

and the efficiency of the trawl system. Besides, the impact of each type of the trawl systems and influence of diurnal time on the assessment index of the abundance of fish stocks are evaluated. By using the data obtained it is possible to recommend an optimum regime of exploitation of the standard trawl to make the range of errors in the assessment of fish stock narrower.

УДК 639.2.081.117.004.17:639.2.03

КОНТРОЛЬ КОНЦЕНТРАЦИИ РЫБЫ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ТРАЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Г. Е. Биденко, В. Ф. Иванова, Б. К. Мотузенко

Учет изменения концентрации рыбы и промысловой обстановки на испытательном полигоне при определении эффективности работы траловых систем является одной из задач сравнительных испытаний. Этот контроль проводится с помощью дисперсионного анализа и выборочного метода [6, 7]. Для более полного анализа используются методы математического планирования эксперимента [1].

При описании модели процесса учтена зависимость улова от концентрации рыбы, конструкции и режима работы трала, типа судна [3, 4, 5], а также логнормальное распределение частот улова, относенного к единице времени [2]:

$$Y_{ijklm} = M + A_i + B_j + C_k + D_l + AB_{ij} + AC_{ik} + AD_{il} + BC_{jk} + BD_{jl} + CD_{kl} + E_{(ijkl)m} \quad (1)$$

где $Y_{ijklm} = \ln x_{ijklm}$ — логарифм улова;

M — логарифм общей средней совокупности;

A_i — эффект от неравномерности распределения рыбы;

B_j — эффект от изменения концентрации рыбы во время испытаний;

C_k — эффект судна;

D_l — эффект трала;

AB_{ij} , AC_{ik} и т. д. — двойные взаимодействия исследуемых факторов (неравномерности распределения рыбы, изменения ее концентрации, типа судна, конструкции трала);

$E_{(ijkl)m}^*$ — ошибка.

Сумма отклонений по каждому фактору характеризует степень его влияния на улов.

Неравномерность распределения рыбы контролируется по квадратам, на которые подразделяется испытательный полигон, а концентрация — по дням лова. При этом учесть обстановку можно или предварительной оценкой распределения рыбы в квадрате, или оценкой обстановки совместно с испытанием траловых систем. В первом случае необходимы минимум 16 тралений одним тралом с одного судна (один фактор \times один уровень \times четыре повторения \times четыре квадрата); во втором случае при оценке двух тралов с двух судов в каждом из четырех квадратов ставится полный факторный эксперимент типа $2 \times 2 \times 3 = 12$ тралений (два фактора \times два уровня \times три повторения комбинаций). Весь эксперимент для проверки неравномерности распределения рыбы вместе с испытанием траловых систем (методика-2) содержит 48 тралений. Схема проведения тралений в одном квадрате приведена в табл. 1.

* Все взаимодействия высших порядков, включая и тройные, как маловероятные, отнесены к ошибке $E_{(ijkl)m}$.

Схема тралений

Комбинация	Судно	Трал	Улов
(1)	1	1	
a	2	1	$x_{111}; x_{112}; x_{113}$
b	1	2	$x_{211}; x_{212}; x_{213}$
ab	2	2	$x_{121}; x_{122}; x_{123}$ $x_{221}; x_{222}; x_{223}$

Работы проводятся в каждом квадрате в течение дня, при этом с каждого судна должно быть сделано шесть тралений (по три каждому тралом). Для уменьшения влияния случайных факторов порядок проведения тралений рандомизирован. С этой целью квадрат делится на более мелкие, которые нумеруются (рис. 1) и с помощью таблицы случайных чисел для каждого судна в отдельности определяются номера мелких квадратов, в которых необходимо провести траления.

Для оценки неравномерности распределения рыбы рассчитывается сумма квадратов отклонений по квадратам (обработка результатов проводится в логарифмических единицах):

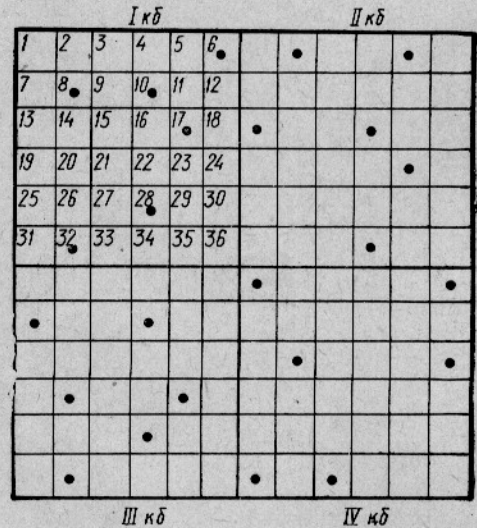


Рис. 1. Пример выбора мест траления:
I-IV — крупные квадраты; 1-36 — номера мелких квадратов.

$$Q_k = \frac{\sum_{i=1}^4 (T_{i...})^2}{r P q W} - \frac{(\Sigma_{об})^2}{n}, \quad (2)$$

где $T_{i...}$ — сумма уловов по квадратам;
 r — число повторных тралений ($r=3$);
 P — число тралов ($P=2$);
 q — число судов ($q=2$);
 W — число дней работы в квадрате;
 n — общее число тралений.

