

X  
МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С С С Р

---

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО  
ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. М.В.ДОМОШОВА

М Г У

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи

Б.Б.Александров

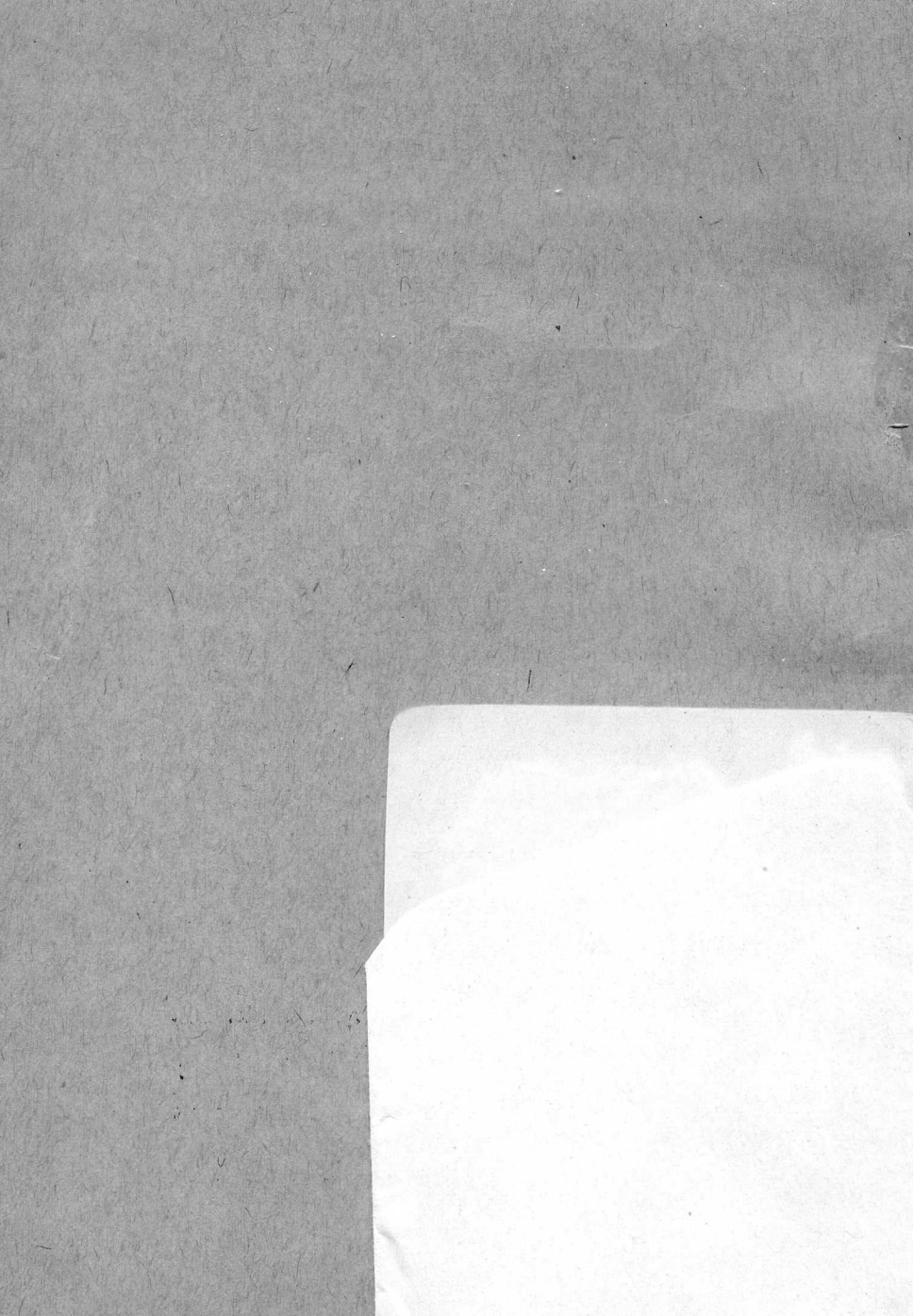
МЕТОД РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЕВЕРНОМ  
МОРЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ГИДРОМЕТЕОРОЛО-  
ГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Специальность 11.697 Океанология.

