




Рабочая программа по дисциплине «Биохимия липидов. Методы исследования липидов» разработана в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного Приказом Минобрнауки РФ от 30 июля 2014 г. № 871 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации)». Принята на Ученом совете ИБ КарНЦ РАН 18.09.2014 г. протокол № 5.

Разработчики программы:

Директор ИБ КарНЦ РАН,  
главный научный сотрудник  
лаборатории экологической  
биохимии ИБ КарНЦ РАН  
чл.-корр. РАН, профессор, д.б.н.

  
Н.Н. Немова

Заместитель директора по научной  
работе ИБ КарНЦ РАН,  
руководитель Отдела аспирантуры,  
ведущий научный сотрудник  
лаборатории экологической биохимии  
ИБ КарНЦ РАН  
к.б.н.

  
О.В. Мещерякова

Главный научный сотрудник  
лаборатории экологической  
биохимии ИБ КарНЦ РАН  
профессор, д.б.н.

  
Р.У. Высоцкая

Ведущий научный сотрудник  
лаборатории экологической  
биохимии ИБ КарНЦ РАН  
д.б.н., с.н.с.

  
Л.П. Смирнов

## Пояснительная записка

Важным направлением в области биохимии является изучение одного из основных компонентов любой живой клетки, без которого она не может существовать, - это обширный круг соединений, составляющих группу под общим названием липиды. Эти вещества принимают активное участие во всех метаболических процессах. Липиды играют важнейшую роль в процессах жизнедеятельности. Будучи одним из основных компонентов биологических мембран, липиды влияют на их проницаемость, участвуют в передаче нервного импульса, создании межклеточных контактов. Жир служит в организме весьма эффективным источником энергии либо при непосредственном использовании, либо потенциально – в форме запасов жировой ткани. При окислении липидов выделяется в два раза больше энергии, чем при окислении углеводов и белков. В натуральных пищевых жирах содержатся жирорастворимые витамины и «незаменимые» жирные кислоты. Важная функция липидов – создание термоизоляционных покровов у животных и растений, защита органов и тканей от механических воздействий.

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – существенное расширение и углубление общих знаний современного уровня в области биохимии липидов, приобретение навыков работы с многообразием методических подходов к изучению липидных компонентов организма, как его важнейшей составной части.

Задачей преподавания данной дисциплины является формирование у аспирантов понимания роли липидов в адаптациях организмов различной таксономической принадлежности, физиологического статуса, в особенности эктотермных, к изменяющимся условиям внешней среды, как естественного, так и антропогенного происхождения, а также отработка необходимых навыков анализа липидов на всех этапах, от фиксации липидного материала до анализа индивидуальных компонентов липидных спектров и осмысления полученных результатов.

### 2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Дисциплина относится к вариативным элективным дисциплинам Блока 1, является обязательной, по выбору аспиранта (код дисциплины: Б1.В.ЭД1.)

### 3. Требования к уровню подготовки аспиранта, завершившего изучение данной дисциплины

Аспиранты, завершившие изучение данной дисциплины, должны:

– **знать:**

состав, структуру и функции липидов, как универсального строительного материала мембранных структур клеток; участие липидов в адаптациях организмов различного филогенетического уровня и физиологического статуса к факторам среды естественного и антропогенного происхождения; механизмы устойчивости (резистентности) организмов к неблагоприятным воздействиям среды на уровне липидов;

- теоретическую и практическую значимость исследований влияния на организм, популяцию, экосистему веществ, загрязняющих биосферу, механизмы биотрансформации и биodeградации ксенобиотиков, судьбу поллютантов в биосфере.

– **уметь:**

- ориентироваться в проблемах, связанных с изучением липидов, как группы, без которой невозможно существование живой клетки и как обязательного компонента биохимической адаптации живых организмов к внешней среде.

- использовать методы теоретического и экспериментального исследования для изучения различных аспектов липидологии;
- использовать новейшие достижения в области липидологии для формулирования и решения практических задач.

– **владеть:**

современными методами исследований в области липидологии, навыками постановки и проведения эксперимента, оценки достоверности полученных результатов.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 часов), в т.ч..