Для оценки изменения концентрации рыбы за дни работы рассчитывается сумма квадратов отклонений по дням лова

$$Q_{дн} = \frac{\sum_{j=1}^W (T_{.j..})^2}{4r P q} - \frac{(\Sigma_{об})^2}{n}, \quad (3)$$

где $T_{.j..}$ — сумма уловов по дням лова.

Сумма квадратов отклонений по остальным неучтенным (случайным) факторам равна

$$Q_{сл} = \sum_{ijklm} (Y_{ijklm})^2 - \frac{(T_{ijkl})^2}{r}, \quad (4)$$

где T_{ijkl} — сумма уловов трех повторных тралений.

Значимость влияния проверяется по F — критерию Фишера [7]. При условии, что

$$F_k = \frac{Q_k}{f_k} : \frac{Q_{сл}}{f_{сл}} < F_{табл}; \quad (5)$$

$$F_{дн} = \frac{Q_{дн}}{f_{дн}} : \frac{Q_{сл}}{f_{сл}} < F_{табл},$$

где $f_k = 4 - 1 = 3$;

$f_{дн} = W - 1$;

$f_{сл} = 4PqW(r - 1)$,

концентрация рыбы во время испытаний изменялась не существенно, а ее распределение по квадратам — равномерно. В этом случае материал испытаний траловых систем считается надежным, в противном — распределение рыбы неравномерно и результаты испытаний несравнимы.

При неравномерном распределении рыбы выявляется промысловый квадрат, отличный от остальных. С этой целью разности между двумя средними уловами по квадратам ($\bar{Y}_I - \bar{Y}_{II}$; $\bar{Y}_I - \bar{Y}_{III}$; $\bar{Y}_I - \bar{Y}_{IV}$; $\bar{Y}_{II} - \bar{Y}_{III}$; $\bar{Y}_{II} - \bar{Y}_{IV}$; $\bar{Y}_{III} - \bar{Y}_{IV}$) сравнивают с предельной ошибкой [6]

$$\varepsilon = t S, \quad (6)$$

где t — нормированное отклонение;

$$S = \sqrt{\frac{2Q_{сл}}{f_{сл}U}}$$

U — число факторов и их взаимодействий.

При $|\bar{Y}_{i+1} - \bar{Y}_i| > \varepsilon$ различие между средними уловами считается существенным, что указывает на неоднородность распределения рыбы в одном из квадратов. Материалы этого квадрата исключаются из дальнейшей обработки.

Рассмотрим результаты испытания двух американских тралов «Янки-36» и «Янки-41» с двух судов «Белогорск» (СССР) и «Альбатрос» (США) в 1974 г., которые проводились на полигоне площадью 10×10 миль с одинаковыми глубинами (90 м). Испытательный полигон составлен из четырех промысловых квадратов, в каждом из которых работали по двое суток ($W=2$). В течение суток в одном квадрате проведено по 16 ($2 \times 2 \times 4$) получасовых тралений (8 тралений с каждого судна), всего 32 траления (16 тралений днем и 16 ночью).

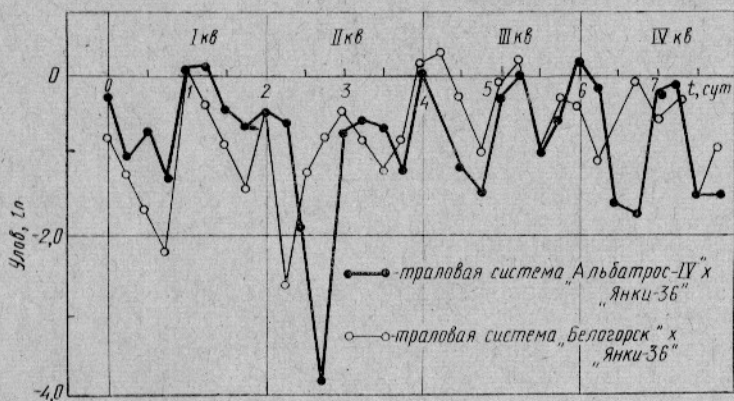


Рис. 2. Колебание уловов по квадратам и суткам (в логарифмических единицах).

Колебания уловов в квадратах (рис. 2) привели к необходимости проверки распределения рыбы. По результатам испытаний рассчитывали суммы квадратов отклонений для промысловых квадратов по формуле (2): $Q=2,33$; дней лова — по формуле (3); влияния концентрации на улов по формуле (5) $F_h=5,32 > F_{0,95}=2,74$, $F_{дл}=2,67 < F_{0,95}=3,98$ (табл. 2). Проверка показала, что концентрация рыбы в квадратах практически не изменялась, а неравномерность незначительна (влияние ее на улов 4%).

