmd не является необходимым условием для уплотнения воды, см. примеры выше. Важным является условие – озеро начинает терять тепло, что происходит тогда, когда температура воздуха становится ниже температуры поверхности озера, температура поверхности воды понижается, плотность растет и так далее.

Строки 667–670: «с различными метеорологическими условиями (умеренная весна в 2023 г. и холодная весна в 2024 г.)» – нужно привести погодные характеристики для разных лет, «интенсивность зависит от ночной температуры воздуха» – приведите результаты анализа этой связи, регрессию, корреляцию. Может, интенсивность зависит не от ночной температуры, а от разницы температур воздуха и поверхности озера?

Строки 671–676: как измерили скорость конвективный струй в пруду? Об этом не упоминается в методах. Если это сделали ранее, нужно дать ссылку или описать метод, по которому оценили скорости склоновых течений.

7–10 ч и 2–4 ч не очень хорошо согласуются.

Строки 680–682: процесс плотностной конвекции в водоемах с уклоном дна, конечно, универсальный, но имеет свою специфику в пресных водах, обусловленную наличием аномалии плотности пресной воды.

Строка 692: какой именно ключевой метео-фактор имеется в виду? Показано на качественном уровне?

Строка 714: «составляющая, впервые ***высчитанная*** для этого водоёма» – оцененная?

Строки 731–736: «Анализ многолетних межсезонных рядов» – два года это не многолетние ряды;

Почему весенняя температура происходит при 7.4 °C, а не заканчивается при этой температуре? По идее, конвекция должна охватывать всю толщу пруда от того момента, как происходит выравнивание температуры по вертикали, то есть, может начаться период весенней гомотермии при температуре 2–3 °C. С наступлением гомотермии в осенний период также есть вопросы, хотелось бы увидеть профили плотности.

Строки 740–741: непонятно – одно колебание за ночь? Или серии колебаний? Если одно, то оно продолжается 20–40 минут (как это могли установить при дискретности отсчета 20 минут?), затем восстанавливается 2–4 ч, затем опять одно колебание? Если серии колебаний, следующих друг за другом, то откуда информация про 2–4 ч восстановления? Хорошо бы привести подробно графики на 1–2 ночи, чтобы видны были эти падения и медленный рост.

Строки 742–744: «как каскадинга – опускания (или провалов) струй охлаждённой воды под действием ***конвекции***, резкого охлаждения поверхностных вод ***в результате изменения их плотности*** в ночные часы».

Под действием силы тяжести, а не под действием конвекции.

Конвекция – это явление.

Резкое охлаждение в результате изменения плотности? Тут вообще непонятно, что имели в виду.

Строки 744–745: «связан исключительно с суточным теплообменом между водной поверхностью и воздухом» – имеется в виду контактный теплообмен за счет теплопроводности? Если так, то не соглашусь, ведь в понижении температуры воды поверхностного слоя озера в ночные часы ведущую роль играют радиационные потери тепла (длинноволновое излучение озера). Также некоторую роль в понижении температуры поверхности озера играет испарение.

Строки 747–749: «что процесс каскадинга для пруда Янтарного возможен ***только*** в переходный период между весенней гомотермией и устойчивой летней стратификацией – когда термоклин отсутствует или залегает ***глубже 5 м***»

Авторы, по сути, не исследовали летний и осенний периоды, поэтому утверждение только о весеннем каскадинге несостоятельно.

По мнению авторов, если термоклин залегает на глубинах 3–4 м, каскадинг невозможен?

Строки 753–754: «Повторяемость явления в два последовательных года, но с разными метеорологическими условиями указывает его ***сезонный*** характер» – спорно.

Указывает на то, что явление регулярно, а не случайно. Но с чем связаны эти высокочастотные колебания – не могу считать, что авторы в полной мере доказали связь со склоновой конвекцией.

Резюме рецензента: рукопись необходимо доработать, расширить анализ данных, исследовать разные сезоны, а не только весенний, возможно, разбить рукопись на две независимые статьи – одна по водному балансу, вторая по склоновой конвекции или провести анализ данных для обнаружения связи между водным балансом и склоновой конвекцией.

