



АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ВЕРТИКАЛЬНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ ВОД ОКЕАНСКОЙ ТОЛЩИ

Л.А. Краснодубец^{1,2}

¹Севастопольский государственный университет,
РФ, г. Севастополь, ул. Университетская, 33

²Институт природно-технических систем, РФ, г. Севастополь, ул. Ленина, 28
E-mail: lakrasno@gmail.com

Представлено алгоритмическое обеспечение для построения характеристик вертикальной стратификации океанской толщи. Полученные характеристики – распределения полной и термохалинной вертикальной устойчивости водных слоёв и частоты Вьяйсяля-Брента термохалинных колебаний, а также распределения плотности морской воды и локальной скорости звука в водной среде как функции гидростатического давления. Приведены результаты компьютерного моделирования в виде графиков соответствующих распределений, полученных в результате применения предложенного алгоритмического обеспечения.

Ключевые слова: алгоритм, стратификация, вертикальная устойчивость, частота Вьяйсяля-Брента, зонд-профилограф, плотность морской воды, скорость звука, компьютерное моделирование.

Поступила в редакцию: 06.02.2023.

Введение. Определяющее влияние Мирового океана как мощной энергетической системы на атмосферные явления, формирующие погоду и климат на Земле, требует непрерывных наблюдений за его состоянием и, в частности, за текущей динамикой процессов в океанской толще, имеющей сложную слоистую структуру, образовавшуюся в результате вертикальной стратификации водных масс с различной плотностью [1]. Как показали исследования, такое строение океанской толщи стало причиной возникновения различных процессов и явлений, например, глубинных волн, локальных зон океанской среды с большими значениями градиента плотности морской воды (пикноклины), вертикальное перемешивание водных масс и вихревые течения [2–4].

Для оценки динамики процессов в океанской толще введены характеристики стратификации морской воды – вертикальная устойчивость вод и частота Вьяйсяля-Брента (частота плавучести). Выяснение вертикальной устойчивости и ее изменения во времени и пространстве имеют большое значение при исследовании водных масс Мирового океана. По распределению вертикальной

устойчивости можно судить о расположении слоя с резкими изменениями плотности – слоя скачка плотности (пикноклина) и условиях существования в нём скоплений зоопланктона, об условиях для эффективной работы гидроакустических рыбопоисковых систем, о границах водных масс различного происхождения, глубине распространения конвекции и других процессах. По распределению частоты Вьяйсяля-Брента можно судить о наличии и параметрах внутренних волн, а также о вероятном расположении косяков промысловой рыбы [5].

В настоящее время характеристики стратификации океанской толщи находят по свежим данным измерений её вертикального профиля путём многоступенчатой процедуры, включающей экспериментальные профильные измерения в районе океанографической станции и последующие вычисления искомым характеристик вертикальной стратификации морских вод. Подобные вычисления, как правило, выполняются в лабораторных условиях после завершения эксперимента, на что требуется дополнительное время. Поэтому разработка новых методов и алгоритмов, обеспечивающих

построение характеристик вертикальной стратификации в процессе эксперимента, исключая этапы постобработки, является задачей своевременной и актуальной.

Целью статьи является разработка алгоритмического обеспечения для автоматического построения основных характеристик вертикальной стратификации океанской толщи в режиме, близком реальному времени, непосредственно в процессе эксперимента по профилированию с помощью автономного морского зонда (профилографа), выполняющего свободное вертикальное движение (погружение) в стратифицированной водной среде.

Данные и методы. В настоящее время для оценки условий слоистой структуры океанской толщи используются характеристики стратификации – термохалинная вертикальная устойчивость и частота Вьяйсяля-Брента (частота плавучести). Для построения этих характеристик в виде распределений как функций гидростатического давления разработаны несколько методов, рассмотрение которых приведено в [6].

