

## ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ПОЙМЕННЫХ ВОДОЕМОВ

Д.С. Павлов<sup>1</sup>, А.Д. Мочек<sup>1</sup>, Э.С. Борисенко<sup>1</sup>, А.И. Дегтев<sup>2</sup>, С.И. Студенов<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Учреждение Российской академии наук Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова РАН, г. Москва, Россия, e-mail: esborisenko@gmail.com

<sup>2</sup> ООО «ПромГидроакустика», г. Петрозаводск

<sup>3</sup> СевПИНРО, г. Архангельск

Во время паводка на всех речных системах большинство рыбного населения устремляется из водотоков на пойменные акватории для размножения и нагула. Здесь, в пойменных водоемах, рыбы, на различных этапах жизненного цикла, находят необходимые жизненные ресурсы: созревшие производители – нерестовый субстрат; взрослые особи – обильную кормовую базу; развивающаяся молодь – необходимые условия для развития. В дальнейшем, по мере схода воды, рыбы разных видов, возрастов и экологических групп, в определенной очередности, покидают пойменные водоемы и расселяются по руслу реки (Иоганзен, 1972).

Пойменные водоемы различаются между собой по генезису, длительности затопления, имеют различные размеры и форму. Вместе с тем, характерной чертой практически всех водоемов подобного типа является их малая глубина. По этой причине изучение биологических ресурсов пойменных акваторий крайне затруднено в методическом плане. В частности, важнейшие особенности экологии рыб, состав, распределения и динамика их сообществ исследованы, преимущественно на качественном уровне.

В настоящей работе для изучения рыбного населения мелководных пойменных акваторий Западной Сибири предложен надежный и высокопроизводительный гидроакустический метод с использованием многолучевой сканирующей системы комплекса «PanCor». До разработки этого научно-исследовательского комплекса применение гидроакустического метода учета рыб на пойменных акваториях не представлялось возможным. Экспериментальные гидроакустические съемки по количественной оценке рыбного населения мелководных акваторий с глубинами около 1 м проводили на двух типах пойменных водоемов в бассейне Нижнего Иртыша – протоке Варпак и озере Арынное.

### Аппаратура и методика

Гидроакустический высокочастотный программно-технический комплекс «PanCor» предназначен для количественной оценки рыб мелководных акваторий в режиме эхометрических съемок. Пространственное распределение рыб определяется при помощи многолучевой высокочастотной сканирующей системы, установленной на плавающем средстве. Состоит из гидроакустического, программно-управляемого высокочастотного генератора-приемника с многолучевой антенной, навигационного приемника системы GPS, специализированного математического обеспечения. Высокочастотное акустическое сканирование водного пространства может осуществляться как в горизонтальной плоскости под любым заданным углом, так и в вертикальной в направлении дна или поверхности воды. Определение размерного состава рыб осуществляется по методу измерения силы цели рыб «in situ» сканирующими гидроакустическими системами (Борисенко, 2008) с использованием уравнений регрессии, полученными для наиболее массовых рыб Обь-Иртышского бассейна (Borisenko et al, 2006)

Основные технические характеристики экспериментального комплекса «PanCor»:

рабочая частота – 445 КГц, длительность зондируемых импульсов от 0.1 до 0.8 мс; электрическая мощность на антенне от 20 до 80 Вт; ширина диаграммы направленности одиночного луча сканирующей антенны на уровне – 3 дБ 10°, ширина сектора обзора водной среды – 70° и 210°;

диапазоны дальности программно-переключаемые от 2 до 20 м; возможность работы в режимах горизонтальной и вертикальной локации, при любом наклоне диаграммы направленности антенны; частота дискретизации эхосигнала – до 100 КГц, с разрядностью АЦП – 14 бит; определение координат осуществляется непрерывно спутниковым навигационным приемником GPS, подключенным к компьютеру-ноутбуку; электрическое питание – +/- 12 В.

Экспедиционная программа управления позволяет с компьютера-ноутбука устанавливать режимы работы комплекса, осуществлять ввод и хранение данных цифрового представ-

ления эхосигнала, а также координат местоположения через порт USB. Визуализация подводной обстановки в виде движущейся эхограммы – интегральной и по секторам. Обработка первичной цифровой информации по гидроакустической регистрации рыб комплексом «PanCor»: цифровая фильтрация эхосигнала с целью подавления реверберационных помех (фильтр низких частот); кластерный анализ выделенных эхосигналов от рыб Специализированное программное обеспечение камеральной обработки использует современные программные геоинформационные продукты, такие как «MapViewer», «MapInfo», «Sigferg», «Vox1eg» и другие. В результате эхометрических съемок акватории реки строятся карты-планшеты пространственного распределения семги на обследованном участке реки, определяется общая численность рыбы и ее размерный состав.