Подпись. Рецензент № 1. 30.07.2026.

От редакции: рецензия была направлена автору.

Ответ рецензенту № 1 на рецензию от 30.07.2026 на статью автора: Д. А. Домнин «ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ПО ДАННЫМ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И МОДЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ МАЛОГО БЕССТОЧНОГО ВОДОЕМА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ»

Уважаемый Рецензент!

Большое Вам спасибо за детальное рассмотрение рукописи поданной статьи и подробные комментарии к ней. Учитывая Ваши рекомендации, из рукописи статьи были убраны разделы, связанные с процессом каскадинга. Так как замечания, связанные с направлением исследования температурного каскадинга, требуют дополнительного осмысления, в некоторых случаях и расчётов, но при этом, в новом тексте данного описания нет, то ответы даны только на общие вопросы и вопросы, связанные с водным балансом. Однако, замечания, сделанные Вами по направлению каскадинга, особо ценны и будут использованы для написания новой статьи.

Технические и стилистические корректировки сделаны по тексту на основании замечаний Рецензента. Принципиальные вопросы, требующие комментариев Авторов, отмечены ниже, исправления также внесены в текст рукописи. Отмечены жёлтым маркером.

Вопросы Рецензента	Ответы Авторов
В1. Необходимо добавить в рукопись сведения о гидрологических характеристиках пруда (например, наличие ледостава и его продолжительность) и тех изменениях, которые были выявлены ранее, и привести хотя бы в общих чертах характеристику изменений регионального климата за последние 20-30 лет, чтобы были понятны тенденции (если они есть) изменений температуры воздуха, осадков и других метеорологических характеристик, которые могут оказывать влияние на водный баланс пруда…	**О1.** Добавлены разделы 4.1 Особенности режима температуры воздуха и сумм осадков и 4.2. Образование ледового покрова.

B2. Строки 113-119: связь между первым и вторым предложениями этого абзаца слабо прослеживается. Непонятно, используется ли пруд Янтарный в хозяйственной деятельности, были ли выявлены какие-то значимые изменения его водного режима ранее, которые могли как-то препятствовать или затруднять хозяйственное использование этого водоема, что могло бы послужить обоснованием необходимости проведения углубленного изучения водного баланса этого объекта. Поскольку авторы упоминают климатические изменения гидрологических характеристик при обосновании цели исследования, необходимо добавить информацию о том, что именно уже изменилось в гидрологии пруда, выявлены ли какие-то изменения ранее, обусловленные изменением климата? Вообще в последнем абзаце введения было бы хорошо привести хотя бы некоторые сведения о том, почему в качестве объекта исследования выбран именно пруд Янтарный. Какая была рабочая гипотеза относительно склоновой конвекции в пруду? Непонятно, чем руководствовались авторы, когда выбирали расположение автономной станции (ее глубину, расстояние от берега, расположение на склоне), ведь авторы не могли заранее знать, что в пруду есть явление склоновой конвекции, что каскадинг регулярно происходит и именно в весенний период? Или целью измерений было обнаружение другого процесса?	**O2.** Во Введение добавлен текст, дополняющий актуальность работы (Строки 93–111).
B3. Строка 166: необходимо привести точность и разрешение указанных измерителей температуры и давления.	**O3.** Данные о разрешении и погрешности, полученной перед установкой, добавлены в текст (Строки 174–176).
B4. Строки 166-168: чем руководствовались при выборе места для измерительной станции (глубина, расстояние от берега, положение накарте озера). Также была бы полезна батиметрическая карта пруда.	**O4.** Обоснование выбора места установки добавлены в текст (Строки 164–172). Карта глубин пруда Янтарного и прилежащейтерритории опубликована в [Домнин и др., 20231]. На рисунок 1 в рукописи нанесены изобаты через 5 м.
B5. Строка 171: почему был установлен интервал измерений 20 минут? Какие гидрофизические процессы были ранее изучены в пруду? Оценивали ли периоды баротропной/бароклинной сейши, например? При изучении склоновой конвекции в озерах необходимо учитывать масштабы секундных- минутных турбулентных пульсаций (время развития отдельных конвективных элементов, плюмов и мелких вихрей на склоне), диссипации энергии (время разрушения кинетической энергии потока за счет вязкого трения в придонном пограничном слое). Выполнялись ли такого рода оценки при выборе шага измерений по времени? Какой период измерений на автономной станции? Два полных года? Или были перерывы в измерениях?	**O5.** Изначально, период в 20 минут определён как необходимый и достаточный для фиксирования изменений уровня воды водоёма. Периоды баротропной/бароклинной сейши не оценивались. [Ответ касается скорее раздела о термической конвекции] Оценки, связанные с таким высокочастотным изучением склоновой конвекции ранее для этого или любого водоёма региона не проводились. [Ответ касается скорее раздела о термической конвекции] Период измерений на автономной станции составил неполных 22 месяца (1 января 2023 – 18 октября 2024). Перерывов в измерениях не было. (Строки 179–181)