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>108/3</b>
в том числе:	
лекции	36/1
семинары	18/0,5
практические занятия	54/1,5
<b>Самостоятельная работа аспиранта (всего)</b>	<b>72/2</b>
в том числе:	
подготовка к семинарам	48/1,34
выполнение реферата и подготовка к контрольным работам	24/0,66
<b>Всего</b>	<b>180/5</b>
<b>Вид контроля по дисциплине</b>	зачет

#### 5. Разделы дисциплины и виды занятий

##### 5.1 Наименование и содержание тем лекционных занятий:

№ п/п	Наименование тем лекционных занятий и их содержание	Количество часов
1.	<b>Общие представления о липидах</b> Классификация липидов, основанная на структурных особенностях липидов. Основные классы липидов. Простые липиды - ацилглицерины и воска. Сложные липиды – глицерофосфолипиды, сфинголипиды. Стероиды. Сульфолипиды, аминолипиды. Запасные и структурные липиды. Липопротеины. Предшественники и производные липидов: жирные кислоты, глицерол, стеролы и прочие спирты (помимо глицерола и стеролов), альдегиды	4

	жирных кислот, углеводороды, жирорастворимые витамины и гормоны. Химические свойства липидов. Содержание липидов различных групп в тканях и органах животных.	
2.	<b>Строение липидов</b> Строение ацилглицеринов. Триацилглицерины, нумерация спиртовых групп. Диольные липиды. Строение восков. Строение фосфолипидов. Глицерофосфолипиды: фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины (диацильная и плазмалогенная формы), фосфатидилсерины, фосфатидилинозитолы, плазмалогены, кардиолипин. Сфинголипиды. Гликолипиды.	4
3.	<b>Метаболизм липидов</b> Переваривание липидов в желудке. Переваривание липидов в кишечнике, всасывание липидов в кишечнике. Факторы, влияющие на всасывание липидов. Липиды крови и липопротеиды. Основные представления о метаболизме триацилглицеринов. Синтез триацилглицеринов Характеристика депонированных липидов. Регуляция синтеза и депонирования липидов. Мобилизация депонированных липидов и липидов печени. Кетоновые тела и кетоз. Некоторые аспекты метаболизма липидов в организме. Взаимоотношения процессов метаболизма липидов. Интеграция липидного и углеводного обмена у млекопитающих. Особенности метаболизма липидов животных различных филогенетических групп.	4
4.	<b>Метаболизм структурных липидов</b> Тканевые липиды, их функции. Распределение фосфолипидов и обмен, синтез. Другие пути образования фосфатидилэтаноламина и фосфатидилхолина. Типы фосфолипаз и их действие. Сфинголипиды. Образование сфингозинов. Образование церамидов. Образование сфингомиелинов. Образование гликосфинголипидов. Синтез цереброзидов. Синтез ганглиозидов. Сфинголипазы и нарушения метаболизма гликосфинголипидов. Метаболизм стероидов и его контроль. Источники холестерина в организме. Регуляция метаболизма холестерина. Простагландины. Химические свойства. Биосинтез. Метаболизм. Биологическое действие: простагландины и циклический АМФ; действие на сердечнососудистую систему; на водно-электролитный обмен; на нервную систему; на желудочно-кишечный тракт; на репродуктивную систему; бронхи, трахею и гладкие мышцы; воспалительное действие; иммуносупрессия. Гипотеза элементарной мембраны. Другие модели структуры мембран. Изменение состава структурных липидов органов и тканей животных при действии различных факторов среды (температура, соленость, рН и др.)	4
5.	<b>Жирные кислоты</b> Номенклатура жирных кислот. Природные жирные кислоты. Метиленразделенные жирные кислоты. Незаменимые жирные кислоты, тромбоксаны. Сопряженные полиеновые кислоты. Кислоты ряда ацетиленов и аллена. Разветвленные кислоты. Циклические кислоты. Оксигенированные кислоты. Методы определения жирных кислот: газожидкостная хроматография, УФ-, ИК-, КР-спектроскопия. ЯМР спектроскопия. Масс-спектрометрия. Миграция двойной связи и циклизация. Цис-, транс-изомеризация, миграция двойной связи, циклизация, диеновый синтез и циклизация. Реакции по	4