Работа написана на русском языке

АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК

Москва, 1972



МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С С С Р

МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО  
ЗНАМЕНИ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. М.В. ЛОМОНОСОВА

М Г У

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

На правах рукописи

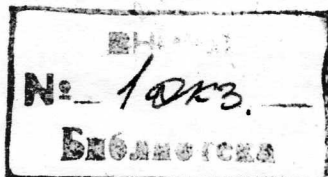
Б.Е. Алемасов

МЕТОД РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В СЕВЕРНОМ  
МОРЕ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗА ГИДРОМЕТЕОРОЛО-  
ГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Специальность 11.697 Океанология.

Работа написана на русском языке

АВТОРЕФЕРАТ  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК



Москва, 1972

Работа выполнена в Атлантическом научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии Министерства рыбного хозяйства СССР

Научный руководитель - кандидат географических наук В.Н.Яковлев

Официальные оппоненты:

Доктор географических наук А.И.Дуванин  
Кандидат географических наук Л.И.Сиринтунова

Ведущее предприятие - Всесоюзный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии.

Автореферат разослан "5" IV 1972 г.


Защита диссертации состоится на заседании гидрометеорологической секции Ученого Совета географического факультета МГУ "10" V 1972 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке географического факультета МГУ. Отзыв и замечания в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просьба направлять Ученому секретарю Ученого Совета географического факультета МГУ.

Адрес: Москва, В-234, Ленинские горы МГУ.

Ученый секретарь

/Т.В.Гапонова/





Быстро развивающееся ныне морское рыболовство должно вестись наиболее планомерным и экономически выгодным способом. Это возможно лишь на основе знания объективных закономерностей формирования и распределения промысловых концентраций рыб и наличия научных методов прогнозирования уловов.

Предлагаемая работа посвящена разработке метода количественного прогноза уловов сельди в рыбопромысловых районах Северного моря.

Работа состоит из введения, пяти глав и заключения. Общий объем работы 138 страниц, включая 21 таблицу, 35 листов иллюстраций и список литературы из 114 названий (в том числе 47-иностранных авторов).

Во введении излагается суть подхода, использованного при решении поставленной задачи.

Известно, что любой рыбопромысловый прогноз на более или менее продолжительный срок должен базироваться на комплексном ~~учете/предельно длительный/сроки должны базироваться на/многоаспектном~~ учете биологических особенностей объекта лова и состояния внешней среды (абиотических факторов). В данной работе основное внимание уделяется изучению влияний на рыбу внешней среды, а биологические моменты учитываются в виде средних, фоновых показателей.

Основные аспекты работы связаны с применением метода типизация барических систем над районами Северного моря и соответствующих гидрологических и рыбопромысловых характеристиках. Этот метод, по сравнению с другими способами использования барического поля в качестве предиктора рыбопромысловой обстановки (учет индексов атмосферной циркуляции, приемы разложения по

полиномам Чебышева и естественным составляющим, гидродинамические расчеты), не обладая некоторыми несомненными достоинствами последних, имеет в то же время преимущество минимальной формализации природных явлений, что весьма важно в исследованиях промыслово-океанологического профиля.

Океанологические и рыбопромысловые показатели рассматриваются в работе в связи с тремя видами барических систем, которыми по существу исчерпываются все их виды, возможные в рассматривавшихся небольших пространственных районах: 1. ложбинами (или вообще системами с циклонической кривизной изобар); 2. гребнями (или вообще системами с антициклонической кривизной изобар); 3. системами с отсутствием кривизны изобар (однородное или размытое барическое поле).

