



ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЯПУШКИ (*COREGONUS ALBULA* (L.)) ОЗЕРА ВИШТЫНЕЦКОГО ЛЕТОМ 2022 ГОДА

А.И. Гудим, студент,

e-mail: tucano1256@mail.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

А.В. Алдушин, канд. биол. наук, доц.,

e-mail: aldushin@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В работе представлены результаты гидроакустической оценки вертикального распределения ряпушки оз. Виштынецкого за 2022 г. На вертикальное распределение данного вида оказывают влияние как абиотические, так и биотические факторы, которые могут проявляться неодинаково в разных частях акватории водоема. Полученные результаты и проведенный сравнительный анализ вертикального распределения ряпушки оз. Виштынецкого в четырех зонах, на которые условно была поделена акватория озера, позволили оценить различия в ее распределении в толще воды.

Ключевые слова: *ряпушка, оз. Виштынецкое, гидроакустический метод, вертикальное распределение, пространственный анализ*

ВВЕДЕНИЕ

Европейская ряпушка оз. Виштынецкого является важным промысловым объектом, однако в настоящее время ее вылов не превышает 2 т [2]. Исследования прошлых лет, проводимые кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры, показали, что ее численность находится на достаточном уровне, способным обеспечить вылов порядка 18 т, и в настоящее время существует потребность в увеличении уловов данного вида. [1].

Одним из подходов к решению данной проблемы и увеличению уловов данного вида промысловыми организациями может являться определение оптимальных с точки зрения формирования наибольших концентраций диапазонов глубин для разных участков акватории водоема, которые могут быть рекомендованы для ведения промысла. Ввиду того, что ряпушка является представителем пелагического сообщества рыб и в ночное время суток образует многочисленные скопления в толще воды [1], для решения указанной задачи был применен гидроакустический метод исследования, который позволил в сжатые сроки получить сведения о ее вертикальном распределении. Учитывая, что термические условия, оказывающие влияние на вертикальное распределение ряпушки, в разных частях водоема могут отличаться от года к году [3, 4], средствами геоинформационных систем был проведен пространственный сравнительный анализ вертикального распределения ряпушки в разных частях акватории оз. Виштынецкого.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования настоящей работы является европейская ряпушка (*Coregonus albula*, (L., 1958)) оз. Виштынецкого.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы – изучение вертикального распределения ряпушки в разных частях акватории оз. Виштынецкого по данным 2022 г.

Задачи исследования: провести ночную гидроакустическую съемку; обработать полученные эхограммы программой камеральной обработки данных с целью получения пространственно-распределенных количественных характеристик плотностей скоплений ряпушки; определить средние концентрации ряпушки по диапазонам глубин для выделенных участков акватории озера; дать сравнительную оценку вертикального распределения ряпушки по акватории водоема.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалом для настоящей работы послужили данные ночной гидроакустической съемки за 2022 г. Съемка проводилась программно-аппаратным комплексом АсКор [5] в ночное время суток, когда ряпушка совершает вертикальные миграции со дна в толщу воды для обеспечения пищей и образует множественные скопления [6].

Гидроакустическая съемка состояла из следующих этапов: сбор информации, камеральная обработка данных эхограмм, анализ полученных результатов обработки, в том числе пространственный анализ средствами геоинформационных систем. Этап сбора включал запись гидроакустической информации в виде файлов эхограмм при следовании лодки с установленным на ней комплексом АсКор по заранее определенному маршруту галсами по типу «меандра» (Рисунок 1).

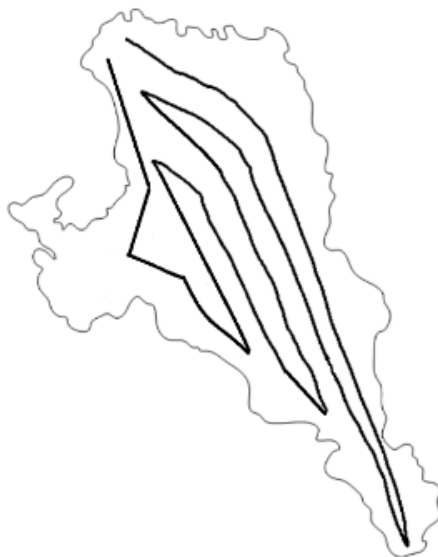


Рисунок 1 - Схема галсов по типу «меандра» (ориг. рисунок)