### Результаты и обсуждение

**Пойменная протока Варпак.** Протяженность исследованной акватории составляет около 2 км, а глубины, в среднем, не превышают 1 м. Работы проводились в период с 1 по 4 июля 2008 года на акватории р. Варпак в светлое и темное время суток.

Эхометрические съемки проводили в горизонтальном режиме сканирования многолучевой антенной в секторе от  $70^{\circ}$  до  $210^{\circ}$ . Видовой состав рыбного населения определяли на основе результатов обловов озера ставными сетями и мальковым тралом. На рис.1. представлены характерные эхограммы регистрации рыб комплексом «PanCor» в темное время суток.

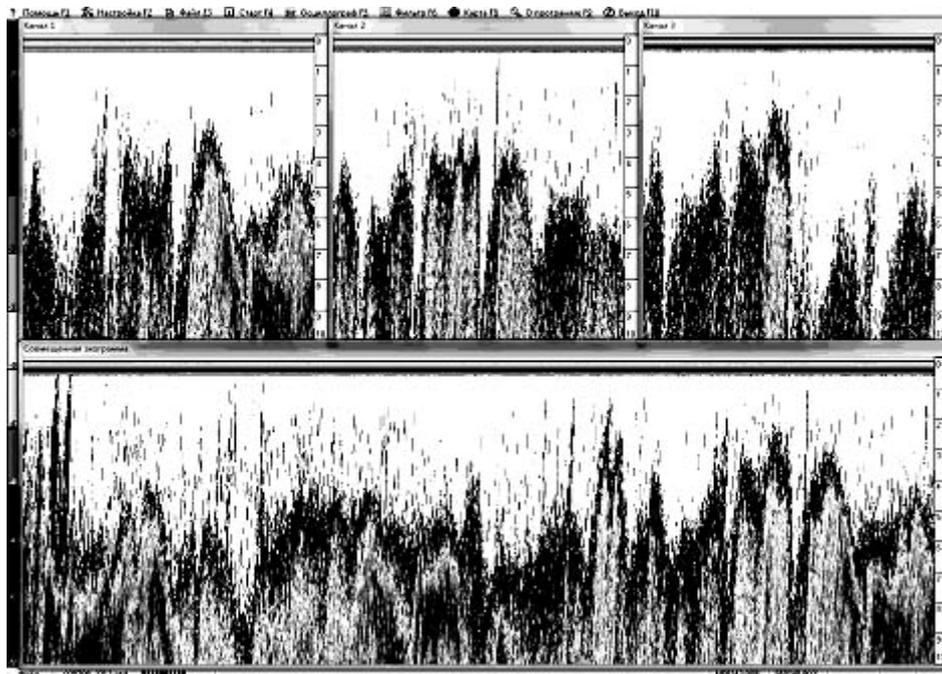


Рис. 1. Характерная эхограмма регистрации разноразмерной рыбы комплексом «PanCor», в протоке Варпак

Размещение рыб в протоке Варпак имеет агрегированный характер, вне зависимости от времени суток (рис. 2. и 3.).

Как свидетельствуют представленные планшетные схемы, рыбы в протоке Варпак формируют центры повышенной концентрации – 6 участков днем и 15 участков ночью. При сопоставлении результатов гидроакустических съемок в разное время суток выявляется контрастное увеличение общей численности рыб, а также плотности их скоплений в сумеречно-ночное время, сравнительно со светлым временем суток. Размерный состав рыбного населения протоки Варпак характеризуется численным преобладанием молоди с длиной тела от 5 см до 10 см. (рис. 4).

