

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В.Ю. Чанцев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по дисциплине
**«ОСНОВЫ ПРОМЫСЛОВОЙ
ОКЕАНОЛОГИИ»**

Направление 05.03.05 – Прикладная гидрометеорология
Профиль – Прикладная океанология

Санкт-Петербург
РГГМУ
2020

УДК 551.46:574.5:639.2

ББК 26.221:47.223:47.285.3

Ч-18

Чанцев В.Ю.

Ч-18 Методические указания по дисциплине «Основы промышленной океанологии». Направление 05.03.05 — Прикладная гидрометеорология. Профиль — Прикладная океанология. – СПб.: РГГМУ, 2020. – 64 с.

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Основы промышленной океанологии». В пособии раскрываются разделы дисциплины, даются рекомендации по их изучению. Для более полного освоения и закрепления материала курса Основ промышленной океанологии, приводятся вопросы для самопроверки, описание лабораторных работ и рекомендуемая литература.

УДК 551.46:574.5:639.2

ББК 26.221:47.223:47.285.3

ISBN 978-5-86813-494-4

© В.Ю. Чанцев, 2020

© РГГМУ, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
Общие указания	5
Указания по разделам	7
Введение	7
1 Биологическая продуктивность Мирового океана	10
2 Влияние океанологических факторов на воспроизводство гидробионтов	39
3 Влияние океанологических факторов на поведение и распределение морских организмов	52
4 Океанологические основы марикультуры	57
5 Основы промыслово-океанологического прогнозирования	59
Рекомендуемая литература	62

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Основы промысловой океанологии» является дисциплиной, изучаемой студентами океанологической направленности. Изучение пространственной и временной изменчивости биологических ресурсов морей и океанов, а также эффективное управление промысловыми запасами невозможно без глубокого знания процессов и явлений, происходящих в морской среде и влияющих на жизненный цикл морских гидробионтов. Поэтому освоение данной дисциплины позволяет студентам получить достаточно глубокие знания теоретических и методических основ формирования механизмов динамики морских биологических ресурсов и промысловых запасов, в частности.

Целью дисциплины является подготовка специалистов, владеющих глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками, которые необходимы для профессионального проведения исследований взаимодействия морских организмов с окружающей средой, и возможного управления морскими промыслово-биологическими системами.

В результате изучения дисциплины студент овладевает знаниями о наиболее общих свойствах морских промысловых экосистем, закономерностях и процессах наблюдаемых в этих системах. Студент получает представление о биологической продуктивности Мирового океана, о зависимости жизнедеятельности морских

организмов от гидрологических и гидрохимических процессов, о современном управлении морскими биоресурсами и получает навык обработки и интерпретации получаемой информации. Эти знания помогут студенту выявлять особенности формирования морских биологических систем, широко используя современные математические методы анализа и прогноза состояния этих систем.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение данной дисциплины осуществляется на последнем курсе бакалавриата и предполагает, что студенты получили достаточные знания курсов «Физика», «Химия водной среды», «Математика», «Физика океана», «Химия океана». Освоение курса рекомендуется начинать с общего ознакомления с рабочей программой дисциплины, данным методическим пособием и списком рекомендованных литературных источников. После этого следует внимательно проработать рабочую программу и методическое пособие. Необходимо учесть, что при подготовке по данному курсу, целесообразно выдерживать определенное единство методики его изучения и определенный план работы учащегося.

Весь курс основ промысловой океанологии разделен на пять разделов:

- биологическая продуктивность Мирового океана,
- влияние океанологических факторов на поведение и распределение морских организмов,

- влияние океанологических факторов на воспроизводство гидробионтов,
- океанологические основы марикультуры,
- основы классификации промыслово-океанологического прогнозирования.

УКАЗАНИЯ ПО РАЗДЕЛАМ

Введение

Роль промысловых морских ресурсов в продуктовом обеспечении населения и особенности добычи биологического сырья. Основной объект исследований — морская среда во взаимосвязи с объектами добычи. Методы исследований промысловой океанологии — методы, учитывающие особенности жизнедеятельности морских биологических и промысловых объектов. Основными методами промысловой океанологии являются методы физической океанологии, с помощью которых осуществляется океанологическое обеспечение по изучению и освоению биологических ресурсов океана. Экосистемная сущность промысловой океанологии как науки раскрывается в тесной взаимосвязи абиотических условий окружающей водной среды с особенностями жизнедеятельности морских гидробионтов различных трофических уровней. Для более глубокого понимания выявляемых экосистемных связей используется системный анализ, основанный на системном подходе в получении и анализе натурных данных. Морские биоресурсы как объект исследования рассматривается в виде сложной динамической системы, объединяющей множество различных подсистем. Построение моделей этих подсистем и обобщенной модели всей системы позволяет более детально изучать структуру внутренних и внешних

связей системы. Промысловая океанология обладает способностью обеспечивать разработку океанологических основ рационального морского рыболовства на современном научном уровне и в полном объеме, отвечающем задачам науки и потребностям практики. Математический аппарат, используемый в промысловой океанологии для исследования динамики численности и пространственного распределения промысловых видов биоресурсов, основан на методах статистической математики (многофакторные регрессионные модели, методы формальной классификации или поиска аналогов) и методах математической физики. Методы математической физики в промысловой океанологии основываются на балансовых моделях функционирования морских экологических систем и моделях асимптотического приближения (логистические модели), позволяющих выявлять и анализировать механизмы формирования и распределения морских биологических ресурсов. Практическое приложение промысловой океанологии заключается в разработке методов научно-промысловых и рыбохозяйственных исследований, а также поиска и добычи биологического сырья в морях и океанах. Основные задачи промысловой океанологии вытекают из практических запросов к знанию условий внешней среды при выявлении и освоении промысловых ресурсов. В совокупности они образуют единую систему океанографического обеспечения океанического и прибрежного освоения морских биоресурсов.

Рекомендуемая литература

[3] — Введение; [4] — Введение; [8] — Предисловие, гл. 1;
[11] — Введение.

Вопросы для самопроверки

1. Предмет и содержание промысловой океанологии.
2. Какие основные задачи решает промысловая океанология?
3. Методы промысловой океанологии.
4. В чем заключается система океанологического обеспечения океанического рыболовства?
5. Что относится к математическим методам?

1 Биологическая продуктивность Мирового океана

Физико-географическое распределение биопродуктивности

При изучении этого раздела необходимо определить основные источники поступления энергии к океану. Следует рассмотреть распределение света и тепла, их воздействие на распределение организмов и продуктивность Мирового океана. Студент должен внимательно ознакомиться с механизмами энергетической обеспеченности продукционных процессов: необходимостью наличия биогенных элементов и органического вещества, возможностью создания первичной продукции, как основы трофической пирамиды. Необходимо сформировать представление о процессе синтеза органических веществ, происходящего при фотосинтезе за счет двух стадий (световой и темновой). Показать, что двухэтапный характер процесса фотосинтеза объясняет возможность биосинтеза водорослей на глубинах до 100–200 м. Дать определение фотического слоя. Необходимо понять, почему существует три формы хлорофилла (*a*, *b* и *c*) и как они связаны с тремя световыми диапазонами (красный, зеленый и синий). Рассмотреть образование углеводов, аминокислот, белков, липидов и других более сложных органических веществ. Выявить роль биогенных веществ, микроэлементов и реакции фотосинтеза и обратной реакции разложения (деструкции)

в формировании биопродуктивности океана и поддержании баланса элементов в морской воде.

Важную роль в формировании биологической продуктивности играет распределение трофических взаимоотношений, включая кормовую базу промысловых объектов. Необходимо изучить концентрирование организмов под воздействием абиотических и биологических факторов. В процессе обучения студент должен усвоить понятие биологической продуктивности и характеристики биомассы. Нужно хорошо понимать, что представляет собой система «общая биомасса живого вещества — биологическая продуктивность — продукция — биологические ресурсы — сырьевая база промысла». Автотрофы (продуценты) и гетеротрофы (консументы), редуценты.