Всего в ходе проведения съемки было записано пять файлов. На втором этапе каждый файл эхограммы разбивается программой обработки данных на кадры, по которому формируются количественные характеристики плотности обнаруженных гидроакустическим комплексом скоплений рыб. Всего было обработано 577 кадров по частоте 200 кГц. Ввиду того, что средствами гидроакустики при проведении съемки могут захватываться и другие представители рыбного населения оз. Виштынецкого, для того чтобы избежать учета донных рыб для каждого кадра вручную выполнялась корректировка линии дна, которая устанавливалась на расстоянии 2-3 м выше реального его положения. С целью получения информации о вертикальном распределении ряпушки каждый кадр обрабатывался по отдельным диапазонам глубин (0-5 м, 5-10 м и т.д.). Результаты обработки второго этапа включают в себя значения плотностей ряпушки и их пространственную привязку. Полученная в ходе обработки файлов информация записывалась в текстовые файлы для последующей обработки средствами электронных таблиц Microsoft Excel.

С целью визуализации и пространственного анализа полученных пространственно-распределенных значений фиксируемых гидроакустических показателей был использован программный продукт QGIS, относящийся к семейству географических информационных систем. Поскольку файлы, полученные при обработке эхограмм, содержат информацию о координатах места и величине плотности скоплений в нем по каждому диапазону глубин, это позволило использовать эти данные для визуализации обработанных программой камеральной обработки кадров в виде слоя точечных объектов ГИС. При этом результаты обработки каждого кадра представлены в таблице атрибутов данного слоя, где отображается плотность скоплений по каждому слою глубин (Рисунок 2).

	A	B	C	D	E	F
1	Слой	Широта	Долгота	Плотность, экз/га		
2	1,8-5,0	54,3962	22,7558	68		
3	1,8-5,0	54,3999	22,752	7		
4	1,8-5,0	54,4002	22,7519	60		
5	1,8-5,0	54,4038	22,7492	7		
6	1,8-5,0	54,4041	22,749	27		
7	1,8-5,0	54,4048	22,7485	46		
8	1,8-5,0	54,4108	22,744	30		
9	1,8-5,0	54,4118	22,7432	23		
10	1,8-5,0	54,4142	22,7466	61		
11	1,8-5,0	54,4179	22,7337	59		
12	1,8-5,0	54,4217	22,7429	21		
13	1,8-5,0	54,4257	22,7404	66		
14	1,8-5,0	54,4341	22,7221	45		
15	1,8-5,0	54,4348	22,716	32		
16	1,8-5,0	54,4377	22,7128	37		
17	1,8-5,0	54,4419	22,7275	79		
18	1,8-5,0	54,4429	22,7241	27		
19	1,8-5,0	54,4451	22,7179	18		

Рисунок 2 – Фрагмент таблицы атрибутов точечного слоя ГИС

С целью определения влияния абиотических и биотических факторов на вертикальное распределение ряпушки в разных частях акватории водоема оз. Виштынецкое условно было поделено на следующие четыре зоны: северную, центральную, южно-центральную и южную (Рисунок 3).



*Зоны: красный – северная, желтый – центральная,
зелёный – южно-центральная, синий – южная*

Рисунок 3 – Схема деления оз. Виштынецкого на четыре зоны

Используя слой точечных объектов, содержащий результаты покадровой обработки эхограмм, и выделенные четыре зоны, при помощи операции агрегирования для северной, центральной, южно-центральной и южной частей озера были рассчитаны средние плотности скоплений ряпушки для каждого диапазона глубин.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В северной части водоема основные концентрации ряпушки наблюдались в диапазонах глубин 10-25 метров. В целом, чуть более 50 % всех зарегистрированных особей в северной части водоема отмечено в слое 15-20 м., порядка 25 % особей – в слое 10-15 и чуть менее 20 % особей – в слое 20-25 м. Остальные 5 % особей были зарегистрированы в диапазоне глубин 1,8-10 и 25-35 м. (Рисунок 4).