	карбоксильной группе.	
6.	<b>Жирнокислотный состав липидов</b> Жирнокислотный состав липидов живых организмов разных систематических групп (эктотермные и эндотермные организмы). Насыщенные и ненасыщенные кислоты. Пространственная конфигурация ненасыщенных кислот. Длинноцепочечные ненасыщенные кислоты. Синтез жирных кислот de novo.	4
7	<b>Синтез жирных кислот</b> Цитоплазматический механизм синтеза пальмитиновой кислоты. Образование малонил-КоА. Ацилпереносящий белок и трансацилазы. Стадии синтеза жирных кислот. Элонгация жирных кислот в митохондриях. Элонгация жирных кислот в микросомах. Синтез жирных окислот, как источников восстановления нуклеотидов. Другие аспекты синтеза жирных кислот. Взаимопревращения жирных кислот: укорочение и удлинение углеродного скелета. Образование мононенасыщенных кислот. Образование и превращения полиеновых кислот	4
8.	<b>Метаболизм жирных кислот</b> Особенности метаболизма жирных кислот в организме. Внутриклеточный гидролиз липидов. Цикл окисления жирных кислот. Активация жирных кислот и механизм, с помощью которого они проникают в митохондрии. Первая стадия дегидрирования при окислении жирных кислот. Стадия гидратации. Вторая стадия дегидрирования. Стадия тиолитического расщепления. Баланс процесса. Окисление ненасыщенных жирных кислот. Кетоновые тела и их окисление. Окисление кислот с нечетным числом атомов углерода. Второстепенные пути окисления жирных кислот	4
9	<b>Роль липидов в адаптации организмов к условиям среды</b> Клеточные мембраны. Жидкокристаллическое состояние мембран, как необходимое условие функционирования. Роль жирнокислотного компонента мембран. Семейства линолевой (n-3) и линоленовой (n-6) кислот. Значение докозагексаеновой (22:6) кислоты в адаптациях рыб к различным факторам среды Влияние температуры на биологические мембраны. Влияние давления на биологические мембраны. Роль липидов в природных адаптациях. Адаптивная роль липидов, не входящих в состав клеточных мембран: бурая жировая ткань; липиды, как регуляторы испарения воды; липиды как регуляторы плотности тела. Феномен биохимической преадаптации жирнокислотных спектров липидов к изменению температурного режима окружающей среды.	4
	<b>Итого часов/зачетных единиц</b>	<b>36/1</b>

## 5.2 Содержание практических занятий:

№ п/п	Наименование тем практических занятий	Кол-во час.
1.	Освоение современных методов исследования липидов: а) фиксация биоматериала для последующего биохимического анализа липидов;	12

	б) разделение общих липидов методом тонкослойной хроматографии; в) анализ отдельных фракций фосфолипидов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ);	
2.	Освоение современных методов исследования липидов: Изучение жирнокислотного состава общих липидов методом газожидкостной хроматографии.	10
3.	Использование биохимических методов исследования липидов в решении задач экологической и эволюционной биохимии: а) определение содержания различных групп липидов в органах морских и пресноводных рыб; б) исследование вариабельности жирнокислотного спектра органов и тканей гидробионтов под влиянием различных факторов окружающей среды	18
4.	Освоение гистологических и гистохимических методов исследования структуры ткани и локализации липидов в них: а) знакомство с методами фиксации и гистологической проводки различных типов тканей для последующего анализа; б) изготовление парафиновых блоков и окраски срезов тканей в) изготовление гистологических срезов, изучение структуры и особенностей разных типов тканей, а также исследование локализации липидов и липидных компонентов в них на микроснимках; г) определение гистопатологических изменений в структуре паренхимы печени и ооцитов разной стадии развития у рыб, обитающих в водоемах с антропогенной нагрузкой.	14
<b>Итого часов/зачетных единиц</b>		<b>54/1,5</b>