В6. Строка 176: рисунок 2 – такое ощущение, что панель б) перекрывает панель а), так задумано или получилось случайно? Если случайно, то нужно это исправить.	**О6.** Рисунок 2 удалён, так как он был необходим для описания термических процессов
В7. Строки 305-206: «Соответственно, эта формула является предпочтительной» – какая именно формула? по уравнению Викулиной– Браславского (формула ГГИ) или по формуле Ровера? Если по уравнению Викулиной-Браславского, то непонятен этот выбор, так как по формуле Ровера значения ближе к среднемноголетним.	**О7.** Замечание верно. Формула Ровера является предпочтительной для расчёта испарения. В текст внесена поправка. (Строки 350).
В8. Строка 311: «и среднемесячные значения температуры воды» - на глубине 5 м по данным автономной станции или на поверхности по данным зондирований?	**О8.** Среднемесячные значения температуры воды на глубине 5 м (по данным самописца). В текст внесена поправка. (Строки 357–358).
В9. Строка 315: «Так, в июле, когда температура воды достигала 21.0–21.5 °С» – на глубине 5 м (станция) или на поверхности (зондирования)? Или это осредненная за месяц температура? Но если осредненная, то это по данным автономной станции или по одному зондированию?	**О9.** В данном случае имеются в виду данные на самописце (отмечено в тексте). Кроме того, в тесте отмечено, что среднесуточная температура на глубине 5 м выше температуры поверхности на дату измерений в среднем на 0.2 °С, или 0.7 % от измеренных параметров (строка 361).
В10. Строка 714: «составляющая, впервые высчитанная для этого водоёма» – оцененная?	**О10.** Исправлено на «оцененная»

[1] Домнин Д. А., Михневич Г. С., Вершинин Д. С., Карманов К. В., Гмыря Е. И. Условия взаимодействия морских и пресных вод в системе прибрежных обводненных карьеров Юго-Восточной Балтики // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2023. Т. 165, кн. 3. С. 467–485. https://doi.org/10.26907/2542-064X.2023.3.467-485 EDN: https://www.elibrary.ru/joopwj

С уважением, авторский коллектив. 24.08.2026.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Этап № 2.

Строка 3: мне кажется, в названии более правильно «компонентов», а не «компонент», так как это же мужской род – «компонент баланса», значит, во множественном числе будет «компонентов баланса»

Строки 3–4: мне кажется, что в названии стоит переставить местами слова так: сначала «восстановление компонентов водного баланса малого бессточного водоема прибрежной зоны моря», а уже потом «по данным натурных наблюдений и модельных оценок», но это на усмотрение авторов

Строка 38: добавить «воздуха», чтобы получилось так: «рост среднегодовых температур воздуха»

Строка 57: «В особенности, малые амплитуды колебаний характерны для изолированных, часто бессточных, водоёмов озёрного типа…» Почему малые амплитуды? Имеются в виду большие амплитуды? Тем более, что в предыдущем предложении как раз подчеркивается, что в малых водоемах колебания уровня резкие.

Строки 143–144: «Основной источник питания пруда Янтарного – атмосферные осадки и подземные воды» – возможно, лучше «Основные источники питания…»? Ведь вы приводите два разных источника.