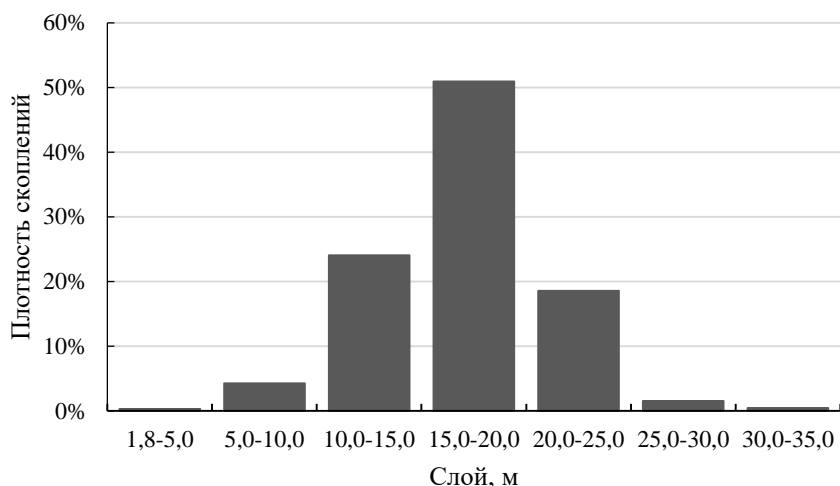


Рисунок 4 - Распределение ряпушки в северной зоне оз. Виштынецкого по слоям глубин

В центральной части озера наблюдалась схожая картина: наибольшие скопления также отмечались в слое 10-25 метров, порядка 55 % зарегистрированных особей были отмечены в диапазоне глубин 15-20 метров. Несколько иным было соотношение между слоями 10-15 м. и 20-25 м.: чуть более 20 % особей пришлось на диапазон глубин 20-25 м. и около 15 % особей – на слой глубин 10-15 м. (Рисунок 5).

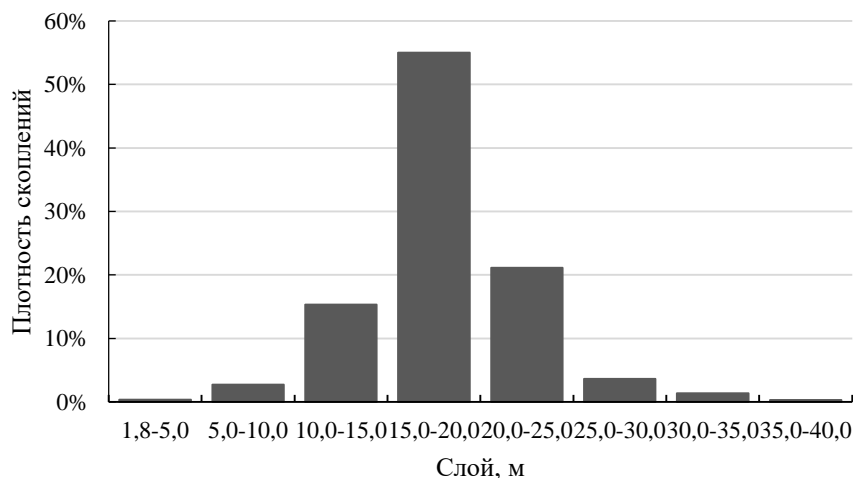


Рисунок 5 - Распределение ряпушки в центральной зоне оз. Виштынецкого по слоям глубин

В южно-центральной зоне картина в целом была схожа с центральной частью: порядка 90% зарегистрированных особей пришлось на слой глубин 10-25 метров, из них большая часть (около 50%) отмечалась в слое 15-20 метров, более 20% скоплений были сосредоточены в диапазоне глубин 20-25 метров и менее 20% особей были отмечены в слое 10-15 метров (Рисунок 6).

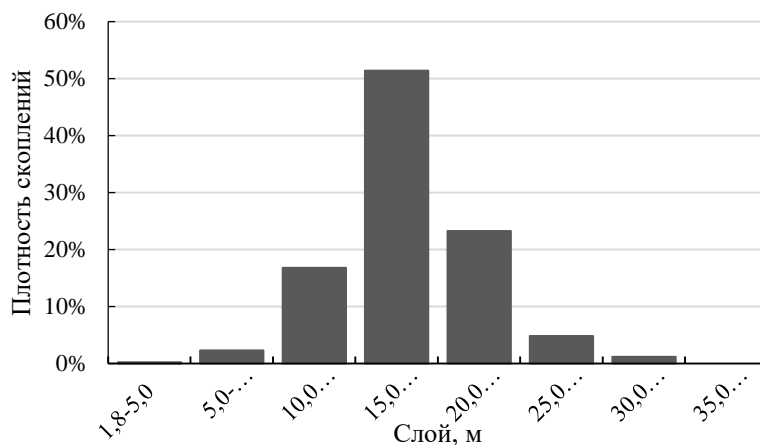


Рисунок 6 - Распределение ряпушки в южно-центральной зоне оз. Виштынецкого по слоям глубин

В южной части оз. Виштынецкого 55 % зарегистрированных особей пришлось на диапазон глубин 15-20 м., порядка 15 % - на слой 10-15 м. и более чем 20 % особей были отмечены на глубинах 20-25 м. (Рисунок 7).