Биологические ресурсы и промысловая продуктивность Мирового океана

Увеличение биомассы организмов в водоеме за определенный период времени составляет продукцию водоема. Первичная и вторичная продукция. Первичная продукция — как общий и единый исходный уровень трофических взаимоотношений. Планктон (фито– и зоо–). Основные виды фитопланктона в Мировом океане. Процесс воспроизводства фитопланктона. Состав вторичной продукции. Трансформация органического вещества при переходе от зоопланктона и некоторых рыб–фитофагов к рыбам–хищникам, морским млекопитающим

и птицам. Влияние биологических закономерностей и пространственно-временных изменений окружающей среды на систему трофических связей организмов (и на их обитание в море вообще). Общая биомасса животных организмов в Мировом океане. Ежегодная продукция морских организмов. Неравномерность распределения организмов по вертикали, формирование зон, в пределах которых обитают организмы с разным способом утилизации органического вещества (поверхностная зона, промежуточная зона и глубинная зона). Распределение типов живых организмов по уровням.

Распределение организмов по горизонтали. Типы вод в связи с их биологической продуктивностью (экваториальные мезотрофные воды, тропические и субтропические олиготрофные воды, субполярные и полярные эвтрофные воды). Условия обитания трех групп морских организмов (планктонные организмы, бентос и нектон). Приуроченность преобладающих видов фитопланктона к трем фитогеографическим областям океанов: арктобореальной, тропической и антарктической. Две ведущие закономерности в распределении численности фитопланктона — широтная зональность и циркумконтинентальность размещения планетарных областей с богатым и бедным содержанием фитопланктона. Зоопланктон как основной компонент питания пелагических рыб. Количественное распределение бентоса. Нектон.

Основные принципы взаимосвязи общей биологической и промысловой продуктивности.

Максимальная рыбопродукция (включая и нерыбные объекты). Районы Мирового океана с резкими изменениями по сезонам процессов биологического продуцирования: субполярные воды и воды планетарных апвеллингов. Доминирующие промысловые виды и их соотношения, второстепенные виды, которые в годы снижения численности доминанта занимают его место. Экология промысловых организмов и образование промысловых скоплений. Важнейшие объекты промысла. Основные промысловые отряды рыб. Мировая добыча рыб и нерыбных объектов. Естественные границы массовых скоплений рыб.

Физические и гидрохимические условия формирования биологической и промысловой продуктивности

Термическое состояние водной среды. Экологическое значение температуры воды. Влияние температуры на химическое равновесие водной среды, замедление и ускорение хода химических реакций и превращений, определение начала и интенсивности хода активного продуцирования первичного органического вещества. Скорость обменных процессов в организмах, ход созревания половых продуктов. Оптимальный диапазон температур обитания и существования вида на отдельных стадиях жизненного и годового цикла. Значение вертикального распределения температуры в формировании биологической и промысловой продуктивности морей, сезонный термоклин. Временная

изменчивость температуры воды (суточные и сезонные изменения температуры воды). Роль апвеллингов в формировании первичной продуктивности. Изменения солености во времени и пространстве. Районы активного взаимодействия морских и речных вод. Суточные и сезонные колебания солености. Содержание растворенного кислорода как один из наиболее важных гидрохимических показателей биологической продуктивности океана. Производство и потребление кислорода в океане. Связь распределения растворенного кислорода с зонами биологического потребления. Плотность морской воды, как показатель динамических процессов. Соотношение глубины залегания пикноклина и компенсационной глубины (глубины, где продукция фитопланктона равна его потреблению).

Геологические факторы формирования биопродуктивности

Промыслово-океанографическая оценка района, где проводятся выявление, изучение и освоение морских биологических ресурсов, исследование рельефа и донных отложений (грунтов). Формы рельефа дна, виды донных отложений и их промыслово-океанографическое значение. Морфологические характеристики донных отложений. Вертикальная зональность, число и размещение вертикальных экологических зон. Сероводородные зоны.

Рекомендуемая литература

Основная: [2] — Гл. 1; гл. 8; [3] — Гл. 4, гл. 5, гл. 7, гл. 8;
[6] — Гл. 1–4

Дополнительная: [1] — Гл. 1–3; [2] — Гл. 1; [3] — Гл. 1.

Вопросы для самопроверки

1. Процесс фотосинтеза как основа биопродуктивности Мирового океана.
2. Количественные характеристики биологической продуктивности океана.
3. Географическое распределение биопродуктивных зон.
4. Трофические цепи и уровни. Основные гидробионты океана.
5. В чем заключаются принципы взаимосвязи общей биологической и промысловой продуктивности?
6. Описать экологию промысловых организмов и образование промысловых скоплений.
7. Перечислить важнейшие объекты промысла
8. Влияние термохалинных условий среды на скорость обменных процессов в организмах, ход созревания половых продуктов
9. Показать, что содержание растворенного кислорода является важным гидрохимическим показателем биологической продуктивности океана.
10. Геоморфологические факторы создания биологической и промысловой продуктивности.

11. Влияние донных отложений и рельефа дна на гидробионты.

Лабораторные работы раздела 1

Лабораторная работа № 1

Расчет продукционного цикла фитопланктона по модели Флеминга

Общие сведения

Одним из важнейших факторов в жизни живых организмов является наличие пищи. Самым первым звеном пищевой цепи в океане является — фитопланктон, который образуется в процессе фотосинтеза. Фотосинтез — это процесс перехода неорганического вещества в органическое состояние под воздействием солнечных лучей. В химическую реакцию фотосинтеза вступают биогенные элементы (фосфор, углерод, азот и др.), которые в большом количестве поступают в воду при материковом стоке и при подъеме глубинных вод к поверхности. Фитопланктоном питаются фитопланктофаги, т.е. зоопланктон и рыбы, которые в свою очередь поедаются рыбами — хищниками. Таким образом, можно сказать, что фитопланктон является началом жизни в океане, и потому его называют первичной продукцией океана.

Важным показателем биопродуктивности океана является масса первичной продукции фотосинтеза, определяемой по содержанию органического углерода. Необходимо обратить внимание на то, что биомасса фитопланктона в Мировом океане значительно меньше биомассы фитопланктофагов. Но это не приводит к снижению численности животных высших трофических уровней.

Феномен фитопланктона, который является пищей для зоопланктона, nekтона и бентоса, и имеющий относительно малую биомассу, объясняется исключительно высокой его продуктивностью. Благодаря подвижности вод и постоянному поступлению питательных веществ, фитопланктон способен воспроизводиться до нескольких сотен раз в течение года, т.е. за сутки его количество удваивается, но столь же быстро оно и поедается. Кроме того, одноклеточные водоросли отличаются большой питательностью, а содержание в них белков в несколько раз больше чем у травянистой растительности суши, жиров примерно такое же. Существует разница в биологической продуктивности различных зон океана. Надо отметить, что в водах умеренных и высоких широт весенняя вспышка численности фитопланктона является наиболее важным периодом продукционного цикла. В поверхностных водах открытого океана тропической зоны образование первичной продукции представляет собой квазистационарный процесс.

Изучение условий продуцирования фитопланктона имеет большое значение и для специалистов промышленной океанологии, т.к. от интенсивности воспроизводства одноклеточных растений в океане зависит продукция последующих трофических звеньев.

Первая лабораторная работа по данной дисциплине посвящена первичной продукции.

Основа работы

Создаются различные модели для изучения процесса продуцирования фитопланктона, но все они даже заведомо упрощенные, остаются достаточно сложными для анализа. В любом случае, мы имеем дело с гипотезой, которую хотим исследовать.

Впервые продукционный цикл в аналитической форме был описан американским ученым Флемингом в 1939 г. Флеминг предложил рассматривать продукцию фитопланктона как результат баланса между скоростью его производства и скоростью выедания в виде дифференциального уравнения первого порядка:

$$\frac{dP}{dt} = P(R - G \cdot t) \quad (1.1)$$

где P – биомасса фитопланктона, у.е.,

R – скорость воспроизводства, сут.⁻¹,

G – интенсивность выедания фитопланктона, сут.⁻²,

t – время, сут.

Решение уравнения (1) на интервале времени $\Delta t = t_1 - t_0$ имеет вид:

$$P(t_1) = P(t_0) \cdot \exp(R\Delta t - 0,5G\Delta t^2) \quad (1.2)$$

Очень часто величину $P(t_0)$ принимают за исходную биомассу $P_{исх}$, а $t_0 = 0$.

Позже эта модель была дополнена учетом воздействия отдельных факторов внешней среды на воспроизводство фитопланктона, а именно: освещенностью, температурой воды, вертикальным перемешиванием водных масс, дефицитом биогенных веществ и другими. И это явно не все факторы, которые надо было бы ввести в модель, но процесс продуцирования фитопланктона слишком сложен и еще до конца не изучен. Поэтому приходится ограничиваться статистическими оценками отдельных его параметров при моделировании процесса продуцирования фитопланктона.