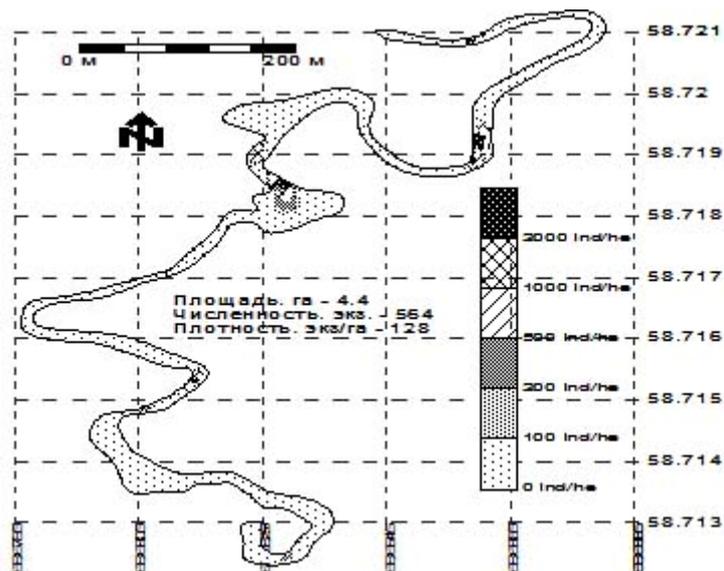


Рис. 2. Планшет дневного распределения рыбы в протоке Варпак

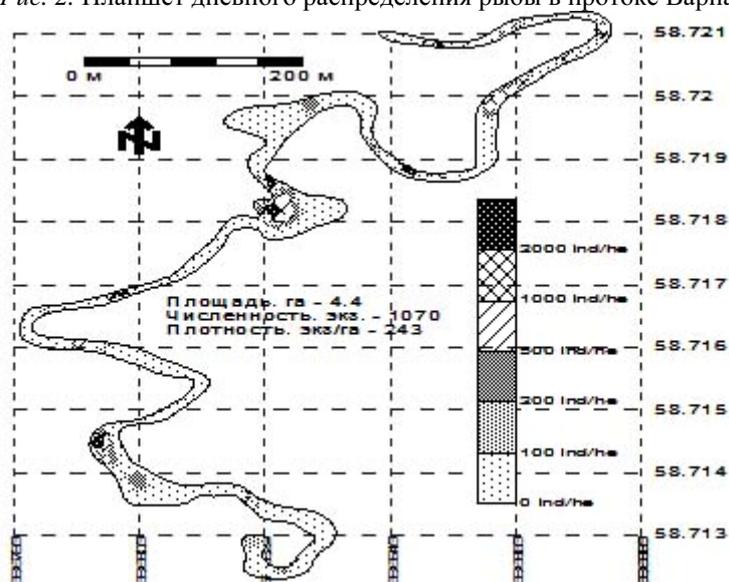


Рис. 3. Планшет ночного распределения рыбы в протоке Варпак

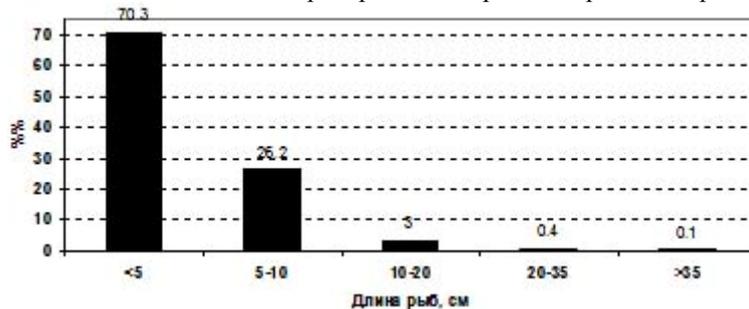


Рис. 4. Гистограмма размерного состава рыбного населения протоки Варпак

Протока Варпак соединяет обширные пойменные массивы с магистральным руслом р. Иртыш. Перемещение рыб вниз по течению – интенсивный скат молоди из Варпака, наблюдался в сумеречно-ночное время. Нарастание численности покатной молоди имело место с наступлением ночи – с 23 до 24 часов местного времени, а резкое уменьшение числа скатывающейся молоди наблюдалось ранним утром – с 4 до 5 часов. Таким образом, находит отражение универсальная закономерность преимущественно ночной ритмики покатной миграции молоди. Днем перемещения рыб

из протоки Варпак в Иртыш происходили с малой интенсивностью. Наблюдения показали, что количество рыб (*Cyprinidae*, *Percidae*, *Esocidae*), скатывающихся в Иртыш из пойменной акватории в 3 раза превышало число особей, проходящих из основного русла. Ход рыб против течения, из Иртыша в Варпак, т.е. на акваторию поймы, носил в течение суток равномерный характер. Абсолютное большинство рыб, перемещавшихся по Варпаку вниз и вверх по течению, было представлено ранней молодью с линейными размерами от 2 до 8 см. В целом перемещения рыб носили неравномерный характер – с периодичностью 2 – 3 ч фиксировали интенсификацию хода рыб. Наиболее массовую размерную когорту рыб, проходивших в протоку, составляли рыбы с длиной тела 6 – 25 см – годовики и двух летки ельца (*Leuciscus leuciscus*), язя (*Leuciscus idus*) и плотвы (*Rutilus rutilus*).