*Строка 146***:** В легенде правильнее написать для красной линии границы водосборных бассейнов или границы водосборов, а не водосборных площадей, так как водосборные площади – это числовые значения обведенных участков.

Строка 185: нужно добавить разрешение по температуре с зонда, должно быть указано в паспорте прибора. Можно посмотреть на сайте фирмы производителя. Иначе как сравнивать самописец и зонд, если неизвестна точность зонда.

Строка 190: данные по МС «Пионерский» не приводятся в работе, нужно их добавить в текст или убрать упоминание о второй станции из раздела Методы

Строки 219, 234, 246: лишние запятые после слова «где»

Строки 249–253: удивление вызывает следующее утверждение авторов: «Имея непрерывные данные о температуре воды на глубине 5 м и данные гидрологических зондирований в отдельные моменты времени, было проведено сравнение этих данных. Получено, что среднесуточная температура на глубине 5 м выше температуры поверхности на дату измерений в среднем на 0.2 °C, или 0.7 % от измеренных параметров».

Вопрос – как среднесуточная температура на глубине 5 м может быть выше температуры поверхности воды, учитывая тот факт, что зондирования наверняка выполнялись в дневные часы, когда верхний слой пруда был в большей мере нагрет за счет проникающего солнечного излучения по сравнению с глубинным слоем? Возможно, тут ошибка, и авторы имеют в виду, что на поверхности температура воды выше, чем на глубине? Или зондирования выполнялись в ночные часы, когда происходило выхолаживание верхнего слоя пруда? Тогда об этом стоит написать в разделе методы.

Допущение авторов правомерно только в моменты быстрого охлаждения озера, глубокой осенью. Для лета такое допущение вряд ли правомерно.

Строка 276: возможно, в название этого раздела стоит добавить слова, характеризующие пункты 4.1 и 4.2, ведь погодные условия и ледовый режим – это не водный баланс пруда

Строка 278–279: «За 25-летний период (2001–2025 гг.) среднемесячная температура воздуха составила 9.3 °C (рисунок 2)». – Меня смущает слово «среднемесячная» в этом предложении. Тут более правильно написать не среднемесячная температура, а, например, так: «За 25-лений период (2001–2025 гг.) средняя температура воздуха составила 9.3 °C».

Строка 282: «Выявлен положительный тренд (+0.06 °C/год, т. е. ~1.5 °C за 25 лет)». Надо добавить «…тренд среднегодовой температуры воздуха». Тренд статистически значим? Стоит привести оценку значимости тренда, добавить p-значение.

Строка 283: «Экстремально тёплые зимы были в январе 2006 г.…» тут лучше заменить «теплые зимы» на «теплые погодные условия»

*Строка 289***:** «Разброс сумм осадков варьировал от 380 мм (2022 г.) до 780 мм (2001 г.)…», тут надо добавить «разброс годовых сумм осадков…»

Строки 311–312: «В целом, формирование льда начинается только во второй половине январяе – начале февраля, но не каждую зиму, а время ледостава составляет 1–3 недели».

Стоит заменить «время ледостава» на «продолжительность ледостава»

Строки 397–398: «Но, имея данные о колебании уровня, подземный сток/отток будет представлен в виде невязки для следующего уравнения (7)». В разделе Методы не описана процедура включения колебаний уровня пруда (по данным самописца) в уравнение водного баланса. Непонятно, вводилась ли поправка на атмосферное давление?

Строка 407: подрисуночная подпись – запятая не нужна

Строки 502–503: «приток подземных вод была +130 мм» была заменить на был

Строка 678: RECONSTRUCTION OF WATER BALANCE COMPONENTS BASED ON FIELD 677 OBSERVATIONS AND MODEL ESTIMATES FOR A SMALL CLOSED COASTAL 678 LAKES – одно озеро, нужно использовать слово в единственном числе

Рукопись может быть опубликована после внесения исправлений. Повторная рецензия не требуется!

Подпись. Рецензент № 1. 31.08.2026.

От редакции: повторная рецензия была направлена автору.