В качестве примера выявления влияния дополнительных параметров формирования биомассы фитопланктона рассмотрим учет только двух факторов: скорости оседания клеток фитопланктона по мере старения и их выхода за пределы фотического слоя и толщины этого слоя. На первый взгляд их влияние не очень-то существенно, и долгое время не принимались во внимание. Но, тем не менее, с учетом указанных параметров модель Флеминга принимает вид:

$$\frac{dP}{dt} = P \left(R - G \cdot t - \frac{w}{Z_{ph}} \right) \quad (1.3)$$

где w — вертикальная скорость опускания
фитопланктона, сут.⁻¹,

Z_{ph} — толщина фотического слоя, м.

Решение этого уравнения примет вид вид:

$$P(t_1) = P(t_0) \cdot \exp \left[\left(R - \frac{w}{Z_{ph}} \right) \Delta t - 0,5G\Delta t^2 \right] \quad (1.4)$$

Видно, что старение клеток фитопланктона снижает скорость продуцирования. Этот эффект может значительно изменять предполагаемый результат продукции одноклеточных растений, и влиять на продуктивность исследуемого района океана.

Цель работы

Сравнить результаты расчета годовой эволюции продукции фитопланктона по моделям (1.2) и (1.4). Оценить масштабы величины продукции. Дать оценку влияния введения дополнительного члена уравнения (1.3).

Исходные данные:

Общие данные для всех вариантов заданий:

$P_{исх} = 100$ усл.ед.

$$R = 0,16 \text{ сут.}^{-1}$$

$$t_0 = 0$$

$$t_1 = 360 \text{ сут.}$$

$$\delta t = 1 \text{ час}$$

Значения: w , G , Z_{ph} берутся из индивидуального варианта (табл. 1.1)

Ход работы

1. Произвести расчет продукции фитопланктона по моделям (1.1) и (1.3).

$$P(t) = P_{\text{исх}} \cdot \exp(R\Delta t - 0,5G\Delta t^2)$$

и

$$P(t) = P_{\text{исх}} \cdot \exp\left[\left(R - \frac{w}{Z_{ph}}\right)\Delta t - 0,5G\Delta t^2\right]$$

$$\Delta t = t - t_0$$

$$t = n \delta t$$

n меняется от 1 до $t_1/\delta t$

Расчет по моделям начинается с определения величины n . Необходимо учесть, что размерность всех исходных данных (R , G , w , t) нужно перевести в размерность величины δt . Далее n раз производится расчет величин t , Δt и $P(t)$.

2. Построить графики распределения $P(t)$.

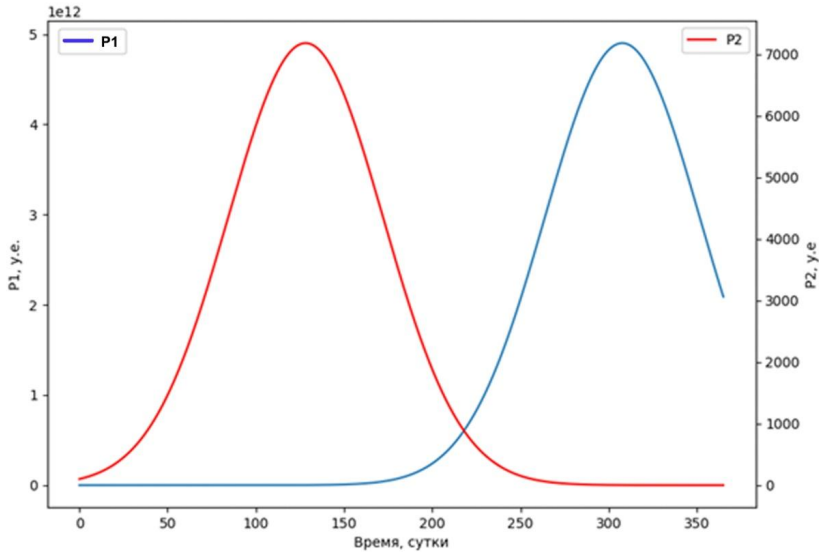


Рисунок 1.1 – Распределение продукции фитопланктона по моделям Флеминга (1.1) и (1.3)

3. Исследовать величину P_{max} по моделям (1.1) и (1.3).

Исследование величины P_{max} осуществляется по построенному графику. Время наступления P_{max} определяется из условия $dP/dt = 0$. Из этого же условия проводится исследование величины фазового сдвига между P_{max} по моделям (1.1) и (1.3). Особое внимание уделить влиянию параметров w и Z_{ph} на фазовый сдвиг P_{max} между (1.1) и (1.3) и величину P_{max} в модели (1.3).

Составление отчета

Состав отчета включает в себя:

1. уравнения, по которым производились расчеты,
2. результаты расчетов,
3. графики функций $P(t)$ для моделей (1.1) и (1.3).
4. анализ полученных результатов с оценкой сравнения моделей (1.1) и (1.3).

Литература к лабораторной работе 1:

1. Гершанович Д.Е., Елизаров А.А, Сапожников В.В. Биопродуктивность океана. — М.: Агропромиздат, 1990. — 240 с.
2. Елизаров А.А, Кочкиков В.Н, Ржонсницкий В.Б. Океанологические основы рыболовства. — Л.: ЛГУ, 1983. — 224 с.
3. Кушинг Д.Х. Морская экология и рыболовство. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 288 с.

Таблица 1.1 Варианты заданий к работе 1

№ варианта	w , сут. ⁻¹	$G \times 10^4$, сут. ⁻²	Z_{ph} , м
1	2,5	5,2	50
2	2,7	5,3	50
3	2,9	5,1	40
4	2,6	5,1	40
5	2,8	5,2	30
6	2,5	5,3	30
7	2,6	5,1	20
8	2,7	5,2	30
9	2,8	5,1	50
10	2,9	5,2	50
11	2,5	5,3	40
12	2,7	5,2	45

№ варианта	$w, \text{сут.}^{-1}$	$G \times 10^4, \text{сут.}^{-2}$	$Z_{ph}, \text{м}$
13	2,5	5,2	20
14	2,7	5,3	20
15	2,9	5,1	30
16	2,6	5,1	30
17	2,8	5,2	40
18	2,5	5,3	40
19	2,6	5,1	50
20	2,7	5,2	40
21	2,8	5,1	25
22	2,9	5,2	45
23	2,5	5,3	30
24	2,7	5,2	30
25	2,5	5,2	35
26	2,7	5,3	35
27	2,9	5,1	20
28	2,6	5,1	20
29	2,8	5,2	20
30	2,5	5,3	20
31	2,6	5,1	40
32	2,7	5,2	25
33	2,8	5,1	35
34	2,9	5,2	35
35	2,5	5,3	50
36	2,7	5,2	25

Лабораторная работа № 2:

Продуктивность фитопланктона в зоне прибрежного апвеллинга

Общие сведения

Апвеллинг — это подъём воды с глубин на поверхность. Физические процессы апвеллинга могут и

должны проходить на любых широтах, где этому способствуют направление ветра и действие сил Кориолиса. Под влиянием сил Кориолиса, воды отходят от берега под прямым углом. В то время как поверхностные воды устремляются в открытую часть моря, из глубин поднимается холодная вода. Часто это происходит совсем близко от берега. Эти холодные воды богаты питательными веществами и именно в них протекают продукционные циклы, обладающие большой амплитудой. Как следствие этих процессов, наиболее крупномасштабный промысел сосредоточен в этих зонах. Физические процессы прибрежного апвеллинга ограничены полосой 50–100 км от побережья, а **ширина биологической системы** достигает нескольких сотен километров. Происходит это в результате дрейфа биологического материала из районов апвеллинга в открытые районы моря.

Рыболовство в основных районах апвеллинга обычно сосредоточено в узкой прибрежной полосе, в пределах 50 км зоны, где продукционный процесс наиболее интенсивен и где происходит образование промысловых скоплений рыбы (сардины, сардинеллы, анчоуса и др.). Другие виды рыб, не подходящие близко к берегу (макрель, ставрида, хек, тунец и др.), прямо или косвенно всё же связаны с продуктивными зонами апвеллинга, которые расположены в открытой части моря в 500 км от берега.