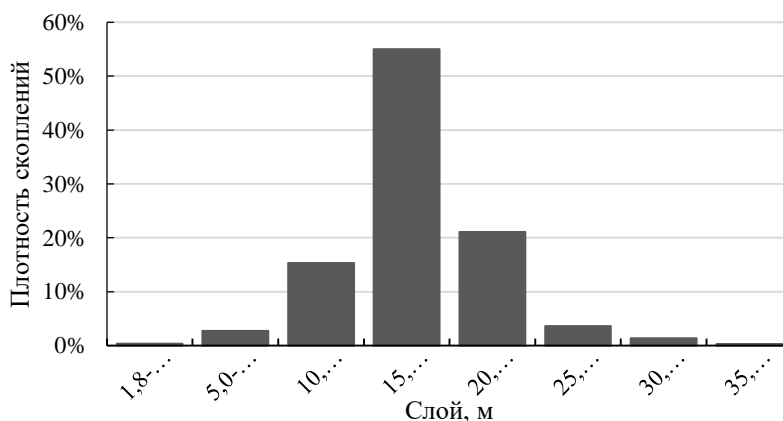


Рисунок 7 – Распределение ряпушки в южной зоне оз. Виштынецкого по слоям глубин

С целью количественной оценки достоверности различий вертикального распределения ряпушки между выделенными зонами был использован линейный коэффициент корреляции Пирсона (Таблица 1).

Таблица 1 – Линейный коэффициент корреляции Спирмена, рассчитанный для каждой пары участков акватории, выделенных на оз. Виштынецком

Зоны	Северная	Центральная	Южно-центральной	Южная
Северная	-	0,98	0,98	0,98
Центральная	0,98	-	1,00	0,98
Южно-центральной	0,98	1,00	-	0,97
Южная	0,98	0,98	0,97	-

Сравнительный анализ всех четырех зон, на которые было поделено оз. Виштынецкое, показал, что линейный коэффициент корреляции Пирсона во всех случаях был не ниже 97 %, что говорит о том, что достоверных различий в вертикальном распределении ряпушки оз. Виштынецкого между выделенными четырьмя зонами не обнаружено. Следовательно, вертикальное распределение данного вида летом 2022 г. в целом не различалось по акватории водоема: наибольшие скопления отмечались в диапазоне глубин 15-20 м и составляли более 50 % от всех зарегистрированных комплексом особей, – что также может говорить о сходном влиянии абиотических и биотических факторов на данный процесс.

Несмотря на сходную картину вертикального распределения ряпушки оз. Виштынецкого в разных частях водоема, сравнительный анализ количественных значений плотности ее скоплений дает следующие результаты. Как было отмечено ранее, наибольшие скопления ряпушки пришлись на слой глубин 15-20 м., однако в количественном выражении наибольшие концентрации данного вида были зарегистрированы в северной и южной зонах, составив порядка 10000 экз./га, в то время как на центральную и южно-центральную части пришлось только порядка 7000 экз./га. При этом в слое глубин 10-15 м. было отмечено почти 1,5-кратное преобладание северной зоны по плотности скоплений по сравнению с южной, и более чем в 2 раза – по сравнению с двумя оставшимися выделенными зонами. В целом в северной части водоема были зарегистрированы более высокие концентрации ряпушки в слое 5-15 метров, на южную часть более высокие значения плотности пришлись на слой 25-35 метров (Рисунок 8).