Ответ рецензенту № 1 на Повторную рецензию от 31.08.2026 на статью автора: Д. А. Домнин «ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ВОДНОГО БАЛАНСА ПО ДАННЫМ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И МОДЕЛЬНЫХ ОЦЕНОК ДЛЯ МАЛОГО БЕССТОЧНОГО ВОДОЕМА ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ МОРЯ».

Уважаемый Рецензент!

Большое Вам спасибо за детальное рассмотрение рукописи поданной статьи и подробные комментарии к ней. Технические и стилистические корректировки сделаны по тексту на основании замечаний Рецензента. Принципиальные вопросы, требующие комментариев Авторов, отмечены ниже, исправления также внесены в текст рукописи. Отмечены жёлтым маркером.

Вопросы Рецензента	Ответы Авторов
В1. Строка 3: мне кажется, в названии более правильно «компонентов», а не «компонент», так как это же мужской род – «компонент баланса», значит, во множественном числе будет «компонентов баланса»	**О1.** Принято, исправлено
В2. Строки 3-4: мне кажется, что в названии стоит переставить местами слова так: сначала «восстановление компонентов водного баланса малого бессточного водоема прибрежной зоны моря», а уже потом «по данным натурных наблюдений и модельных оценок», но это на усмотрение авторов	**О2.** Возможно, но уже оформлено экспертное заключение, и его переделка сейчас затруднительна
В3. Строка 38: добавить «воздуха», чтобы получилось так: «рост среднегодовых температур воздуха»	**О3.** Принято, исправлено
В4. Строка 57: «В особенности, малые амплитуды колебаний характерны для изолированных, часто бессточных, водоёмов озёрного типа…» Почему малые амплитуды?	**О4.** Принято, исправлено

Имеются в виду большие амплитуды? Тем более, что в предыдущем предложении как раз подчеркивается, что в малых водоемах колебания уровня резкие.	
В5. Строки 143-144: «Основной источник питания пруда Янтарного – атмосферные осадки и подземные воды» – возможно, лучше «Основные источники питания…»? Ведь вы приводите два разных источника.	**О5**. Принято, исправлено
В6. Строка 146: В легенде правильнее написать для красной линии границы водосборных бассейнов или границы водосборов, а не водосборных площадей, так как водосборные площади – это числовые значения обведенных участков.	**О6.** Принято, исправлено
В7. Строка 185: нужно добавить разрешение по температуре с зонда, должно быть указано в паспорте прибора. Можно посмотреть на сайте фирмы производителя. Иначе как сравнивать самописец и зонд, если неизвестна точность зонда.	**О7.** Принято, добавлено
В8. Строка 190: данные по МС «Пионерский» не приводятся в работе, нужно их добавить в текст или убрать упоминание о второй станции из раздела Методы	**О8.** *О7.* Принято, удалено
В9. Строки 219, 234, 246: лишние запятые после слова «где»	**О9.** Принято, исправлено
В10. Строки 249-253: удивление вызывает следующее утверждение авторов: «Имея непрерывные данные о температуре воды на глубине 5 м и данные гидрологических зондирований в отдельные моменты времени, было проведено сравнение этих данных. Получено, что среднесуточная температура на глубине 5 м выше температуры поверхности на дату измерений в среднем на 0.2 °C, или 0.7 % от измеренных параметров». Вопрос – как среднесуточная температура на глубине 5 м может быть выше температуры поверхности воды, учитывая тот факт, что зондирования наверняка выполнялись в дневные часы, когда верхний слой пруда был в большей мере нагрет за счет проникающего солнечного излучения по сравнению с глубинным слоем? Возможно, тут ошибка, и авторы имеют в виду, что на поверхности температура воды выше, чем на глубине? Или зондирования выполнялись в ночные часы,	**О10.** Ошибка. Исправлено. Но в зимние месяцы температура на поверхности действительно была ниже, чем на глубине.

когда происходило выхолаживание верхнего слоя пруда? Тогда об этом стоит написать в разделе методы. Допущение авторов правомерно только в моменты быстрого охлаждения озера, глубокой осенью. Для лета такое допущение вряд ли правомерно.	

С уважением, авторский коллектив. 03.09.2026.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.
От редакции: все замечания устранены, повторное рецензирование не требуется. 03.09.2026.