В основных зонах прибрежного апвеллинга происходит подъём вод с глубин 200 м и поднимаются

они, медленно, со скоростью, в среднем, 1–5 м в сутки. В этих водных массах имеется небольшая популяция фитопланктона (в основном, в виде спор) и возможна очень малая часть остаточной популяции фитопланктофагов (зоопланктон). Образование продукции начинается сразу, как только воды попадают в фотический слой и величина её экспоненциально возрастает по мере подъёма вод и увеличения освещенности. В поднимающихся водах из остаточной популяции развивается и большое количество зоопланктона, активно выедающего фитопланктон. В открытый океан дрейфуют водные массы, в которых в результате интенсивного выедания, происходит уменьшение биомассы первичной продукции и, присутствующего здесь, зоопланктона.

Основа работы

Общая величина продукции фитопланктона $P(t)$ в столбе воды в течение времени, при котором поднимающиеся к поверхности воды проходят фотический слой, определяется по уравнению:

$$P(t) = \frac{\alpha I_0}{2kW_h} \left\{ \exp\left[-2 \cdot \exp(-kZ_{ph})\right] - \exp(-2) \right\} \quad (1.5)$$

где $P(t)$ — общая величина продукции, у.е.,

α — числовая константа ($\alpha = 0,48$),

I_0 — ср.солнечная радиация на поверхности моря,
кал/см² сут,

k — коэффициент поглощения света ($k = 0, 1$),
 W_h — скорость поднятия водных масс, м/сут,
 Z_{ph} — толщина фотического слоя, м.

Цель работы

Оценить условия образования продукции фитопланктона в прибрежном апвеллинге (а значит, и промысла) в зависимости от солнечной радиации, толщины фотического слоя и скорости поднятия вод.

Исходные данные:

1. Два значения скорости апвеллинга W_h (1 м/сут и 5 м/сут),
2. Два значения толщины фотического слоя Z_{ph} по двум типам вод (индивидуальный вариант, табл. 1.2),
3. Географическая широта апвеллинга (индивидуальный вариант, табл. 1.2),
4. Ежемесячная солнечная радиация I_0 в зависимости от географической широты расположения апвеллинга.

Ход работы

1. Подготовка исходных данных

Для подготовки исходных данных индивидуальных вариантов (табл. 1.2) необходимо использовать «Океанографические таблицы».

В первую очередь необходимо определить ежемесячные значения солнечной радиации I_0 , используя таблицу «Суммы возможной суммарной радиации на 15-е число месяца» (5.22). Данные солнечной радиации определены для различных широтных зон. Значения I_0 получаются путем линейной интерполяции между широтами, заданными в таблице при коэффициенте прозрачности атмосферы $p_2 = 0,8$.

Во вторую очередь определяются величины толщин фотического слоя по типы прибрежных вод из таблицы «Процент суммарной радиации (300–2500 нм) Солнца и небосвода на глубинах для различных типов океанических и прибрежных вод» (1.50). Глубиной нижней границы фотического слоя принимается первая глубина, на которой суммарная радиация отсутствует.

2. Расчет продукции фитопланктона для двух значений толщины фотического слоя и двух значений скорости поднятия вод.

Расчет продукции фитопланктона производится на каждые сутки в течение 1 года по формуле:

$$P(t) = \frac{\alpha I_0}{2kW_h} \left\{ \exp\left[-2 \cdot \exp(-kZ_{ph})\right] - \exp(-2) \right\}$$

Для получения среднесуточных значений $P(t)$ величину солнечной радиации I_0 интерполируем между ежемесячными данными.

3. Построение графиков распределения продуктивности фитопланктона.

Необходимо построить графики эволюции продукции фитопланктона в течение года для различных значений скорости подъема вод и толщин фотического слоя. Графики могут быть представлены в виде, показанным на рисунке 1.2 и рисунке 1.3.

4. Анализ проведенных расчетов.

Дать объяснение влиянию скорости подъема вод на величину продукции фитопланктона. Продемонстрировать наличие связи между толщиной фотического слоя, скоростью апвеллинга и величиной продукции фитопланктона.

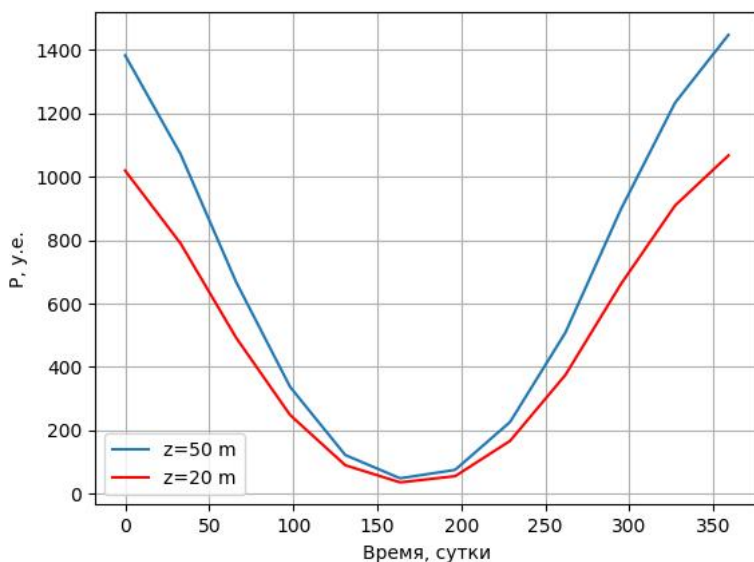


Рисунок 1.2 – величина первичной продукции для $W_h = 1$ м/с, $Z_{ph} = 50$ м и $Z_{ph} = 20$ м

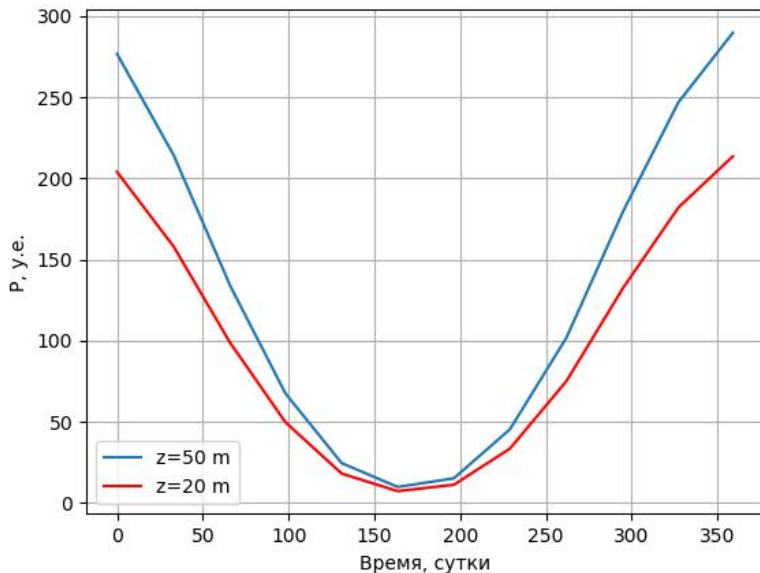


Рисунок 1.3 – величина первичной продукции для $W_h = 5$ м/с, $Z_{ph} = 50$ м и $Z_{ph} = 20$ м

Составление отчета

В отчете должны быть представлены:

1. уравнение, используемое для расчетов,
2. результаты расчетов,
3. графики, полученные по результатам расчетов,
4. анализ результатов с оценкой образования биопродукции в зоне апвеллинга в зависимости от рассматриваемых факторов и, следовательно, создания условий для промысла

Литература к лабораторной работе 2:

1. *Гершианович Д.Е., Елизаров А.А, Сапожников В.В.* Биопродуктивность океана. — М.: Агропромиздат, 1990. — 240 с.
2. *Елизаров А.А, Кочкиков В.Н, Ржонсницкий В.Б.* Океанологические основы рыболовства. — Л.: ЛГУ, 1983. — 224 с.
3. *Кочкиков В.Н.* Локальные подъемы вод и их влияние на биопродуктивность различных районов Мирового океана. — М.: ЦНИИТЭИРХ, 1980. — 47 с.
4. *Кушинг Д.Х.* Морская экология и рыболовство. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 288 с.
5. *Океанографические таблицы.* — Л.: Гидрометеиздат, 1975. — 478 с.