Метод Т. Хессельберга и Х. Свердрупа используется для оценки термохалинной вертикальной устойчивости, которая выражается через градиенты измеренных *in situ* солёности и температуры по давлению окружающей среды и вычисляется по формуле [6]

$$E_{\theta,s} = g \left[\frac{\partial \rho}{\partial S} \frac{dS}{dp} + \frac{\partial \rho}{\partial T} \frac{dT}{dp} \right], \quad (1)$$

где g – ускорение свободного падения; ρ и S – плотность и солёность морской воды *in situ*; p – гидростатическое давление; T – температура *in situ*; θ – потенциальная температура.

Потенциальная температура определяется из соотношения $T = \theta + \Delta T_a$, где ΔT_a – адиабатическая поправка.

Ранее градиенты в формуле (1) определялись относительно глубины z , однако, по предложению М. Поллака, их стали выражать через гидростатическое

давление p . Это объясняется тем, что современные океанографические приборы определяют характеристики морской воды в океанской толще как функции давления. Если учесть сжимаемость морской воды, то такая замена вертикальной координаты имеет преимущества и с физической точки зрения [7].

Один из способов реализации метода Т. Хессельберга и Х. Свердрупа состоит в следующем.

Данные для соотношения (9) формируются по результатам профильных измерений океанской толщи, выполненных при помощи *CTD*-зондов, производимых большим числом компаний, в соответствии со следующим алгоритмом.

На первом этапе выполняются непосредственные измерения *in situ* следующих гидрологических характеристик: температуры, удельной (относительной) электрической проводимости и гидростатического давления морской воды.

На втором этапе по найденным гидрологическим характеристикам вычисляется абсолютная солёность. На третьем этапе по формуле Кельвина с помощью эмпирических соотношений для удельной теплоемкости и уравнения состояния морской воды TEOS-10 рассчитывается адиабатический градиент температуры.

На четвёртом этапе производится расчёт потенциальной температуры при помощи численной процедуры.

На пятом этапе по данным измерений *in situ* температуры, гидростатического давления и соответствующего значения абсолютной солёности при помощи уравнения состояния морской воды выполняется расчёт плотности.

На заключительном этапе в соответствии с формулой (1) завершается построение искомой характеристики в виде распределения термохалинной вертикальной устойчивости как функции гидростатического давления. При этом распределение частоты Вьяйсяля-Брента как функция гидростатического давления и соответствующий период термохалинных колебаний вычисляются по найденной термохалинной вертикальной устойчивости при помощи соотношений

$$N_{\theta,s}^2 = gE_{\theta,s}, T_{\theta,s} = 2\pi / N_{\theta,s} \quad (2)$$

Размерность величины $N_{\theta,s}$ – [рад/с], но в океанологии частоту $N_{\theta,s} / 2\pi$ принято измерять в *циклах в час* [8].

Недостатком рассмотренного способа является его многоступенчатость, что делает необходимым использование нескольких вычислительных процедур, требующих существенных затрат времени на построение искомой характеристики.

Другим недостатком этого метода является погрешность определения плотности, которая зависит от погрешности измерения температуры морской воды и погрешности вычисления солёности, которая, в свою очередь, определяется по измерениям электрической проводимости так же с конечной погрешностью. При этом следует иметь в виду, что уравнение состояния справедливо для известных океанских регионов. Применение уравнения состояния для конкретных морей требует корректировки коэффициентов этого уравнения.

Способ построения распределения термохалинной вертикальной устойчивости, который предусматривает меньшее число вычислительных процедур, предложен в [6]. Однако, для вычислений в режиме, близком реальному времени, он не подходит, так как в его вычислительной схеме используется численная процедура, реализующая метод Рунге-Кутты четвёртого порядка, которая используется для вычисления ординат потенциальной температуры.

Известен метод М. Поллака, который основан на представлении зависимости адиабатического градиента плотности от скорости звука. В таком случае выражение для термохалинной вертикальной устойчивости принимает вид [6]

$$E_{\theta,s} = g \left[\frac{d\rho}{d\rho} - \frac{1}{C^2} \right], \quad (3)$$

где C – скорость звука в морской воде при гидростатическом давлении p ,

плотности морской воды ρ и ускорении свободного падения g .