**Пойменное озеро Арынное.** Гидроакустические съемки акватории осуществляли в режиме горизонтального сканирования по сетке галсов в дневное и ночное время. Видовой состав рыбного населения определяли на основе результатов обловов озера ставными сетями и мальковым сачком. Пойманные рыбы подвергались биологическому анализу. Всего было выловлено и проанализировано более 500 экз рыб, в том числе молоди – 98 экз. Сбор полевого материала проводили в июле 2008 г.

Уровень весеннего паводка 2008 года был невысок, поэтому, в период наших исследований рыбное население озера Арынное было представлено преимущественно – серебряным карасем (*Carassius auratus gibelio*) – (98,3%) и небольшим количеством золотого карася (*Carassius carassius*) – (1,7%).

Акватория этого пойменного водоема составляет около 20 га, при средних глубинах 1–2 м. В годы высокого паводка озеро соединяется с руслом Иртыша и, в летне-весенний период происходит его заселение представителями речной ихтиофауны. Однако в течение зимы на озере происходит замор – соответственно, реофильные рыбы погибают и остаются только устойчивые к дефициту кислорода караси. Таким образом, в промежутки между высокими паводками, рыбное население этого водоема представлено лишь одним видом. Характерные эхограммы регистрации рыб комплексом «PanCog» в темное время суток представлены на рис.5.

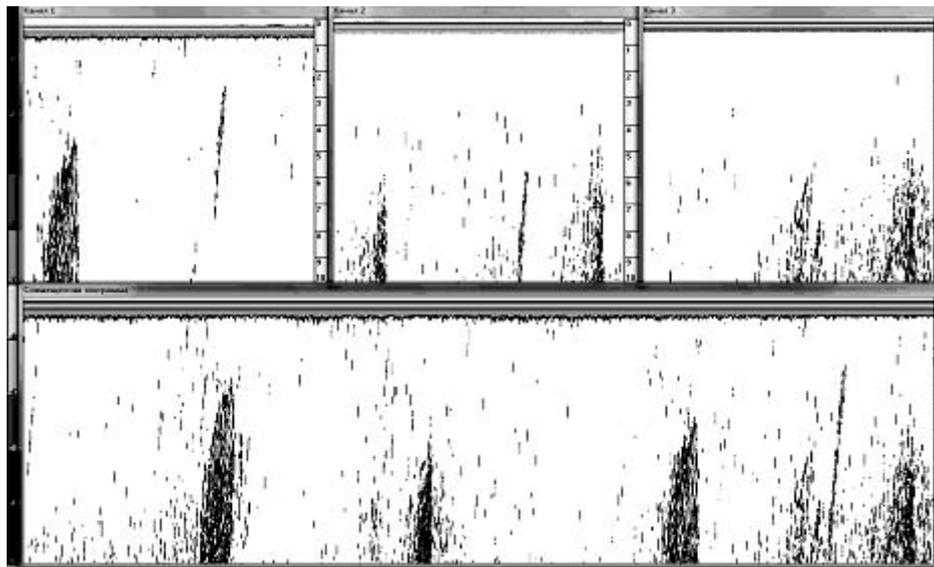


Рис. 5. Характерная эхограмма регистрации разноразмерной рыбы комплексом «PanCog», оз. Арынное, темное время суток.

На планшетах отражен характер размещения рыб на акватории озера Арынное, представлены общая численность и плотность скоплений рыб днем, (рис. 6) и ночью (рис. 7). Караси совершают суточные кочевки, с активным освоением открытых участков озера и формированием больших скоплений в темное время суток.