Таблица 1.2 Варианты заданий к работе 2

№ варианта	Тип вод	Геогр. широта
1	1 и 9	60° с.ш.
2	3 и 7	50° с.ш.
3	1 и 7	40° с.ш.
4	3 и 9	50° ю.ш.
5	1 и 5	60° с.ш.
6	1 и 3	50° ю.ш.
7	1 и 9	60° ю.ш.
8	3 и 7	50° ю.ш.
9	1 и 7	60° ю.ш.
10	3 и 9	40° с.ш.

№ варианта	Тип вод	Геогр. широта
11	1 и 5	60° ю.ш.
12	1 и 3	50° с.ш.
13	1 и 9	40° с.ш.
14	3 и 7	60° с.ш.
15	1 и 7	50° ю.ш.
16	3 и 9	60° ю.ш.
17	1 и 5	50° с.ш.
18	1 и 3	40° ю.ш.
19	1 и 9	50° ю.ш.
20	3 и 7	60° ю.ш.
21	1 и 7	50° с.ш.
22	3 и 9	60° с.ш.
23	1 и 5	50° ю.ш.
24	3 и 7	40° с.ш.
25	1 и 9	50° с.ш.
26	1 и 3	60° с.ш.
27	1 и 7	60° с.ш.
28	3 и 9	50° с.ш.
29	3 и 7	50° ю.ш.

Лабораторная работа № 3

Определение ареала обитания рыбы по распределению оптимальной температуры воды

Общие сведения

Кроме пассивно или слабо перемещающихся планктонных организмов, толща океана населена активно перемещающимися на большие расстояния животными – nekтоном. Его основными промысловыми представителями являются рыбы.

Рыбы, как и все живые организмы, ищут и находят для себя благоприятные условия жизни, занимая свою определенную экологическую нишу. Одним из необходимых и комфортных условий для жизни рыб является оптимальная температура воды. Из-за своей хладнокровности рыбы очень чувствительны к температурному режиму и реагируют на его изменения. Температура влияет на многие аспекты жизнедеятельности рыб, а также на их активность или подвижность. При повышении температуры активность рыб увеличивается, и повышается их способность ловить подвижный корм, а кроме того возрастает их возможность ускользать от орудий лова. При уменьшении температуры воды подвижность рыб снижается, и они становятся более пассивными. Активность рыб снижается и при превышении температуры воды выше верхнего предела оптимальности. Эту особенность поведения рыб следует учитывать и на промысле.

Совершая длительные миграции в поисках пищи или перемещаясь к местам нереста и зимовки, рыбы

практически не выходят за пределы диапазона своих оптимальных температур. Этим определяется ареал распространения данного вида. Следовательно, зная диапазон «оптимальной температуры» того или иного вида рыб и динамику пространственно-временного распределения температур в интересующем районе океана, можно предположить, где, когда и на каких глубинах будут проходить пути их миграций, а также появляется возможность определить районы образования промысловых скоплений рыб.

Цель работы

По «диапазону оптимальной температуры» определить ареал обитания рыбы в течение года в заданном районе океана с последующим анализом-описанием пространственно-временной изменчивости границ ареала.

Исходные данные

Данные о пространственном распределении среднемесячных значений температуры воды, полученные из атласов, либо из баз данных интернет-ресурса.

Ход работы

1. Найти и выбрать данные о пространственном распределении среднемесячных значений температуры воды для заданного района (вариант из табл. 1.3).
2. Изучить экологические особенности жизненного цикла заданного вида рыбы (вариант из табл. 1.3).
3. В одном из графических редакторов построить поля распределения температуры в заданном районе на горизонтах 0, 50, 100, 200, 500 м и нижней границе обитания вида, выделив изотермы оптимального диапазона температур. Карты температур на горизонтах 0, 50, 100 и 200 м построить для 12 месяцев года. Карты температур на горизонтах 500 м и нижней границе обитания вида построить для 4 сезонов года. Необходимо обратить внимание на положение нижней границы обитания вида. Если она выше одного из заданных горизонтов, то карты для горизонтов, лежащих ниже этого уровня, не строятся. При этом, если нижняя граница обитания вида находится в слое 0 – 200 м, то для нее необходимо построить 12 карт распределения среднемесячных значений температуры воды.
4. Провести анализ временной динамики границ ареала распространения вида на заданных горизонтах. При анализе учитывать сезонность поступления тепловой энергии к океану на заданной акватории и влияние других термо-гидродинамических факторов.

Составление отчёта

1. Дать описание экологических особенностей заданного вида рыбы.
2. Представить карты с, нанесёнными на них ареалами обитания рыбы в течение года, как на поверхности, так и на глубинах.
3. Выполнить анализ-описание расположения ареала и характера сезонных изменений с привязкой к основным океаническим течениям и к береговой линии с указанием государств, вблизи которых он располагается.
4. Представить список источников использованной информации.

Литература к лабораторной работе 3:

1. Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны. — Л.: Главное управление навигации и океанографии, 1977. — 370 с.
2. Атлас океанов. Тихий океан. — Л.: Главное управление навигации и океанографии, 1977. — 360 с.
3. *Елизаров А.А, Кочкиков В.Н, Ржонсницкий В.Б.* Океанологические основы рыболовства. — Л.: ЛГУ, 1983. — 224 с.
4. *Кушинг Д.Х.* Морская экология и рыболовство. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 288 с.
5. *Левасту Т., Хела И.* Промысловая океанография. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 296 с.

6. *Никольский Г.В.* Экология рыб. — М.: Высшая школа, 1963. — 368 с.

7. World Ocean Atlas. —

<https://www.nodc.noaa.gov/OC5/woa18/woa18data.html>

Таблица 1.3 Вариант заданий к работе 3:

№ Варианта	Вид рыбы	Район Мирового океана	Диапазон оптималь- ных температур воды
1	треска	Северная Атлантика	2 – 5
2	скумбрия	Северная Атлантика	12 – 14
3	сардина калифорний- ская	восточная часть Тихого океана	15 – 16
4	тунец длиннопёрый	Северная часть Тихого океана	14 – 18
5	пикша	Северная Атлантика	3 – 7
6	сардина дальневосточ- ная	северо-западная часть Тихого океана	12 – 16
7	тунец желтопёрый	Юго-восточная часть Атлантики (р-н Африки)	24 – 28
8	путассу	Северная Атлантика	4 – 9
9	морской окунь (клювач)	Северная Атлантика	3 – 8
10	сельдь	Северная Атлантика	8 – 12
11	минтай	Северная Атлантика	2 – 4
12	анчоус	Юго-западная часть Атлантики (р-н Аргентины)	10 – 17

№ Варианта	Вид рыбы	Район Мирового океана	Диапазон оптималь- ных температур воды
13	сайра	Западная часть Тихого океана (воды Курисио).	14 – 25
14	путассу	Антарктические воды	1 – 2
15	сардинелла	Тропическая зона Атлантики	26 – 28
16	атлантический лещ	Северная Атлантика	10 – 15
17	тихоокеанский лосось (кижуч)	Восточная часть Тихого океана (р-н Сев. Америки)	7 – 12
18	большеглазая ставрида	Юго-восточная часть Атлантики (р-н Африки)	14 – 23
19	тунец обыкновенный	Западная часть Тихого океана (воды Курисио).	14 – 18
20	морской окунь	Западная часть Тихого океана (воды Курисио).	14 – 25
21	длинопёрый тунец	Субтропическая зона Северной Атлантики	14 – 32

2 Влияние океанологических факторов на воспроизводство гидробионтов

Численность поколений промысловых организмов, условия воспроизводства, биологические свойства популяции. Природные условия размножения и развития видов на разных временных стадиях. Влияние абиотических факторов среды на урожайность поколений, созревание половых продуктов и на условия нереста. Связь генетических изменений будущих поколений с изменением времени полового созревания. Температура и стадии воспроизводства популяции. Зависимость продолжительности созревания икры и времени выклева личинок от распределения температуры. Температурный жизненный диапазон, продолжительность созревания рыб, акклиматизация рыб. Влияние количества света на выживаемость личинок. Воздействие сезонного хода солености на промысловые объекты на стадии воспроизводства рыб, а именно в период нереста. Дефицит растворенного кислорода как лимитирующий фактор, ограничивающий развитие икры и увеличивающий смертность рыб. Условия возникновения дефицита растворенного кислорода. Механическое воздействие морских поверхностных волн (особенно в прибрежных районах) на выживаемость икры на различных стадиях развития. Течения и динамика численности поколений промысловых видов рыб, попадание с течениями выклюнувшихся личинок в места оторма. Влияние

соотношения между продукцией личинок и продукцией кормовых организмов на формирование численности поколений.