### 5.3 Содержание семинарских занятий:

№ п/п	Наименование тем семинарских занятий	Кол-во час.
1.	Значение разных групп липидов в адаптациях животных к изменениям параметров окружающей среды	2
2.	Вариабельность жирнокислотных спектров липидов у разных групп организмов. Экто- и эндотермия.	2
3.	Эколого-биохимические подходы к изучению акклиматизации различных видов животных к условиям Севера.	2
4.	Биохимические адаптации животных к температуре. Особенности метаболизма липидов у животных с различными термоадаптивными особенностями.	2
5.	Семейства линолевой (n-3) и линоленовой (n-6) кислот. Значение докозагексаеновой (22:6) кислоты в адаптациях рыб к различным факторам среды	2
6.	Роль холестерина в адаптации мембранных структур эктотермного организма к воздействию неблагоприятного фактора среды.	2
7.	Синтез жирных кислот de novo. Элонгация насыщенных жирных кислот. Образование моноеновых и полиеновых кислот	2
8.	Особенности метаболизма жирных кислот в организме. Цикл окисления жирных кислот. Стадийность процесса. Окисление ненасыщенных	2

	жирных кислот и кислот с нечетным числом атомов углерода	
9.	Эколого-биохимическое тестирование и мониторинг токсических соединений в окружающей среде в тканях живых организмов на уровне липидного и жирнокислотного спектров.	2
<b>Итого часов/зачетных единиц</b>		<b>18/0,5</b>

#### 6. Самостоятельная работа аспиранта

№ п/п	Вид и наименование тем самостоятельной работы	Кол-во час.
1.	Работа с литературой, подготовка к контрольной работе на тему: «Современные представления о строении мембран. Особенности функционирования фосфолипидной матрицы, регуляция активности ферментов».	12
2.	Работа с литературой, подготовка к семинару-дискуссии на тему: «Эколого-биохимические подходы к изучению акклиматизации различных видов животных к условиям Севера»	12
3.	Работа с литературой, подготовка к семинару-дискуссии на тему: «Адаптации животных к различным факторам среды на уровне метаболизма липидов»	10
4.	Работа с литературой, подготовка к семинару-конференции на тему: «Адаптация экотермных организмов к изменению термического режима окружающей среды»	14
5.	Работа с литературой, подготовка к семинару на тему: «Феномен преадаптации. Роль жирных кислот в поддержании жидкокристаллической структуры мембран»	12
6.	Подготовка реферата на тему: «Современные методы анализа липидов, их особенности, преимущества, недостатки»	12
<b>Итого часов/зачетных единиц</b>		<b>72/2</b>

*Примечание.* Аспиранты могут сами предлагать темы рефератов касающихся эколого-биохимических аспектов темы их исследовательской работы.

#### 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### Основная литература:

1. Кони́чев, А. С. Биохимия и молекулярная биология / А. С. Кони́чев, Г. А. Севастьянова. - М. : Дрофа, 2008. - 359 с.
2. Биохимия. Под ред. Северина Е.С. – Изд-во «ГЭОТАР - МЕД», 2003 г., 779 стр.
3. Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И. Основы биохимии. Т. 1-3. М.: Мир, 1981
4. Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Эволюция липидов мозга. Адаптационная функция липидов. СПб: Наука, 1981. 339 с.
5. Ньюсхолм Э., Старт К. Регуляция метаболизма. Изд. «Мир», М, 1977.
6. Справочник биохимика / Доусон Р., Эллиот Д., Эллиот У, Джонс К.: Пер. с англ. М.: Мир, 1991.
7. Болдырев А.А., Кяйвярйнен Е.И., Илюха В.А. Биомембранология. Учебное пособие.- Петрозаводск, Изд-во КарНЦ РАН, 2006. – 226 с.
8. Микодина Е.В. и др. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. М.: Издательство ВНИРО, 2009. 112 с.



9. Бёккер Ю. Хроматография. Инструментальная аналитика: методы хроматографии и капиллярного электрофореза. М.: Техносфера, 2009. 472 с.
10. Финагин Л.К. Обмен холестерина и его регуляции. Киев, 1980. С. 11-16.
11. Хенке Х. Жидкостная хроматография. М.: Техносфера, 2009. 264 с.
12. Ленинджер А. Основы биохимии. Т. 1-3. М., 1985
13. Мецлер Д. Биохимия. Т. 1-3. М.: Мир. 1980.