Поскольку переменные, входящие в соотношение (3), являются результатами динамических измерений, представленных в цифровой форме в виде дискретных последовательностей, то представим (3) следующим образом

$$E_{\theta,s} = g \left[\frac{\Delta\rho}{\Delta p} - \frac{1}{C^2} \right], \quad (4)$$

где $\Delta\rho$ и Δp – приращения соответственно плотности морской воды и гидростатического давления.

Выполненный сравнительный анализ рассмотренных трёх методов [9] показал самую низкую эффективность способа построения характеристик стратификации по методу М. Поллака из-за большого числа вычислений в сравнении с двумя другими способами. Однако, при прямом измерении плотности морской воды *in situ* способ (4) становится эффективным, так как позволяет последовательно вычислять ординаты $E_{\theta,s}$ в темпе поступления синхронизированных измерений гидростатического давления, локальной скорости звука в окружающей морской воде, а также приращений плотности и гидростатического давления. Это позволяет за время профилирования (время погружения зонда до точки возврата для всплытия на водную поверхность) построить массивы ординат термохалинной вертикальной устойчивости и частоты Вайсяля-Брента.

Таким образом, организовав синхронное измерение плотности морской воды, локальной скорости звука и гидростатического давления, а также обработку данных измерений в соответствии с (4) непосредственно в процессе их поступления от измерительных каналов, можно сформулировать соответствующий алгоритм экспресс-анализа.

Алгоритм экспресс-анализа условий вертикальной стратификации океанской толщи предназначен для вычисления основных характеристик стратифи-

кации океанской толщи (термохалинной вертикальной устойчивости вод и частоты Вьясяля-Брента термохалинных колебаний) в реальном времени по текущим значениям приращений плотности морской воды $\Delta\rho$ и гидростатического давления Δp , а также локальной скорости звука в окружающей морской воде, которые поступают от бортовой информационно-измерительной системы морского автономного зонда, где они формируются в результате динамических измерений *in situ* непосредственно в процессе профилирования – вертикального движения (погружения) его корпусной части.

Таким образом, формирование элементов (ординат) характеристик вертикальной стратификации океанской толщи можно представить в виде алгоритмической структуры, где центральное место занимает циклический алгоритм, при помощи которого в основном цикле выполняются вычисления текущих ординат характеристик стратификации, соответствующих текущему гидростатическому давлению, в два этапа.

На первом этапе выполняются следующие операции:

1) вычисление по данным траекторных измерений параметров вертикального движения корпусной части морского автономного зонда текущего значения приращения плотности морской воды и его сохранение в памяти бортовой информационно-измерительной системы;

2) измерение и сохранение текущего значения локальной скорости звука в окружающей морской воде;

3) измерение и сохранение текущего значения гидростатического давления, соответствующего текущему положению корпусной части морского автономного зонда в процессе его погружения;

4) вычисление и сохранение текущего значения приращения гидростатического давления относительно предыдущего измерения.

Цифровые массивы измерений для скорости звука в морской воде и гидростатического давления *in situ* могут формироваться при помощи соответ-

ствующих датчиков и сохраняться в запоминающем устройстве практически в режиме реального времени.

Для формирования цифрового массива измерений приращений плотности морской воды *in situ*, выполненных синхронно с измерениями скорости звука, воспользуемся методом [10].

В основе этого метода лежит математическое описание процесса динамического измерения плотности морской воды ρ и её приращения $\Delta\rho$ как функций гидростатического давления p в форме дифференциального уравнения, описывающего вертикальное движение (погружение) в стратифицированной океанской среде корпусной части автономного морского зонда с известными формой и размерами.