Рекомендуемая литература

Основная: [3] — Гл. 8; [4] — Гл. 1–5; [11] — Гл. 2.

Вопросы для самопроверки

1. Какие океанологические факторы влияют на воспроизводство гидробионтов.
2. Приходные и расходные механизмы изменения численности популяции.
3. Какие абиотические факторы среды влияют на созревание половых продуктов.
4. Влияние изменчивости температуры и солености на продолжительность созревания икры и время выклева личинок.
5. Влияние аномальных катастрофических явлений среды на понижение численности взрослых рыб.
6. В чем заключается воздействие морских поверхностных волн на икру рыб на различных стадиях развития?
7. В чем заключается роль течений в формировании продуктивных зон?

Лабораторные работы раздела 2

Лабораторная работа № 4

Влияние температуры воды на нерест и инкубационный период развития икры рыб

Общие сведения

В зависимости от акклиматизации вида все рыбы подразделяются на мигрирующие и ведущие оседлый образ жизни. Большинство рыб умеренных и высоких широт осуществляют сезонные миграции, подразделяющиеся на нерестовые, нагульные и зимовальные. Способность большинства пелагических рыб к продолжительному плаванию даёт им возможность дифференцировано использовать разные части ареала в осуществлении своего жизненного цикла. Можно выделить следующие области ареала распространения рыб:

- 1) репродуктивная часть ареала, т.е. область размножения (нереста);
- 2) область откорма личинок и мальков;
- 3) нагульная часть (самая значительная), используемая для откорма взрослых рыб путём активных миграций;
- 4) зимовальная часть, где рыбы проводят неблагоприятный зимний период и могут также осуществлять нагул.

Известно, что рыбы очень чувствительны к температуре и её изменениям. Влияние температуры воды на поведение рыб особенно проявляется в период нереста. Не менее важен и период предшествующий нересту, поскольку температура оказывает влияние на скорость созревания половых продуктов взрослых рыб. Каждому косяку рыб свойственен свой, диапазон температур созревания половых продуктов. При температуре ниже этого диапазона созревание гонад задерживается, и рыбы смогут придти на нерест позже обычных сроков; при температурах более высоких, наоборот, этот процесс ускоряется. Следовательно, появление косяка в том или ином районе нереста определяется предшествующим ходом температуры в районах зимовки или нагула. На выход рыб в район нереста также влияет температурный режим этого района, т.к. развитие эмбрионов рыб возможно только при достижении температуры воды определенного значения.

Влияние температурных условий сказывается не только на начало нереста, но и на все важнейшие стадии формирования поколения, такие как инкубационный период развития икры, темп развития и роста личинок, а также и мальков. Необходимая длительность периода инкубации икры, после которого происходит выклев личинки, также как и продолжительность личиночной стадии зависит непосредственно от температуры воды. Для большинства пелагических видов рыб получена зависимость продолжительности инкубационного периода от температуры воды:

$$\Delta t = a + b \cdot \exp(-c \cdot \bar{T}_{инк.}), \quad (2.1)$$

где

Δt — продолжительность инкубационного периода;
 $\bar{T}_{инк.}$ — средняя температура воды в инкубационный период;
 a, b, c — числовые коэффициенты

Вид уравнения (2.1) определяется нормальной или экспоненциальной формой развития эмбриона рыбы при постоянной температуре воды. Однако существует минимальный срок развития эмбриона, который практически не зависит от температуры, если она находится в оптимальном диапазоне. Коэффициент a характеризует минимальную продолжительность инкубационного периода. Коэффициенты b и c описывают скорость развития эмбриона в зависимости от температуры воды. Числовые параметры (a, b, c) получены с помощью статистических методов по данным натуральных экспериментов. Они различны для разных видов рыб.

Положения нерестилиц рыб в умеренных и в высоких широтах более или менее фиксированы и расположены они строго определенным образом по отношению к системе течений. Начало нереста и продолжительность инкубационного периода тесно связаны не только с температурным режимом на нерестилище, но и с появлением пищевых организмов в водной среде в районах выклева личинок. Икра рыб пассивно выносится течением с мест нереста в районы обитания молоди, т.е. в районы,

где в данный период времени наблюдается максимум развития первичной продукции. Таким образом, сезон нереста и положение нерестилищ тесно связаны с продукционными циклами фитопланктона и науплевых стадий развития зоопланктона. Это одно из проявлений «природного инстинкта» рыб.

Цель работы

По данным временной изменчивости температуры воды в районе нереста в нормальных и аномальных условиях определить сроки начала нереста и выклева первых личинок.

Исходные данные

Значения числовых коэффициентов для различных видов рыб:

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
Сельдь	4	44,7	0,167
Треска	7	30,3	0,215
Сардина	0,5	28,8	0,159

Согласно варианту индивидуального задания (табл. 2.2):

- Вид рыбы,
- район нерестилища,
- температура нереста ($T_{\text{нер}}$),
- допустимая аномалия температуры воды (ΔT),

- среднеклиматический годовой ход температуры воды в районе нерестилища (определяется из Атласа океана)

Ход работы

В «Атласе океана» или в базе данных из интернет-ресурса для заданного района нерестилища получить среднемесячные значения температуры воды. Временной ход температуры поверхностного слоя воды необходимо определять в точке с фиксированными географическими координатами.

В одном из графических редакторов построить график годового хода температуры воды в данном районе для климатически нормального года. Ту же самую процедуру провести для аномально холодного и аномально теплого года.

По температуре нереста на построенном графике или с помощью линейной интерполяции данных о временной изменчивости температуры определить дату начала нереста для климатически нормального, аномально холодного и аномально теплого года.

Провести расчет продолжительности инкубационного периода (Δt) для климатически нормального, аномально холодного и аномально теплого года, используя выражение вида:

$$\Delta t = a + b \cdot \exp(-c \cdot \bar{T}_{инк.})$$

Расчет производится итерационным методом, т.к. значение $\bar{T}_{инк.}$ изначально не известно.

На первом итерационном шаге принимаем $\bar{T}_{инк.} = T_{нер}$ и выполняем расчет Δt . Температура нереста является минимально допустимой для развития эмбриона. При этой температуре будет наблюдаться самая длительная продолжительность инкубационного периода. Дату выклева личинки ($D_{л}$) определяем по формуле

$$D_{л} = D_{н} + \Delta t,$$

где $D_{н}$ – дата нереста.

По дате нереста на графике или с помощью линейной интерполяции данных о временной изменчивости температуры определяем температуру в момент выклева личинки $T_{л}$. Далее получаем среднюю температуру инкубационного периода на первом шаге итерации путем осреднения температуры нереста и температуры выклева личинки:

$$\bar{T}_{инк.} = \frac{T_{нер} + T_{л}}{2}.$$

На втором итерационном шаге принимаем среднюю температуру инкубационного периода, полученную при первой итерации. Далее выполняем расчет Δt и все остальные расчеты, как и на первом итерационном шаге.

Итерационные расчеты продолжать до тех пор, пока разница (δ) между значениями продолжительности

инкубационного периода для соседних итерационных шагов не станет меньше 0,5 суток:

$$\delta = (\Delta t)_i - (\Delta t)_{i-1}$$

Представленный расчет проводится, как для климатически нормального года, так и для аномально холодного и аномально теплого года.