#### **Дополнительная литература:**

1. Гартнер Л.П., Хайатт Д.Л. Цветной атлас по гистологии. М.: Логосфера, 2008. 480 с.
2. Жункейра Л.К., Карнейро Ж. Гистология: атлас. Учебное пособие. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. 576 с.
3. Забуга Г.А.. Экологическая биохимия: учебное пособие– Ангарск, 2006. - 30 с.
4. Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. Л.:Наука. 1981. – 339 с.
5. Кулинский В.И. Обезвреживание ксенобиотиков. // Соросовский общеобразовательный журнал 1999. №1.
6. Кюнель В. Цветной атлас по цитологии, гистологии и микроскопической анатомии. М.: АСТ:Астрель, 2007. 533 с.
7. Саврова О.Б., Еремина И.З. Терминологический словарь по цитологии, эмбриологии и общей гистологии. М.: РУДН, 2009. С. 152
8. Сидоров В.С. Экологическая биохимия рыб. Липиды. Л.: Наука, 1983, 238 с.
9. Смирнов Л.П., Богдан В.В. Липиды в физиолого-биохимических адаптациях эктотермных организмов к абиотическим и биотическим факторам среды. М.: Наука. 2007. 182 с.
10. Смирнов Л.П., Богдан В.В. Температурная преадаптация жирнокислотных составов липидов у эктотермных организмов разной организации. Журн. эвол. биохим. и физиол. Т. 2006. Т. 42, № 2. С. 110-115.
11. Фокина Н.Н. Биохимические адаптации морских двустворчатых моллюсков к аноксии (обзор) / Н.Н. Фокина, З.А. Нефедова, Н.Н. Немова // Труды КарНЦ РАН. Сер. Экспериментальная биология. – 2011. – №3. – С. 121–130.
12. Фокина Н.Н., Нефедова З.А., Немова Н.Н. Липидный состав мидий *Mytilus edulis* L. Белого моря. Влияние некоторых факторов среды обитания. Петрозаводск. Изд-во КарНЦ РАН, 2010. 242 с.
13. Френкель Д., Смит Б. Принципы компьютерного моделирования молекулярных систем. От алгоритмов к приложениям. М.: Научный мир, 2013. 578 с.

#### **Лицензионное программное обеспечение**

Access 2010 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition – программа для работы с базами данных;

Системы анализа изображений “ВидеоТест 4.0” и “ВидеоТест-Морфология 5.2” – программы для обработки изображений, полученных с микроскопов (в комплектации с оборудованием) для гистологического анализа липидов.

Программа получения цифровых фотографий Leica DC и программы обработки цифрового изображения Optimas 6.5 и ImageJ для получения, обработки и анализа изображений с микроскопов (в комплектации с оборудованием) для гистологического анализа липидов.

Программное обеспечение в комплекте с научным хроматографическим и спектрофотометрическим оборудованием для анализа липидов.

## 8. Вопросы к зачету по дисциплине:

### Тема 1. Общие представления о липидах

1. Классификация липидов, основанная на структурных особенностях липидов. Основные классы липидов.
2. Простые липиды – ацилглицерины и воска. Сложные липиды – глицерофосфолипиды, сфинголипиды. Стероиды. Сульфолипиды, аминоклипиды.
3. Запасные и структурные липиды. Липопротеины.
4. Предшественники и производные липидов: жирные кислоты, глицерол, стеролы и прочие спирты (помимо глицерола и стеролов), альдегиды жирных кислот, углеводороды, жирорастворимые витамины и гормоны. Химические свойства липидов.

### Тема 2. “Строение липидов.

1. Строение ацилглицеринов. Триацилглицерины, нумерация спиртовых групп. Диольные липиды.
2. Строение восков.
3. Строение фосфолипидов.
4. Глицерофосфолипиды: фосфатидилхолины, фосфатидилэтаноламины, фосфатидилсерины.
5. Плазмалогены, кардиолипин.
6. Сфинголипиды. Гликолипиды.