По аналогии с [10] процесс динамических измерений приращения плотности морской воды $\Delta\rho$ как функции гидростатического давления p представим в следующем обновлённом виде:

$$\Delta\rho(p) = -\frac{\rho^0}{g}[\ddot{p}(t) + a\dot{p}(t)^2 - g], \quad (5)$$

$$t_0 = 0; \quad p(t_0) = p_0; \quad \dot{p}(t_0) = \dot{p}_0. \quad (6)$$

где ρ^0 – плотность морской воды, измеренная на поверхности перед погружением зонда (или среднестатистическое значение плотности морской воды для конкретного региона); g – ускорение свободного падения на широте станции

измерения профиля; $a = \frac{C_x S_m}{2V}$ – кон-

структивный параметр, зависящий от коэффициента лобового сопротивления C_x , площади поперечного сечения S_m и объёма V корпусной части автономного зонда.

В соответствии с методом [10] данные непосредственных измерений текущих значений $\ddot{p}(t)$ и $\dot{p}(t)$ – вертикальных составляющих ускорения и скорости изменения забортного гидростатического давления передаются в специаль-

ную цифровую динамическую модель, построенную на базе конечно-разностного уравнения, соответствующего (5). Модель включается с началом профилирования при начальных условиях (6) и работает в режиме, близком реальному времени, в течение всего периода профилирования, формируя на выходе значения текущего приращения плотности морской воды $\Delta\rho$ в зависимости от текущего значения гидростатического давления.

На втором этапе выполняется обработка данных, полученных в результате первого этапа, с целью вычисления ординат основных характеристик вертикальной стратификации океанской толщи – термохалинной вертикальной устойчивости вод и частоты Вайсяля-Брента термохалинных колебаний для текущего гидростатического давления.

В качестве рабочей формулы для построения ординат искомым характеристик используем соотношение (4), которое преобразуем к следующему виду

$$E_{\theta,s} = g \left[\frac{\Delta\rho}{\Delta p} - \frac{1}{C^2} \right] = E - \frac{g}{C^2}, \quad (7)$$

$$\text{где } E = g \frac{\Delta\rho}{\Delta p}. \quad (8)$$

Выражение (8) определяет [6] полную вертикальную устойчивость вод.

Для определения ординаты термохалинной устойчивости вод в соответствии с формулами (7) и (8) следует сначала вычислить ординату полной вертикальной устойчивости вод E и результат отношения $\frac{g}{C^2}$, а затем найти их разность в соответствии с (7). В таком случае операция вычитания будет проводиться с числами одного порядка.

Как следует из формулы (7), для построения искомым характеристик стратификации следует построить три цифровых массива (или один трёхмерный) соответственно для приращения плотности морской воды, скорости звука в этой

воде и гидростатического давления, при котором выполнялись измерения.

Таким образом, для построения распределения термохалинной вертикальной устойчивости как функции гидростатического давления необходимо выполнить последовательность синхронных измерений *in situ* приращений плотности морской воды $\Delta\rho$ и гидростатического давления Δp , а также локальной скорости звука C в морской воде, при гидростатическом давлении p . Полученные в результате массивы данных следует использовать в соответствии с формулой (7) для построения искомого распределения термохалинной устойчивости вод. При этом массив соответствующего распределения частоты Вайсяля-Брента $N_{\theta,s}$ можно строить параллельно при помощи соотношений (2).

Таким образом, на первом этапе осуществляется формирование данных измерений, а на втором этапе выполняется их обработка, цель которой – оперативное вычисление числовых массивов ординат характеристик вертикальной стратификации, называемых некоторыми авторами распределениями. Другими словами, процесс, порождаемый двухэтапной циклической процедурой вычисления ординат искомым характеристик, можно представить, как экспресс-анализ условий стратификации океанской толщи.

Предложенный алгоритм можно положить в основу программного обеспечения для бортового компьютера, при помощи которого можно выполнять построение дискретных цифровых массивов характеристик стратификации океанской толщи как дискретных функций, определённых на множестве дискретных значений гидростатического давления в ходе процесса погружения зонда (то есть в реальном масштабе времени) по текущим дискретным измерениям траекторных параметров его вертикального движения, поступающих дискретно во времени от бортовой навигационной системы с периодом T_d , обеспечивающим режим работы в реальном времени.