Результаты расчета для климатически нормального, аномально холодного и аномально теплого года можно представлять в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Итерационный процесс определения инкубационного периода

Нормальный год:						
№ итерации	Tн	Tл	Tср	Δt, сут.	Дл	проверка
1	9	9	9	13,94404	189,9	—
2	9	10,8	9,9	12,55635	188,6	1,4
3	9	10,6	9,8	12,70044	188,7	-0,1
Холодный год:						
1	9	9	9	13,94404	195,9	—
2	9	10,25	9,625	12,95846	195,0	1,0
3	9	10,2	9,6	12,99594	195,0	0,0
Теплый год:						
1	9	9	9	13,94404	183,9	—
2	9	11,2	10,1	12,27529	182,3	1,7
3	9	11	10	12,41464	182,4	-0,1

И на одном или двух графиках (рис. 2.1 и рис. 2.2):

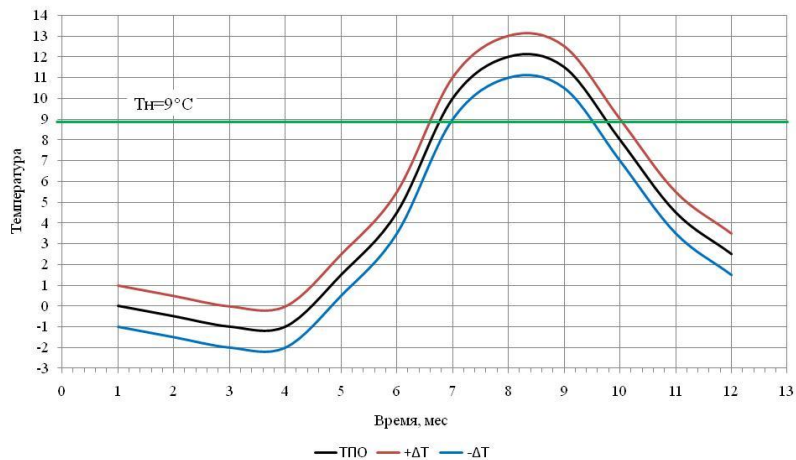


Рисунок 2.1 – График общего хода температуры воды

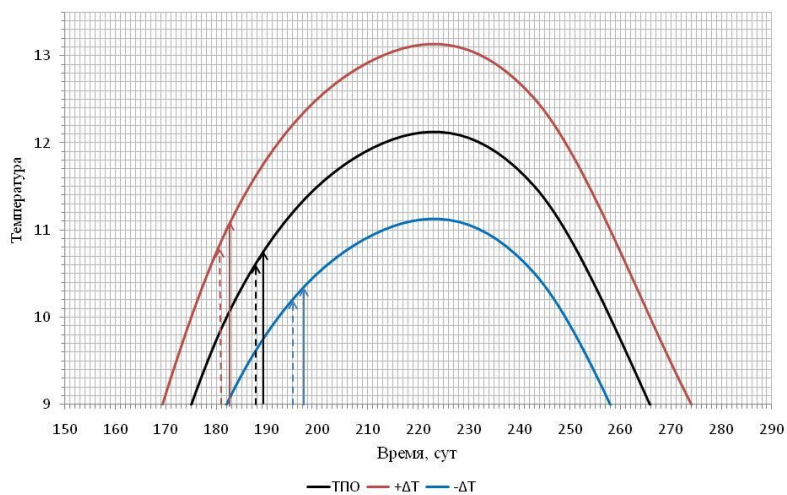


Рисунок 2.2 – Детализированный график хода температуры воды

Составление отчета

В отчет по лабораторной работе входят:

- 1) уравнение, используемое для расчетов,
- 2) графики годового хода температуры воды в районе нерестилища для среднего, теплого и холодного годов с необходимыми отметками для расчетов,
- 3) результаты расчетов,
- 4) анализ полученных результатов с оценкой влияния температуры на начало нереста и длительность инкубационного периода,
- 5) указание крайних сроков начала нереста и появления первых личинок при допустимых аномалиях года.

Литература к лабораторной работе 4:

1. Атлас океанов. Атлантический и Индийский океаны. — Л.: Главное управление навигации и океанографии, 1977. — 370 с.
2. Атлас океанов. Тихий океан. — Л.: Главное управление навигации и океанографии, 1977. — 360 с.
3. *Елизаров А.А., Кочиков В.Н., Ржонсницкий В.Б.* Океанологические основы рыболовства. — Л.: ЛГУ, 1983. — 224 с.
4. *Кушинг Д.Х.* Морская экология и рыболовство. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 288 с.
5. *Левасту Т, Хела И.* Промысловая океанография. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 296 с.

6. Теория формирования численности и рационального использования стад промысловых рыб. — М.: Наука, 1985. — 216 с.

7. World Ocean Atlas. —

<https://www.nodc.noaa.gov/OC5/woa18/woa18data.html>

Таблица 2.2 Вариант задания к работе 4

Вариант	Вид рыбы	Район МО	температура нереста	ΔТ
1	треска	Побережье Норвегии (64°40' с.ш.)	5	± 1
2	треска	Ньюфаундленд	5	± 1
3	треска	Алеутские острова	5	± 1
4	треска	Северное море (побережье Дании)	6	± 2
5	треска	пролив Скагеррак	6	± 1
6	треска	Фарерские острова	10	± 1
7	сельдь	Южное побережье Исландии	7	± 2
8	сельдь	Восточное побережье Исландии	9	± 2
9	сельдь	Шетландские острова	10	± 2
10	сельдь	Юг Скандинавии	12	± 1
11	сельдь	Ньюфаундленд	9	± 1
12	сельдь	залив Аляска	8	± 2
13	сельдь	Алеутские острова	8	± 1
14	сельдь	залив Шалёр (Канада)	11	± 1
15	треска	Лафотенские острова	5,5	± 1
16	сельдь	у берегов Марокко	19	± 4
17	сельдь	Северное побережье Канарских островов	23	± 4
18	сардина	Побережье Калифорнии	17	± 1

Вариант	Вид рыбы	Район МО	температура нереста	ΔТ
19	сардина	воды юго-западной Африки	18	± 1
20	сельдь	Галапагосские острова	25	± 2

3 Влияние океанологических факторов на поведение и распределение морских организмов

Сезонные и межгодовые вариации термических условий, приводящие к изменениям распределения промысловых скоплений рыб.

Важнейшие показатели промысловой обстановки (глубина залегания сезонного термоклина, максимального вертикального градиента температуры). Влияние структуры деятельного слоя, пограничных течений и резких горизонтальных градиентов температуры на распределение и поведение всех гидробионтов. Связь между долгопериодными изменениями температуры воды и изменениями в распределении промысловых видов. Изменение кормовых районов и районов нереста как следствие изменения температуры воды. Поступление биогенных элементов в зонах апвеллингов. Значение вертикальных градиентов температуры для характеристики промысловой обстановки. Процессы, которые формируют градиенты температуры. Роль вертикального распределения биологической продуктивности в вертикальных миграциях отдельных гидробионтов. Зоны гидрологических фронтов.

Влияние динамических факторов среды на поведение рыб

Поведение рыб в потоках воды. Реакция рыб на течение. Течения и суточные изменения поведения рыб. Скорость течения и изменения активности рыб. Классификация рыб по маневренности и сопротивлению движению воды. Изменение доминирующих факторов среды обитания в течение жизненного цикла.

Миграции рыб

Определение миграции, происхождение миграций рыб, классификация и схемы миграций. Особенности эволюционного развития и адаптация вида к условиям внешней среды, внутривидовая биологическая дифференциация, увеличение численности. Ареалы обитания, реципронность. Основные типы миграций: нерестовые, нагульные (кормовые) и зимовальные. Методы навигации и ориентации рыб. Причины изменений сроков и путей миграции. Протяженность и характер миграционных путей рыб. Геоморфология путей миграции. Пассивная и активная миграция у рыб. Условия существования пассивной миграции.

Навигационные системы рыб. Ориентация по электрическим, магнитным, акустическим полям, с использованием солнечно-компасной реакции (астронавигация), ориентация по температуре, солености, по примесям (обоняние). Восприятие геомагнитного поля за счет токов индукции при ориентации слабо

электрических и электрических рыб, навигация неэлектрических рыб. Внутренняя биологическая система отсчета времени. Классификация промысловых видов рыб по способу ориентации в период миграции.

Триггеры миграций. Миграционный импульс, внешние и внутренние стимулы миграции. Природные факторы и диапазоны факторов миграции. Взаимоотношение между внешними и внутренними стимулами миграции.

Природные факторы, влияющие на миграцию.

Течения как один из наиболее важных факторов, влияющих на миграцию. Общее изменение скорости течения и появление рыб вне их обычного района. Расширение или сужение ареала промысловых видов рыб. Течения как фактор, определяющий ориентацию рыб в морских и пресноводных водоёмах. Различное влияние течения на нерестовые и нагульные миграции. Реакция рыб на течения на различных стадиях их развития.