В первой главе дается, в основном, по литературным данным (Селицкая, 1957, 1959; Даввасту, 1962; Рогалла, 1961, 1966, и др.), краткая физико-географическая, синоптико-метеорологическая и гидрологическая характеристика Северного моря.

Подчеркивается обусловленность основных черт гидрометеорологического режима Северного моря синоптическими процессами. Выявлены преобладающие над морем (средние многолетние) направления воздушных потоков. Выяснена роль отдельных элементов циркуляции вод Северного моря (ветровые, приливные, стоковые течения) в формировании суммарной циркуляции. Значительное внимание уделено характеристике особенностей вертикальной стратификации гидрологических элементов и ее временной изменчивости. Перечисленные сведения и фактические данные о гидрометеорологическом режиме Северного моря использованы в последующих главах.

В этой же главе приводятся краткие сведения о северных сельдях, их годовом жизненном цикле, миграциях, районах и сроках лова (Кашинг, 1955; Федоров, 1966 и др.), о некоторых научных к настоящему времени сторонах влияния на распределение сельдей гидрометеорологических факторов (Бирюков, 1958; Датрих, Шубарт, 1959; Крейг, 1960 и др.).

На основании результатов иностранного промысла сельди вычислены средние многолетние отношения уловов на единицу промыслового усилия между разными месяцами и районами западной части Северного моря. Эти отношения, по-видимому, могут характеризовать ту часть колебаний уловов, которая зависит исключительно от биологических причин (различия стадий жизненного цикла, миграции), так как воздействие условий внешней среды в многолетнем итоге должно нивелироваться. По полученным отношениям возможен "климатологический" прогноз уловов по предыдущему месяцу на последующие и по району, где промысел ведется в более ранние сроки, на район более позднего лова; данные использованы в дальнейших расчетах.

В главе 2 рассматривается роль барических систем, характерных для Северного моря, в формировании гидрологической структуры.

Теоретическими исследованиями В.Бьеркнеса (1898), Дефанта (1929), Россби (1938) было установлено, а натурными наблюдениями Дж. Бьеркнеса (1959), Баршевской (1967), Бончака (1967) и др. подтверждено явление наклона изостерических (изоэнтальных) поверхностей в устойчиво стратифицированном море при стационаровании над ним барических систем со свойственными им системами ветров и морских течений. По этим данным,

однородному барическому полю соответствует однонаправленный наклон указанных поверхностей, барическим системам циклонического типа - куполообразный подъем к поверхности моря, антициклоническим барическим системам - чашеобразное опускание от поверхности моря (в северном полушарии).

Считается, что рассмотренные типы гидрологической структуры могут формироваться лишь при длительном (не менее 2-3 суток) стационаровании соответствующих барических систем, однако это мнение, возможно, предопределено характером использованного синоптического и гидрологического материала.

Нашей целью было изучение гидрологической структуры в связи с синоптическими ситуациями, характеризующимися кратковременным (измеряемым часами) существованием барических систем.

Проведенное нами небольшое исследование, в основном логического характера, показало, что существует принципиальная возможность формирования и сохранения типовых гидрологических структур для коротких промежутков времени стационарования барических систем и в реальных океанологических условиях. Этот вывод вытекает из следующих основных соображений.

I. Известно, что своего полного развития куполообразные подъемы и чашеобразные опускания изопикнических поверхностей при циклонических и антициклонических барических системах достигают после сформирования установившихся круговоротов вод. Следовательно, необходимый для процесса образования указанных гидрологических структур промежуток времени по существу должен совпадать с периодом установления в том или ином слое воды ветрового течения; между тем развитие ветро-

вого течения происходит быстро: в поверхностном слое воды уже через 3-4 часа после начала ветра (Соскин, 1962).