Таблица 2

Влияние отдельных факторов на величину улова

Факторы	Число степеней свободы	Сумма квадратов отклонений	Средний квадрат отклонений	$F_{оп}$	$F_{0,95}$	Степень влияния, %
<i>I, II, III, IV квадраты</i>						
Распределение рыбы по квадратам	3	2,33	0,78	5,32	2,74	4
Концентрация рыбы	1	0,40	0,40	2,67	—	—
Рыболовная система	3	24,51	8,17	55,82	2,74	38
Время суток	1	5,10	5,10	24,94	3,98	8
Взаимодействия						
рыболовная система ×	3	3,95	1,32	9,01	2,74	6
× время суток						
рыболовная система ×	9	4,33	0,48	3,29	2,01	7
× распределение рыбы						
рыболовная система ×	3	1,44	0,48	3,29	2,74	2
× концентрация рыбы						
Все тройные взаимодействия	27	10,79	0,40	2,67	1,61	17
Остальные факторы	77	10,76	0,15	—	—	17
Общее	127	63,61	—	—	—	—
<i>I, III, IV квадраты</i>						
Распределение рыбы по квадратам	2	0,10	0,05	0,28	3,12	—
Концентрация рыбы	1	0,004	0,004	0,02	3,97	—
Рыболовная система	3	16,28	5,43	30,17	2,73	37
Время суток	1	5,00	5,00	27,78	3,97	11
Взаимодействия						
рыболовная система ×	3	4,47	1,49	8,29	2,73	10
× время суток						
рыболовная система ×	6	3,53	0,59	3,28	2,22	8
× распределение						
рыболовная система ×	3	1,91	0,64	3,56	2,73	4
× концентрация						
Остальные факторы	76	13,35	0,18	—	—	30
Общее	95	44,64	—	—	—	—

Сравнение средних уловов по квадратам ($\bar{Y}_I = -0,187$; $\bar{Y}_{II} = -0,463$; $\bar{Y}_{III} = 0,262$; $\bar{Y}_{IV} = -0,180$) выявило более низкую концентрацию рыбы во втором квадрате (при $P=0,95$).

Контроль концентрации рыбы при испытании позволил более точно выявить влияние различных факторов (рыболовная система, время суток) на величину улова при исключении второго квадрата, а также уменьшить влияние неучтенных факторов (тройные взаимодействия + остальные факторы) в разобранным случае с 34 до 30% (табл. 2).

Выводы

1. Контроль за состоянием промысловой обстановки с достаточной степенью точности возможен с помощью методов дисперсионного анализа.

2. Участки полигона испытаний с неравномерным распределением рыбы надежно устанавливаются выборочным методом.

3. Методика учета промысловой обстановки показала хорошие результаты при сравнительных испытаниях траловых систем в морских условиях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Громовский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1971. — 283 с.

2. Аксютин З. М., Дропацкий Ж. Я. Математическая модель распределения уловов рыб. — Сборник научно-технической информации ВНИРО, 1968, вып. 8, с. 87—92.

3. Биденко Г. Е. О степени точности результатов технических испытаний тралов. — Труды АтлантНИРО, вып. XXXII, с. 81—106.

4. Кадильников Ю. В. О вероятностных критериях эффективности орудий лова. — Рыбное хозяйство, 1973, № 10, с. 44—48.

5. Лукашов В. И. Математическая модель операций лова рыбы. — Рыбное хозяйство, 1971, № 11, с. 89—91.

6. Политова И. А. Дисперсионный, корреляционный анализ в экономике. М.: Экономика, 1972. — 222 с.

7. Хикс Ч. Основные принципы планирования эксперимента. — М.: Мир, 1967, — с. 406.

CONTROL OF CONCENTRATION OF FISH IN TESTS OF TRAWL SYSTEMS

Bidenko G. E., Ivanova V. F., Motuzenko B. K.

SUMMARY

The results of tests of trawl systems are dependent, to a large extent, upon distribution and variations in the concentration of fish on the ground. It is shown that variations in the concentration of fish can be taken into account in fishing situation varying in space and time. The test method is worked out on the basis of the theory of the experiment planned. The results are treated by means of the dispersion analysis.

УДК 639.2.081.1.001.4:639.2.081.117

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ЗАГРУЗКИ НА СТЯЖНОМ ТРОСЕ КОШЕЛЬКОВОГО НЕВОДА

Э. А. Карпенко, В. И. Дудов

Промысловая мощность кошелькового невода определяется объемом воды, обловленным в процессе кошелькования.

В предыдущих работах [10] за промысловую мощность кошелькового невода ориентировочно принимался объем воды, обметанный неводом длиной L , нижняя подбора которого погрузилась на глубину, равную его высоте в посадке H , т. е. объем цилиндра $V = \frac{L^2 H}{4\pi}$. В действительности объем, обловленный неводом, в результате деформации стены невода и подъема его нижней подборы при кошельковании меньше по сравнению с принятым.

В связи с этим при подсчете объема воды, облавливаемого неводом, необходимо учитывать изменения его формы при стягивании колец. Изучением формы невода при кошельковании занимались как отечественные, так и зарубежные исследователи [1—4, 8, 9, 12—14];