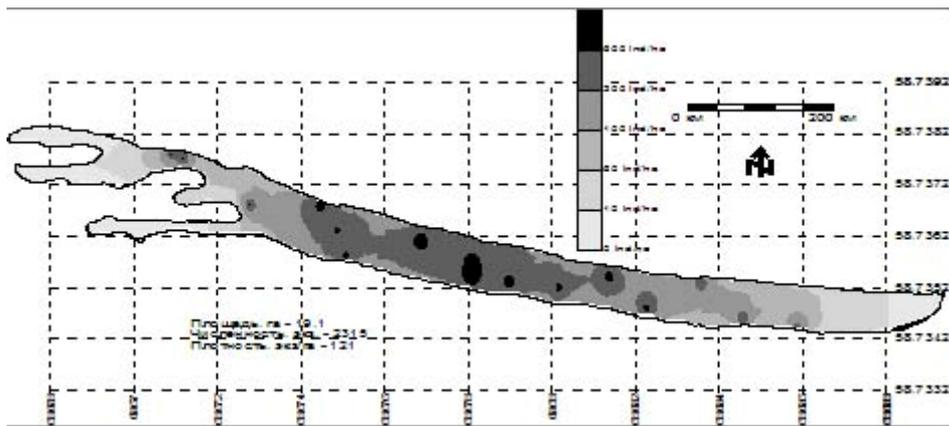


Рис. 6. Планшет дневного распределения рыбы на обследованной акватории оз. Арынное

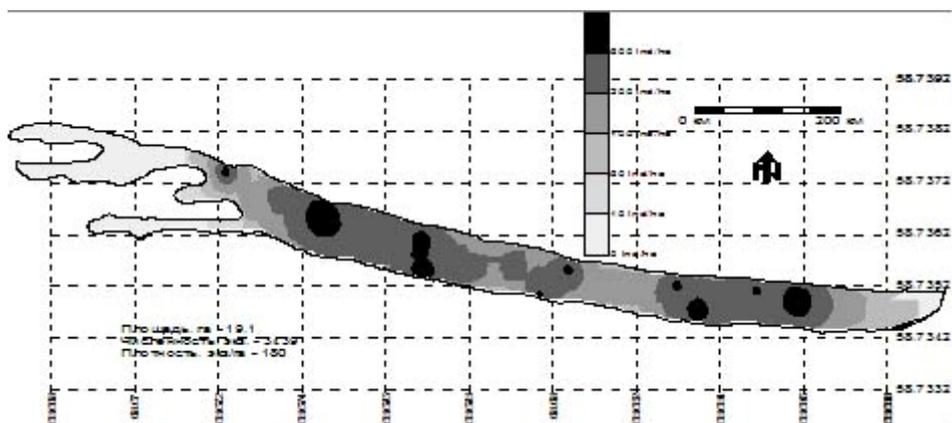


Рис. 7. Планшет ночного распределения рыбы на обследованной акватории оз. Арынное

Согласно результатам гидроакустических съемок популяции карасей, обитающих в этом водоеме, представлена, в основном ранней молодью и сеголетками, а численность относительно крупных особей невелика (рис. 8.).

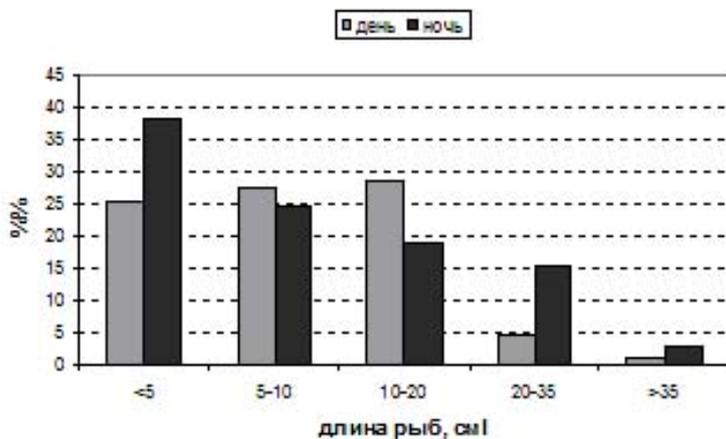


Рис. 8. Размерный состав рыбного населения оз. Арынное

Таким образом, экспериментальные эхометрические съемки, выполненные с помощью высокочастотного многолучевого гидроакустического комплекса «PanCog» в протоке Варпак и пойменном о. Арынное показали уникальные возможности используемой аппаратуры для исследований рыбных ресурсов на мелководных водоемах с глубинами менее 1 м.