Обсуждение результатов компьютерного моделирования, выполненного в среде MATLAB, с помощью имитационной модели многоцелевой информационно-измерительной системы [9], с установленным программным обеспечением, реализующим предложенный алгоритм, в среде MATLAB и представленных в виде графиков, проведём на основе анализа иллюстраций характеристик вертикальной стратификации вод для района Чёрного моря.

На рис. 1 и рис. 2 соответственно представлены результаты работы подсистемы измерений в виде профилей плотности морской воды и локальной скорости распространения звука в этой воде.

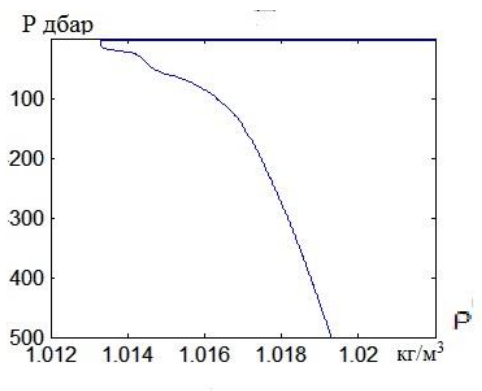


Рис. 1. Профиль плотности морской воды
Fig. 1. Seawater density profile

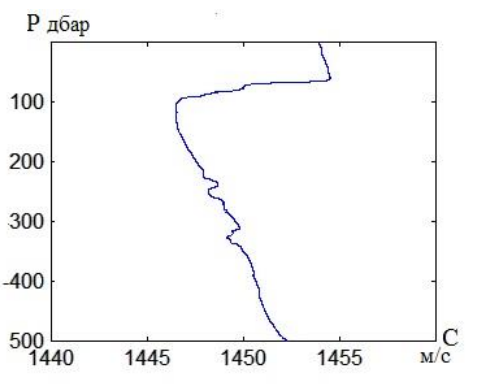


Рис. 2. Профиль скорости звука в воде
Fig. 2. Profile of the speed of sound in a water

Получаемые данные профильных измерений используются подсистемой экспресс-анализа непосредственно в ходе их поступления. Результаты работы этой подсистемы представлены на рис. 3 и рис. 4 в виде графиков распределения

термохалинной вертикальной устойчивости вод $E_{\theta,s}$ и соответствующего распределения частоты Вэйсяля-Брента $N_{\theta,s}$ термохалинных колебаний в исследуемой стратифицированной океанской толще как функций гидростатического давления.

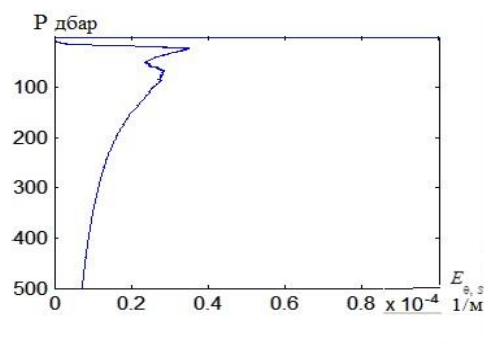


Рис. 3. Распределение вертикальной устойчивости вод
Fig. 3. Vertical stability distribution of the water

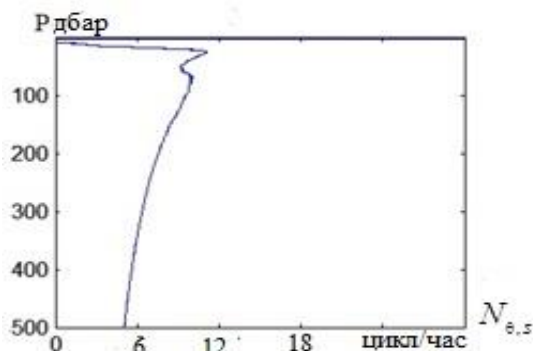


Рис. 4. Распределение частоты Вэйсяля-Брента
Fig. 4. Väisälä-Brunt frequency distribution

Сравнительный анализ полученных графиков характеристик вертикальной стратификации морских вод с опубликованными [6, 8] свидетельствует, что результаты экспресс-анализа с помощью предложенного алгоритмического обеспечения по форме и диапазону значений близки характерным для данной области исследований.