2. Вероятность искажения типовых гидрологических структур в результате влияния других океанологических факторов, по-видимому, не является слишком большой. Вихревое движение, сообщенное воде циклонической или антициклонической барической системой, может быть полностью погашено только каким-либо посторонним противоположно направленным вихрем. Изгибы изопянических поверхностей, возникшие в результате существования барической системы, могут быть уничтожены также находящимися в противофазе длинными внутренними волновыми колебаниями. Однако такие совпадения не могут быть частыми в природных условиях.

Исходя из рассмотренных соображений, мы решили путем сопоставления фактических данных, характеризующих синоптическую и гидрологическую обстановку, установить, насколько распространенными в Северном море являются при обычных быстро меняющихся синоптических ситуациях типы гидрологических структур, известные для случаев долговременного стационарирования барических систем.

Несмотря на то, что мы анализировали относительно небольшие пространственные районы и соизмеримые с ними барические системы, все же для случаев быстрой смены синоптической обстановки и при существующей практике выполнения гидрологических разрезов одним судном, оказалось невозможно получить гидрологический материал, который был бы пространственно вполне адекватен синоптическому. Однако мы пришли к заключению, что для правильного "отражения" гидрологической обстановки в области,



занятой барической системой, достаточно иметь разрез из трех (минимально) гидрологических станций, который может охватывать лишь часть указанной области и состоять из какой-либо одной зоны с характерной формой изопикн: подъема, опускания, равномерного наклона, горизонтального положения. В показательности таких разрезов можно убедиться, построив (реально или в воображении) макеты "куполов" или "чаш" изопикнических поверхностей, сделав на них короткие "срезы" и получив при этом зоны изгибов изопикн.

Мы сопоставили с предшествующей синоптической обстановкой 232 таких гидрологических разреза, произведенных во всех промышленных районах моря в разное время года судами Атлантиро и некоторыми иностранными судами в 1965-1969 гг., включая ряд специально выполненных экспериментальных разрезов, работы на которых повторялись 5-10 раз непрерывно (по схеме "туда-обратно") или с перерывами не более суток.

Результаты сопоставления показали, что в восточной части Северного моря в течение всего года, а в западной части в теплую половину года форма изопикн на гидрологических разрезах обуславливается предшествующими барическими системами: ложбинам соответствуют зоны подъема изопикн, гребням - зоны опускания, однородному и размытому барическому полю - зоны однонаправленного наклона или горизонтального положения изопикн. Соответствие наступает в среднем через 3 часа после появления барической системы. Связь выражается коэффициентом корреляции (по качественным признакам), равным 0,84 при уровне значимости  $< 0,05$ .

Глубина зон изгибов изопикн при циклонических и антицикло-



нических барических системах находится в прямой зависимости от длительности существования барической системы и в обратной зависимости от величины градиентов плотности воды по вертикали.

Полученные в главе 2 результаты дают основание полагать, что типы гидрологической структуры, соответствующие условиям длительного стационарирования над морем барических систем, являются в Северном море характерными и для обычных случаев кратковременного квазистационарирования барических систем. В связи с этим появляется возможность прогнозирования формы изопикнических поверхностей (в том числе зон их подъема и опускания) по любой синоптической карте, захватывающей район Северного моря, с заблаговременностью 3 часа, если карта отражает фактическое положение, и с заданной для карты заблаговременностью плюс 3 часа, если карта прогностическая. Знание длительности существования барической системы, а также характера вертикальной стратификации плотности воды позволяет получить представление о степени распространения зон изгибов изопикн в глубину.

В третьей главе рассматриваются зависимости между барическими системами над рыбопромысловыми районами Северного моря и уловами сельди. Поводом для такого рассмотрения послужили имеющиеся к настоящему времени сведения о приуроченности рыбных концентраций к зонам подъема и опускания изолиний гидрологических элементов (Рябиков и Фокин, 1969; Барал и Кухоренко, 1970, и др.) и выявленная в главе 2 связь указанных типов гидрологической структуры в Северном море с циклоническими <sup>и антициклоническими</sup> барическими системами.