## Выводы

Полученные материалы исследований позволили вскрыть закономерности распределения рыб на акваториях мелководных пойменных водоемах, выявить размерный и видовой состав рыбного населения, показать особенности их суточного перераспределения.

## Литература

- Борисенко Э.С. 2008. Измерение силы цели рыб «in situ» с помощью сканирующих гидроакустических систем //Материалы докл. Всероссийской конф. «Гидроакустические исследования на внутренних водоемах», 2–4 декабря 2008 г. Изд. ООО «Принтхаус» 2008. 78 с., с.12–19.
- Иоганзен Б.Г. 1972.//Биологические ресурсы поймы Оби. Новосибирск: Наука. С. 270–291.
- Borisenko E.S, Mochek A.D., Degtev A.I., Pavlov D.S. Hydroacoustic characteristics of mass fishes of Ob-Irtish basin // Journal of Ichthyology; Vol. 46, Suppl. 2. pp.S227–S234. 2006.

## СРАВНЕНИЕ ЛИПИДНЫХ СПЕКТРОВ СЕГОЛЕТОК АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *Salmo salar* L. ИЗ ДВУХ БИОТОПОВ ПРИТОКА АРЕНЬГА (р. Варзуга, Кольский п-ов)

Д.С. Павлов, З.А. Нефедова, А.Е. Веселов, О.Б. Васильева, Т.Р. Руоколайнен, П.О. Рипатти, Н.Н. Немова  
Учреждение Российской академии наук, Институт биологии Карельского научного центра РАН, г. Петрозаводск;  
e-mail: znefed@krc.karelia.ru

## Введение

Ранее нами описаны условия формирования устойчивых фенотипических групп сеголеток лосося, обитающих в разных типах выростных участков реки Варзуга (Павлов и др., 2007). Были выявлены отличия в накоплении отдельных фракций липидов и жирных кислот в зависимости от местообитания, которые в итоге, к концу лета, отражались на размерно-весовых показателях фенотипических групп сеголеток (Павлов и др., 2008). Можно предположить, что в последующем эти различия усиливаются или модифицируются, влияя на сроки смолтификации. В связи с этим представляет интерес проследить дифференцировку сеголеток (0+) лосося по липидному статусу (состоянию комплекса показателей липидного обмена) возникающую уже в первые две недели после активного расселения и перехода личинок в стадию малька. Липидный статус можно рассматривать как один из механизмов формирования внутривидовой разнокачественности атлантического лосося в протяженных и сложных по геоморфологии реках.

Цель данного исследования состояла в сравнительном изучении липидного статуса сеголеток лосося после распределения их из нерестовых гнезд на места постоянного обитания. Сравнивали липидные спектры сеголеток (0+) лосося, не имеющих к концу июня различий в размерно-весовых характеристиках, но обитающих в двух различных по гидрологическим условиям биотопах притока Ареньга (р. Варзуга). Мальки одной генерации после выклева в главном русле р. Варзуга переместились в устье притока Ареньга, а молодь другой генерации выклюнулась в грунте порогового участка р. Ареньга и скатилась ближе к устью на участок под водопадом.

## Материал и методы

Сбор молоди атлантического лосося с двух участков, расположенных в устье и под водопадом в р. Ареньга (66°32'5 с.ш., 36°15'5 в.д.) осуществляли 22 июня 2006 г с помощью аппарата электролова (Fa-2) норвежского производства.

Индивидуальные пробы сеголеток, по 30 экз. с каждого биотопа, тщательно измельчали и фиксировали 96% этиловым спиртом, затем добавляли смесь хлороформ-метанол (2:1) и хранили до анализа в холодильнике при температуре +4°C (Folch et al., 1957). Выделенные общие липиды (P1) сушили до постоянного веса в эксикаторе над фосфорным ангидридом (P2O5) в холодильной камере (при +4°C). Обезжиренный остаток (P2), включающий белки, углеводы, нуклеиновые кислоты, аминокислоты и микроэлементы, также сушили до постоянного веса, но при комнатной температуре.

Общие липиды разделяли на липидные фракции: суммарные фосфолипиды (ФЛ), триацилглицериды (ТАГ), холестерин (ХС), эфиры холестерина (ЭХС). При этом использовали тонкослойные хроматографические пластинки «Silufol» («Kavalier», Чехия) и систему растворителей: петро-