### Тема 3. Метаболизм липидов

1. Переваривание липидов в желудке. Переваривание липидов в кишечнике, всасывание липидов в кишечнике. Факторы, влияющие на всасывание липидов.
2. Липиды крови и липопротеиды.
3. Основные представления о метаболизме триацилглицеринов. Синтез триацилглицеринов.
4. Характеристика депонированных липидов. Регуляция синтеза и депонирования липидов. Мобилизация депонированных липидов и липидов печени.
5. Кетонные тела и кетоз. Некоторые аспекты метаболизма липидов в организме.
6. Взаимоотношения процессов метаболизма липидов.
7. Интеграция липидного и углеводного обмена у млекопитающих.

### Тема 4. Метаболизм структурных липидов

1. Тканевые липиды, их функции.
2. Распределение фосфолипидов и обмен, синтез.
3. Другие пути образования фосфатидилэтаноламина и фосфатидилхолина.
4. Типы фосфолипаз и их действие.
5. Сфинголипиды. Образование сфингозинов. Образование церамидов.
6. Образование сфингомиелинов. Образование гликосфинголипидов.
7. Синтез цереброзидов. Синтез ганглиозидов.
8. Сфинголипазы и нарушения метаболизма гликосфинголипидов.
9. Метаболизм стеринов и его контроль.
10. Источники холестерина в организме. Регуляция метаболизма холестерина.
11. Простагландины. Химические свойства. Биосинтез. Метаболизм.
12. Биологическое действие: простагландины и циклический АМФ; действие на сердечнососудистую систему; на водно-электролитный обмен; на нервную систему; на желудочно-кишечный тракт; на репродуктивную систему; бронхи, трахею и гладкие мышцы; воспалительное действие; иммуносупрессия. Антиоксидантная система клетки.
13. Гипотеза элементарной мембраны. Другие модели структуры мембран

### Тема 5. **Жирные кислоты**

1. Жирнокислотный состав липидов живых организмов разных систематических групп.
2. Насыщенные и ненасыщенные кислоты.
3. Пространственная конфигурация ненасыщенных кислот.
4. Длинноцепочечные ненасыщенные кислоты.
5. Синтез жирных кислот de novo.

### Тема 6. **Синтез жирных кислот**

1. Цитоплазматический механизм синтеза пальмитиновой кислоты.
2. Образование малонил-КоА. Ацилпереносящий белок и трансацилазы.
3. Стадии синтеза жирных кислот.
4. Элонгация жирных кислот в митохондриях.
5. Элонгация жирных кислот в микросомах.
6. Синтез жирных окислителей, как источников восстановления нуклеотидов.
7. Другие аспекты синтеза жирных кислот.
8. Взаимопревращения жирных кислот: укорочение и удлинение углеродного скелета.
9. Образование мононенасыщенных кислот.
10. Образование и превращения полиеновых кислот.

### Тема 7. **Метаболизм жирных кислот**

1. Особенности метаболизма жирных кислот в организме.
2. Внутриклеточный гидролиз липидов.
3. Цикл окисления жирных кислот. Активация жирных кислот и механизм, с помощью которого они проникают в митохондрии.
4. Первая стадия дегидрирования при окислении жирных кислот.
5. Стадия гидратации. Вторая стадия дегидрирования.
6. Стадия тиолитического расщепления. Баланс процесса.
7. Окисление ненасыщенных жирных кислот.
8. Кетонные тела и их окисление.
9. Окисление кислот с нечетным числом атомов углерода.
10. Второстепенные пути окисления жирных кислот

### Тема 8.

### Тема 9. **Роль липидов в адаптации организмов к условиям среды**

1. Клеточные мембраны. Жидкокристаллическое состояние мембран, как необходимое условие функционирования.
2. Роль жирнокислотного компонента мембран.
3. Влияние температуры на биологические мембраны.
4. Влияние давления на биологические мембраны.
5. Роль липидов в природных адаптациях.
6. Адаптивная роль липидов, не входящих в состав клеточных мембран: бурая жировая ткань; липиды, как регуляторы испарения воды; липиды как регуляторы плотности тела.
7. Феномен биохимической преадаптации жирнокислотных спектров липидов к изменению температурного режима окружающей среды.