Для района Норвежского желоба было произведено 158 сопоставлений ежесуточных уловов сельди за два промысловых сезона (январь-март 1963 г и декабрь 1963 г - март 1964 г) с барических системами в районе лова. Данные об уловах были взяты из официальных статистических сводок. Использовались не абсолютные величины уловов, которые могли изменяться по биологическим причинам, а отношения уловов от суток к суткам. Отношения уловов были сгруппированы в зависимости от того, наблюдались ли в смежных сутках барические системы одного и того же или разного вида. Оказалось, что при однотипности барической обстановки среднее отношение уловов практических равно 1, в случае изменения барической обстановки от ложбины к однородному или размытому полю уловы возрастают в среднем отношении 1,22; от однородного или размытого поля к гребню - в отношении 1,54; от ложбины к гребню - в отношении 1,88. Коэффициент корреляции между отдельными междусуточными отношениями уловов и указанными средними отношениями (последние в данном случае можно интерпретировать как индексы изменения барической обстановки) оказался равным 0,80 при уровне значимости  $< 0,001$ . Следовательно, в зимний период промысла сельди в Норвежском желобе благоприятными для уловов барическими системами являются гребни, а неблагоприятными - ложбины.

Для районов западной части Северного моря, в которых лов сельди ведется в летне-осенний период, было произведено сопоставление месячных уловов сельди в мае-октябре 1965 и 1966 гг с соответствующими числами дней с циклоническими и антициклоническими барическими системами (точнее, с разностями между первыми и вторыми, названными нами "синоптическими показателями".)

Данные об уловах были получены из официальных изданий Международного Совета по изучению моря (ИКЕС). Сопоставление уловов и синоптических показателей производилось корреляционным методом в двух аспектах: внутригодовом и межгодовом. Междумесечные отношения уловов одного и того же года в первом случае и межгодовые отношения уловов одного и того же месяца во втором случае коррелировались с соответствующими разностями синоптических показателей. Корреляционным вычислениям предшествовало исключение влияния на уловы биологических причин, для чего из фактических внутригодовых отношений уловов вычитались найденные в гл. I средние многолетние отношения, а из фактических межгодовых отношений — среднее межгодовое отношение, вычисленное по всем районам и месяцам. Результаты корреляционного анализа позволили установить, что почти для всей западной части моря и для большей части промыслового периода наблюдается тесная связь между уловами сельди и синоптическими показателями. Коэффициенты корреляции имеют величины от 0,76 до 0,99 при уровнях значимости от 0,01 до 0,001 (в зависимости от районов, периодов и способов лова и от аспекта сопоставления). В отличие от зимнего периода промысла в Норвежском желобе, в летне-осеннее время в западной части Северного моря уловам благоприятствуют циклонические барические системы (ложбины) и не благоприятствуют антициклонические (гребни). Уровень влияния барических систем на уловы следующий: при разнице синоптических показателей в сравниваемых месяцах, равной 1 (½ I ложбина или гребень), уловы различаются на 8-10%.

Обусловленность уловов сельди в Северном море барическими системами, очевидно, следует объяснять производимым последними

гидрологическим эффектом, рассмотренным в гл.2. В частности, хорошие уловы в период зимнего промысла сельди в Норвежском желобе при барических гребнях, вероятно, связаны с тем, что чашеобразное опускание изопикнических поверхностей приводит к образованию зон максимальных градиентов океанологических характеристик в промежуточных слоях воды, то есть там, где в это время большей частью находится сельдь. Повышение уловов в летне-осеннем периоде промысла в западной части Северного моря при барических ложбинах, по-видимому, вызывается тем обстоятельством, что основная часть сельди летом питается, а зоны куполообразного подъема изопикнических поверхностей обладают обильным кормовым потенциалом.