Следует отметить, что в некоторых случаях, например, для оценки бароклинного радиуса деформации Россби, достаточно определить только среднее

по глубине значение частоты Вайсяля-Брента. В таких случаях свойство сжимаемости океанской среды можно не учитывать [8], полагая в формуле (7) равным нулю слагаемое, содержащее скорость звука. При этом частота Вайсяля-Брента будет выражаться через полную вертикальную устойчивость, что существенно упростит её вычисление, так как канал для измерения скорости звука при этом можно отключить.

Заключение. Построенные с помощью предложенного алгоритмического обеспечения в ходе компьютерного моделирования распределения термохалинной вертикальной устойчивости вод и соответствующей частоты Вайсяля-Брента представлены как функции гидростатического давления. Это позволило упростить их вычисление и в отличие от практикуемого в настоящее время многоэтапного способа, основанного на применении метода Т. Хессельберга и Х. Свердруп для построения характеристик стратификации по данным измерений температуры, давления, электропроводимости, а также расчёта на этой основе солёности и плотности морской воды, регламентированных стандартом WOCE, предлагается использовать способ, основанный на применении метода динамического измерения вертикальных профилей плотности морской воды ρ и её приращения $\Delta\rho$

Применение предложенного алгоритмического обеспечения для разработки программного комплекса реального времени бортового компьютера автономного морского зонда-профилографа позволит за время одного сеанса профилирования в режиме экспресс-анализа строить числовые массивы распределений характеристик стратификации, а также плотности морской воды и локальной скорости звука в этой воде. Это даст возможность расширения измерительной базы для оперативной океанологии в области исследований динамических свойств океанской толщи.

Работа выполнена по госбюджетной теме ИПТС № госрегистрации

121122300070-9 "Разработка новых средств и измерительных информационных технологий исследований природных вод".

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров К.Н. Тонкая термохалинная структура вод океана. Л.: Гидрометеоиздат. 1976. 184 с.
2. Егоров Н.И. Физическая океанография. Л.: Гидрометеоиздат. 1974. 456 с.
3. Зеленько А.А. Оперативная океанология: моделирование, мониторинг и прогнозирование гидрофизических полей Мирового океана: Дис. ... д-ра физ.-мат. наук. Севастополь. 2018. 251 с.
4. Букатов А.А., Павленко Е.А., Соловей Н.М. Региональные особенности распределения частоты Вайсяля – Брента в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском. Морской гидрофизический журнал. 2019. Том 35. № 5. С. 437–448.
5. Родин А.В. Океанологические процессы и промысловые скопления пелагических рыб: дис. ... д-ра географ. наук. С-Пб. 2000. 259 с.
6. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды, учеб. пособие для вузов. 2-е изд. М.: Изд-во Юрайт. 2020. 216 с.
7. Мамаев О.И. Морская турбулентность. М.: Изд-во МГУ. 1970. 204 с.
8. Stewart Robert H. Introduction To Physical Oceanography. Independent Publishing Platform. 2014. 354 p.
9. Millard R.C., Owens W.B., Fofonoff N.P. On the calculation of the Brunt-Vaisala frequency. Deep-Sea Res., 1990, Vol. 37, № 1, pp. 167–181.
10. Краснодубец Л.А. Метод определения вертикального профиля плотности морской воды на основе измерений параметров движения неуправляемого автономного зонда // Системы контроля окружающей среды. 2017. № 10. С. 8–15.
11. Краснодубец Л.А. Многоцелевая информационно-измерительная система для вертикального профилирования океанской среды. Системы контроля окружающей среды. 2021. № 1 (43). С. 54–60. DOI: 10.33075/2220-5861-2021-1-54-60.