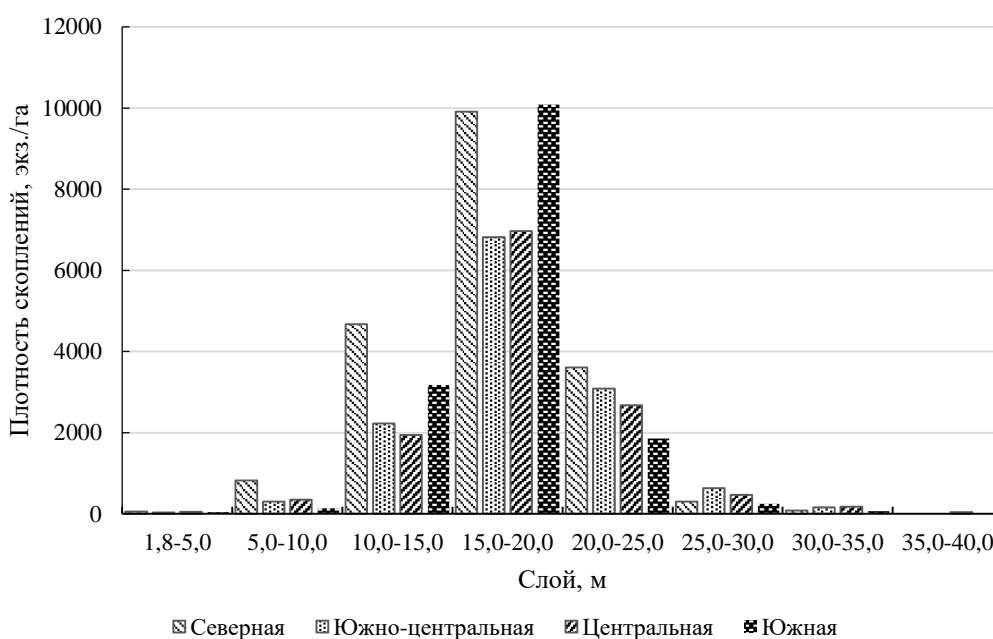


Рисунок 8 – Вертикальное распределение концентраций ряпушки по выделенным зонам оз. Виштынецкого по слоям глубин

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные в ходе работы результаты свидетельствуют, что в 2022 г. вертикальное распределение ряпушки по акватории оз. Виштынецкого не имело достоверных различий: наибольшие концентрации данного вида регистрировались в слое глубин 15-20 м. и составляли более 50 % от общего числа зарегистрированных особей. В целом более 90 % регистрируемых скоплений ряпушки регистрировались в диапазоне 10-25 м.

Наибольшие концентрации ряпушки пришлись на северную и южную части озера, где плотность скоплений в слое 15-20 м. достигала 10000 экз./га. При этом в северной части отмечались более высокие концентрации в верхних слоях (5-15 м.), в то время как в более глубоких горизонтах наибольшие концентрации отмечались уже в южной и центральной частях озера.

Полученные результаты могут свидетельствовать об отсутствии существенных различий в условиях обитания ряпушки в наблюдаемом году. Однако с целью определения оптимальных горизонтов лова в разных частях водоема необходимо провести подобный сравнительный анализ за несколько лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алдушин, А.В. Пространственно-временная динамика пелагического ихтиоценоза олиготрофного озера на примере озера Виштынецкого: дис. ... канд. биол. наук: 03.02.06 / Алдушин Андрей Викторович; КГТУ. – Калининград, 2021. – 160 с.
2. Aldushin, A., Shibaev, S. (2022). Prospects of Development of Small-Scale Fisheries of Vendace in Lake Vistytis, Kaliningrad Oblast, Russia. In: Arkhipov, A.G. (eds) Sustainable Fisheries and Aquaculture: Challenges and Prospects for the Blue Bioeconomy. Environmental Science and Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08284-9_9
3. Берникова, Т.А. Озеро Виштынецкое. Физико-географическая и гидрологическая характеристика / Т.А. Берникова // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. – Калининград: Изд-во «ИП Мишуткина», 2008. – С. 94–97.
4. Кривоускова, Е.В. Влияние сезонных температурных изменений в озере Виштынецком (Калининградская область) на вертикальное распределение уловов Европейской ряпушки / Кривоускова Е.В., Соколов А.В. // Вестник молодежной науки. – 2018. – №1 (13). – С. 21–28.
5. Дегтев, А.И. Программно-техническая реализация гидроакустического метода количественной оценки плотности водных биомасс: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Дегтев Андрей Игоревич; ПетрГУ. – Петрозаводск, 2004. – 168 с.
6. Алдушин, А.В. Гидроакустические исследования пелагического ихтиоценоза озера Виштынецкого Калининградской области / А.В. Алдушин, С.В. Шибяев // Биология внутренних вод. – 2016. – № 4. – С. 54–63.

FEATURES OF VERTICAL DISTRIBUTION OF VENDACE (COREGONUS ALBULA (L.)) OF LAKE VISTYNETSKOYE IN SUMMER 2022

A.I. Gudim, student,
e-mail: tucano1256@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

A.V. Aldushin, PhD in Biology, associate professor,
e-mail: aldushin@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The paper presents the results of hydroacoustic assessment of vertical distribution of vendace of Lake Vishtynetskoje in 2022. The vertical distribution of this species is influenced by both abiotic and biotic factors, which may manifest themselves differently in different parts of the lake. The obtained results and a comparative analysis of the vertical distribution of vendace of Lake Vishtynetskoje in four zones, into which the water area of the lake was conditionally divided, made it possible to assess the differences in its distribution in the water column.

Keywords: *vendace, Lake Vishtynetskoje, hydroacoustic method, vertical distribution, spatial analysis*