Убедившись как в гидрологическом, так и в рыбопромысловом эффекте, сопутствующем барическим системам в Северном море, мы в главе 4 исследовали типичные синоптические ситуации, характеризующиеся установлением барических систем над промысловыми районами моря.

С этой целью проведена детализированная по районам типизация барических полей над Северным морем. Материалами для типизации послужили синоптические карты-кольцовки (около 3000) для четырех сроков каждых суток 1965-1966 гг. В основу типизации было положено распределение и ориентация барических систем (циклонических, антициклонических, однородного и разнотого поля) над районами Северного моря. По признаку наибольшей повторяемости выделено 30 основных типов барических полей, которые в свою очередь оказалось возможным объединить в три группы на основе принадлежности того или иного типа поля к системе наиболее общего распределения атмосферного давления

и соответственно ветровых потоков над морем. "Южная" группа барических полей характеризуется более низкими значениями давления в западной части моря, более высокими в восточной части и преобладанием над морем южных, юго-западных и юго-восточных ветровых потоков. Для "северной" группы показательное почти противоположное распределение давления, которое определяет установление над большей частью моря северных, северо-западных и западных ветров. При полях "восточной" группы более низкое давление отмечается над южными районами моря, более высокое - над северными, а господствующие ветровые потоки - восточного и северо-восточного направлений.

Практически важным результатом проведенной типизации является то, что каждой из групп барических полей оказались присущими свои особенности дислоцирования по районам моря циклонических и антициклонических барических систем. Так, при барических полях "южной" группы над северо-западным (Шотландским) районом моря в 56% случаев наблюдаются ложбины, а над Норвежским желобом в 45% случаев - гребни; для полей "северной" группы характерно обратное указанному соотношению барических систем и т.д. Коэффициент средней квадратической сопряженности (по Пирсону) между группами барических полей и повторяемостью в промысловых районах моря циклонических и антициклонических барических систем оказался равным 0,83 при уровне значимости  $< 0,001$ .

Выделенные группы барических полей обнаруживают связь с разновидностями основных форм атмосферной циркуляции - элементарными синоптическими процессами по классификации Вангенгейма (1935, 1952). В наличии указанной связи качественно убеждают данные о преобладающей продолжительности групп барических по-



лей, равной 1-4 суткам и совпадающей с обычной длительностью ЭСП, а также сходство барических ситуаций, соответствующих выделенным группам, со сборно-кинематическими картами определенных групп ЭСП. Количественный аспект связи найден нами путем вычисления повторяемости групп барических полей при различных ЭСП (по материалам ежедневных синоптических карт за 1965-1966 гг и "Каталога макросиноптических процессов"); коэффициент средней квадратической сопряженности связи (по Пирсону) равен 0,67 при уровне значимости  $< 0,001$ .

В пятой главе излагается разработанный на основе связей, полученных в предыдущих главах, метод прогнозирования уловов сельди с суточной заблаговременностью для зимнего периода промысла в Норвежском желобе и с заблаговременностью от одного месяца до одного года для летне-осеннего периода лова в районах западной части Северного моря.

Произведена оценка применимости в прогностических целях связей между барическими системами и уловами сельди. Она осуществлялась путем сравнения (в пределах всего использованного ряда наблюдений) средних квадратических ошибок отношений уловов по найденным связям с соответствующими ошибками междусуточных инерционных (для Норвежского желоба) и упоминавшихся межмесячных климатологических (для западной части моря) отношений. Результаты оценки показали, что расчетная обеспеченность методических прогнозов удовлетворяет существующим критериям.

Составлены прогностические уравнения и расчетные схемы прогнозов. В качестве аргументов в них используются величины уловов исходных суток или месяцев в том или ином районе и по-



казатели барической обстановки в исходных и прогнозируемых районах и отрезках времени. Коэффициентами служат количественные параметры связей между барическими системами и уловами, найденные в гл.3. Предусматривается допуск на методически обусловленные погрешности прогнозов. Для случаев долгосрочного прогнозирования в уравнения и схемы введены показатели, учитывающие изменения уловов по биологическим причинам (средние многолетние межмесячные отношения уловов или данные биологического прогноза).