ALGORITHMIC SUPPORT OF THE SYSTEM FOR EXPRESS ANALYSIS OF VERTICAL STRATIFICATION OF OCEAN WATER

L.A. Krasnodubets^{1,2}

¹Sevastopol State University, RF, Sevastopol, Universitetskaya St., 33

²Institute of Natural and Technical Systems, RF, Sevastopol, Lenin St., 28

Algorithmic support for constructing the characteristics of the vertical stratification of the ocean stratum is presented. The characteristics obtained are the distributions of the total and thermohaline vertical stability of water layers and the Väisälä-Brunt frequency of thermohaline oscillations, as well as the distribution of seawater density and local sound velocity in the aquatic environment as a function of hydrostatic pressure. The results of computer simulation are presented in the form of graphs of the corresponding distributions obtained as a result of the proposed algorithmic support.

Keywords: algorithm, stratification, vertical stability, Väisälä-Brunt frequency, profiling probe, seawater density, sound speed, computer simulation.

REFERENCES

1. *Fedorov K.N.* Tonkaya termokhalinnaya struktura vod okeana (Fine thermohaline structure of ocean waters). L.: Gidrometeoizdat, 1976, 184 p.
2. *Yegorov N.I.* Fizicheskaya okeanografiya (Physical oceanography). L.: Gidrometeoizdat, 1974, 456 p.
3. *Zelen'ko A.A.* Operativnaya okeanologiya: modelirovaniye, monitoring i prognozirovaniye gidrofizicheskikh poley Mirovogo okeana (Operational oceanology: modeling, monitoring and forecasting of the hydrophysical fields of the World Ocean. Dis. d-ra phys.-math. thesis). Sevastopol, 2018, 251 p.
4. *Bukatov A.A., Pavlenko Ye.A., Solovey N.M.* Regional'nyye osobennosti raspredeleniya chastoty Vyaysyalya–Brenta v moryakh Laptevykh i Vostochno-Sibirskom (Regional Features of the Väisälä-Brent Frequency Distribution in the Laptev and East Siberian Seas). *Morskoy gidrofizicheskiy zhurnal*, 2019. Vol. 35, No. 5, pp. 437–448.
5. *Rodin A.V.* Okeanologicheskiye protsessy i promyslovyye skopleniya pelagicheskikh ryb (Oceanological processes and commercial concentrations of pelagic fish. Dis. d-ra geograf. thesis). S-Peterburg, 2000, 259 p.
6. *Arhipkin V.S., Dobrolyubov S.A.* Okeanologiya. Fizicheskiye svoystva morskoy vo-dy (Oceanology. Physical properties of sea water). Moscow: Izd-vo Yurayt, 2020, 216 p.
7. *Mamayev O.I.* Morskaya turbulentsnost' (Marine turbulence). Moscow: Izd-vo MGU. 1970. 204 p.
8. *Stewart Robert H.* Introduction to Physical Oceanography. Independent Publishing Platform. 2014, 354 p.
9. *Millard R.C., Owens W.B., and Fofonoff N.P.* On the calculation of the Brunt-Vaisala frequency. *Deep-Sea Res.*, 1990, Vol. 37, No. 1, pp. 167–181.
10. *Krasnodubets L.A.* Metod opredeleniya vertikal'nogo profilya plotnosti morskoy vody na osnove izmereniy parametrov dvizheniya neupravlyayemogo avtonomnogo zonda (Method of determining the vertical profile of seawater density on the basis of measurements of the parameters of the movement of the uncontrollable autonomous probe). *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy*, 2017, No. 10, pp. 8–15.
11. *Krasnodubets L.A.* Mnogotslevaya informatsionno-izmeritel'naya sistema dlya vertikal'nogo profilirovaniya okruzhayushchey sredy (Multipurpose information-measuring system for vertical profiling of the ocean environment). *Sistemy kontrolya okruzhayushchey sredy*, 2021, No. 1 (43), pp. 54–60. DOI: 10.33075/2220-5861-2021-1-54-60.