Температура и сезонный характер миграции рыб. Влияние межгодовых колебаний температуры на распространение морских промысловых рыб. Влияние изменения температуры воды на прекращение миграции или ее задержку.

Влияние солености на миграцию проходных и полупроходных рыб, обитающих на разных этапах жизненного цикла в водах с различной соленостью. 5-8 ‰ барьер, с которым связаны резкие изменения физико-химических свойств среды, меняющих видовой адаптации рыб. Усиление или ослабление действия других миграционных факторов за счет солености.

Освещенность как ориентирующий фактор при сезонных миграциях и суточных вертикальных миграциях. Экологический ритм вертикальных миграций.

Распределение промысловых скоплений в зависимости от рельефа

Промысловые банки, желоба, участки нагула и нереста, места зимовки. Приуроченность промысловых скоплений к тем или иным глубинам и формам рельефа. Косвенное действие рельефа на распределение и поведение объектов промысла и их скоплений через динамику вод, состав и распределение донных отложений, комплекс экологических связей, обусловленных глубиной места и соответствующими ей биоценотическими отношениями. Зависимость динамики вод от рельефа. Появление топогенных меандров и вихрей, формирование участков относительно устойчивого подъема вод (топогенный подъем), которые выделяются резко повышенной продуктивностью. Топографический фактор пространственного положения отдельных фронтальных зон. Значение перегиба дна на границе между материковым шельфом и склоном.

Рекомендуемая литература

Основная: [1] — Гл. 5; [6] — Гл. 5; [8] — Гл. 3; [10] — Гл. 10; [11] — Гл. 1–7.

Вопросы для самопроверки

1. Влияние изменения распределения температуры воды на поведение гидробионтов.
2. Зависимость изменения распределения рыб от временной изменчивости термических условий среды.
3. Влияние оптимальных диапазонов параметров среды на распределение промысловых скоплений рыб.
4. Способы влияния изменчивости течений на поведение рыб.
5. Реакция рыб на изменение скорости и направления течения.
6. Роль вертикальных градиентов температуры в оценке биологической и промысловой обстановки в любом районе Мирового океана.
7. Влияние апвеллингов и вихрей на банках на формирование промысловых скоплений рыб.
8. В чем заключается изменение доминирующих факторов среды обитания в течение жизненного цикла гидробионтов?
9. Протяженность и характер миграционных путей рыб.
10. Описать методы навигации и ориентации рыб, триггеры миграций.
11. В чем заключается различное влияние течения на нерестовые и нагульные миграции?
12. Выявить приуроченность промысловых скоплений к тем или иным глубинам и формам рельефа.

4 Океанологические основы марикультуры

Определение марикультуры. Переход от рыболовства — охоты к управляемому культивированию морских организмов. Методы и средства повышения производительности и эффективности хозяйств марикультуры (подбор районов с наиболее благоприятными океанологическими параметрами, контроль и предсказание развития неблагоприятных процессов, осуществление мероприятий по улучшению существующих природных условий). Оптимальное сочетание параметров среды с учетом закономерностей развития различных организмов на разных стадиях выращивания. Исследование районов будущих хозяйств, требования к океанографическим условиям районов. Продолжительность предварительного исследования. Методы марикультуры в зависимости от океанологических условий. Защита акваторий от загрязнений, международная классификация загрязнений. Океанологический контроль условий акваторий хозяйства (система течений, контроль кислородного режима, обследование грунтов, санитарный контроль, заражение гидробионтов и интоксикация человека). Океанологическое обеспечение мероприятий по улучшению условий на акваториях марикультурных хозяйств.

Рекомендуемая литература

Основная: [4] — Часть III; [7] — Гл. 1–15; [9] — Гл. 3–6; [11] — Гл. 7.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислить экстремально допустимые значения физико-химических параметров.
2. Показать оптимальное сочетание параметров среды с учетом закономерностей развития различных организмов на разных стадиях выращивания.
3. В чем заключается океанологический контроль условий акваторий хозяйства марикультуры.

5 Основы промыслово-океанологического прогнозирования

Особенности промыслово-океанологического прогнозирования

Роль и место промыслово-океанологических прогнозов. Особенности промыслового прогнозирования. Основные методические принципы: принцип системности, принцип природной специфичности, принцип оптимальности, принцип адаптации и принцип непрерывно-скользящего прогнозирования. Классификация промысловых прогнозов (по заблаговременности, по районам промысла, по типам, классам и видам морских организмов, по этапам жизненного цикла организмов, по методам прогнозирования). Предикторы и предиктанты в промыслово-океанологических прогнозах.

Классификация промысловых прогнозов по заблаговременности

Сверхдолгосрочные промысловые прогнозы. Заблаговременность, направленность. Климатические факторы и изменение численности промысловых видов рыб. Многолетние колебания океанологических и метеорологических условий как предикторы

сверхдолгосрочных прогнозов. Фоновые
рыбохозяйственные прогнозы.

Долгосрочные прогнозы. Заблаговременность и
назначение. Связь между факторами среды и
численностью годовых классов объектов промысла.
Основные методы прогноза, предикторы. Оценка
величины запаса и допустимого улова промыслового вида.

Сезонные промысловые прогнозы.
Заблаговременность и назначение. Оперативные прогнозы.
Прогнозы распределения и плотности промысловых
скоплений, сроков нереста и нерестовых подходов, сроков
образования промысловых концентраций, среднегодовой
производительности промысла. Основные методы
прогноза, предикторы.

Краткосрочные прогнозы промысла.
Заблаговременность и назначение. Предсказание участков
и сроков образования промысловых скоплений.
Прогнозирование среднесуточных уловов. Методическое
содержание прогнозов, предикторы.

Рекомендуемая литература

Основная: [5] — Гл. 5; [8] — Гл. 6.

Вопросы для самопроверки

1. Перечислить методические принципы промыслово-
океанологического прогнозирования.

2. Сущность классификации промыслово-океанологических прогнозов по методам прогнозирования.
3. Как подразделяются прогнозы по заблаговременности на оперативные и стратегические?

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. *Боуден К.* Физическая океанография прибрежных вод. — М.: Мир, 1988. — 326 с.
2. *Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В.* Биопродуктивность океана. — М.: Агропромиздат, 1990. — 238 с.
3. *Гершанович Д.Е., Муромцев А.М.* Океанологические основы биологической продуктивности Мирового океана. — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — 320 с.
4. *Елизаров А.А., Кочкиков В.Н., Ржонсницкий В.Б.* Океанологические основы рыболовства. — Л.: ЛГУ, 1983. — 224 с.
5. *Захаров Л.А.* Введение в промысловую океанологию. — Калининград: Калининградский государственный университет, 1998. — 84 с.
6. *Кушинг Д.Х.* Морская экология и рыболовство. — М.: Пищевая промышленность, 1979. — 288 с.
7. *Культивирование морских организмов.* — М.: ВНИРО, 1985. — 212 с.
8. *Левасту Т., Хела И.* Промысловая океанография. — Л.: Гидрометеиздат, 1974. — 296 с.
9. *Левин В.С.* Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. — СПб.: ОЮ-92, 1994. — 94 с.
10. *Моделирование и прогноз верхних слоев океана /под ред. Э.Б. Крауса.* — Л.: Гидрометеиздат, 1979. — 224 с.

11. Промысловая океанография /под ред. Д.Е. Гершановича. — М.: Агропромиздат, 1986. — 312 с.

Дополнительная

1. Богоров В.Г. Планктон Мирового океана. — М.: Наука, 1974. — 320 с.

2. Дробышева С.С. Трофические связи основных экологических компонентов биоты Баренцева моря /Кормовые ресурсы и пищевые взаимоотношения рыб Северной Атлантики. — Мурманск: ПИНРО, 1990. — С. 67–88.

3. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. — М.: Агропромиздат, 1989. — 368 с.

Учебное издание

Чанцев Валерий Юрьевич, доцент, канд. геогр. наук

Методические указания

по дисциплине

«Основы промысловой океанологии»

Направление 05.03.05 — Прикладная гидрометеорология

Профиль — Прикладная океанология

Печатается в авторской редакции.

Подписано в печать 04.06.2020. Формат 60×90 1/16.

Гарнитура Times New Roman

Печать цифровая. Усл. печ. л. 4. Тираж 30 экз. Заказ № 923.

РГГМУ, 192007, Санкт-Петербург, Воронежская, 79.