Необходимые для применения прогностических уравнений и схем сведения об ожидаемой барической обстановке предусмотрено получать, используя данные центральных прогностических учреждений СССР (Гидрометцентра, Арктического и Антарктического ГМЦ). Определение вида барической системы в прогнозируемых сутках при краткосрочном прогнозировании уловов в Норвежском желобе можно производить по распространяемым Гидрометцентром факсимильным синоптическим картам с заблаговременностью 24 или 36 часов. Данные о числе дней с циклоническими и антициклоническими барическими системами в прогнозируемом месяце, требующиеся при долгосрочном прогнозировании уловов в районах западной части моря, не могут быть получены непосредственно из прогностических карт ГМЦ и ААНИИ. Поэтому нами предложен способ нахождения указанных характеристик по годам-гомологам, используемым при составлении фонового метеорологического прогноза ААНИИ. Выбор данного прогноза обусловлен тем, что подбор годов - гомологов для него производится с учетом течения элементарных синоптических процессов, с которыми, как было выяснено, связаны барические ситуации над Северным морем. Следя-

ния о барических системах в нужном месяце и районе моря можно получать путем их непосредственного подсчета по соответствующим картам годов-гомологов, можно также пользоваться характеристиками числа дней с типовыми группами барических полей и характеристиками ЭСН гомологичных месяцев с последующим переходом к количеству барических систем по расчетным связям, найденным в гл.4.

Прогностические уравнения для уловов сельди были проверены (с применением синоптических прогнозов) на независимых материалах (декабрь 1964 г для Норвежского желоба и май-октябрь 1967 г для западной части моря). Были составлены 20 прогнозов о заблаговременности 1 сутки для Норвежского желоба, 21 прогноз о заблаговременности от 1 до 5 месяцев и 18 прогнозов о заблаговременности 1 год для западной части моря. Оправданность проверочных прогнозов оказалась равной 65%, 67% и 83% соответственно. Полученные результаты позволяют считать предложенный метод прогнозирования уловов сельди в Северном море применимым в оперативной практике.

В заключении подведены основные итоги работы. Делается вывод о том, что использованный в работе подход к изучению гидрологических и рыбопромышленных показателей на основе рассмотрения связей между ними и видами барических систем, а также некоторые результаты, касающиеся воздействия барических систем на гидрологическую структуру и эффективность лова рыбы, в своей принципиальной части могут иметь не только региональное, но и общее значение.

Отдельные разделы диссертационной работы изложены в следующих публикациях автора.

1. Возможности прогнозирования уловов сельди в Норвежском желобе Северного моря в зависимости от синоптических условий. В сборнике "Атлантический океан. Рыболовско-вые исследования". Вып. I. АтлантНИРО. Калининград, 1969.

2. Барические поля, гидрологические условия и промысел сельди в Норвежском желобе (Северное море). АтлантНИРО, Калининград, 1969.

3. Связь между синоптическими условиями и выловом сельди в Северном море. Труды АтлантНИРО, вып. 34. Калининград, 1971.

4. Типы барических полей над Северным морем. Труды АтлантНИРО, вып. 34. Калининград, 1971.

5. Выявление возможности прогнозирования поля давления над Северным морем с помощью метода разложения по естественным составляющим. Труды АтлантНИРО, вып. 34. Калининград, 1971. В соавторстве с В.Н.Яковлевым.

6. О роли барических систем в формировании гидрологических условий (на примере Северного моря). Труды АтлантНИРО, вып. 34. Калининград, 1971.



Ответственный за выпуск Л.А. КРУГЛОВ

---

329 Подписано к печати 2/III-72г. КУ 03159 Формат 60x90 1/16  
0,75 печ. л. Бесплатно Тираж 200

---







