

26,2
Б-149

БАЙКАЛОВЕДЕНИЕ



НОВОСИБИРСК
«НАУКА»

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИРКУТСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ ЗЕМНОЙ КОРЫ
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ им. А.П. ВИНОГРАДОВА
СИБИРСКИЙ ИНСТИТУТ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РАСТЕНИЙ
ИНСТИТУТ ГЕОГРАФИИ им. В.Б. СОЧАВЫ
ЛИМНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
БАЙКАЛЬСКИЙ МУЗЕЙ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «БАЙКАЛ»

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
SIBERIAN BRANCH
IRKUTSK SCIENTIFIC CENTER
INSTITUTE OF EARTH'S CRUST
A.P. VINOGRADOV INSTITUTE OF GEOCHEMISTRY
SIBERIAN INSTITUTE OF PLANT PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY
V.B. SOCHAVA INSTITUTE OF GEOGRAPHY
LIMNOLOGICAL INSTITUTE
BAIKAL MUSEUM

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE RUSSIAN FEDERATION
IRKUTSK STATE UNIVERSITY
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF APPLIED PHYSICS
SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF BIOLOGY
RESEARCH-EDUCATIONAL CENTER «BAIKAL»

an 16.222.6
+ 28.082

BAICALOLOGY

BOOK 1

Editors-in-chief

Dr. Sci. *O.T. Rusinek*

Dr. Sci. *V.V. Takhteev*

Dr. Sci. *D.P. Gladkochub*

Dr. Sci. *T.V. Khodzher*

Dr. Sci. *N.M. Budnev*



NOVOSIBIRSK

«NAUKA»

2012

26.22
Б189

БАЙКАЛОВЕДЕНИЕ

КНИГА 1

Ответственные редакторы

доктор биологических наук *О.Т. Русинек*

доктор биологических наук *В.В. Тахтеев*

доктор геолого-минералогических наук *Д.П. Гладкочуб*

доктор географических наук *Т.В. Ходжер*

доктор физико-математических наук *Н.М. Буднев*



НОВОСИБИРСК

«НАУКА»

2012

УДК 282.256.341

ББК 26.89

Б18

Авторы

О.Т. Русинек, В.В. Тахтеев, Д.П. Гладкочуб, Т.В. Ходжер, Н.М. Буднев, Е.В. Безрукова, В.В. Галкин, В.И. Галкина, Л.З. Гранина, О.И. Горюнова, Т.В. Донская, В.М. Домышева, И.М. Ефимова, Е.А. Зилов, М.И. Кузьмин, О.Г. Лопатовская, В.Ф. Лямкин, А.М. Мазукабзов, В.Д. Мац, А.С. Плешанов, В.А. Фиалков, С.И. Шаманова, П.П. Шерстянкин, М.Н. Шимараев

Байкаловедение: в 2 кн. — Новосибирск: Наука, 2012. — Кн. 1. — 468 с.
ISBN 978-5-02-019100-6.

В книге в доступной для читателей форме изложены современные представления об истории научных исследований величайшего озера планеты, геологическом становлении озера Байкал и Байкальской рифтовой зоны, о ее современной геодинамике. Приведена физико-географическая характеристика Байкала и его водосборного бассейна, описаны основные типы наземных сообществ, окружающих Байкал. Отражены палеолимнология и палеоклиматология Байкальского региона.

Издание предназначено прежде всего для студентов, магистрантов и аспирантов биологических, геологических и географических факультетов вузов, а также для всех интересующихся природой самого удивительного озера Земли.

Baicalogy: in 2 books. — Novosibirsk: Nauka, 2012. — Book 1. — 468 p.

The book gives the recent ideas on the history of scientific investigations of the largest lake of our planet, geological evolution of Lake Baikal and Baikal Rift Zone, its recent geodynamics. It gives physical-geographical characteristics of Lake Baikal and its catchment, describes main types of land communities, surrounding Lake Baikal. Paleolimnology and paleoclimatology of Baical region are reflected.

The edition is intended primarily for students, undergraduates, and post-graduates of biological, geological and geographic departments as well as for everybody interested in nature of the unique lake of the Earth.

Редакционная коллегия

член-корреспондент РАН, доктор геолого-минералогических наук *Е.В. Складов*
(главный редактор)

доктор биологических наук *В.И. Воронин*

доктор биологических наук *И.В. Фелелов*

доктор биологических наук *А.С. Плешанов*

доктор геолого-минералогических наук *В.Д. Мац*

доктор геолого-минералогических наук *К.Г. Леви*

доктор геолого-минералогических наук *Л.З. Гранина*

Рецензенты

доктор биологических наук *Т.Я. Ситникова*

доктор географических наук *В.М. Плюснин*

доктор физико-математических наук *А.В. Аргучинцев*

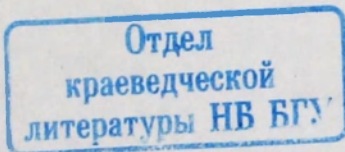
кандидат биологических наук *О.Э. Костерин*

Утверждено к печати учеными советами

Байкальского музея ИНЦ СО РАН, Института земной коры СО РАН,

Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН,

Иркутского государственного университета



592931

ISBN 978-5-02-019100-6 (Кн. 1)
ISBN 978-5-02-019118-1

- © Институт земной коры СО РАН, 2012
- © Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 2012
- © Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, 2012
- © Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2012
- © Лимнологический институт СО РАН, 2012
- © Байкальский музей ИНЦ СО РАН, 2012
- © Иркутский государственный университет, 2012
- © Научно-исследовательский институт прикладной физики, 2012
- © Научно-исследовательский институт биологии, 2012
- © Научно-образовательный центр «Байкал», 2012
- © Редакционно-издательское оформление. Сибирская издательская фирма «Наука», 2012



Красав

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ	13
Глава 1	
ИСТОРИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ	16
1.1. Путь познания Байкала	16
1.2. Геологические и геолого-геофизические исследования в Прибайкалье	41
1.2.1. Геологические исследования	41
1.2.2. Геофизические исследования	45
1.3. История гидрохимических исследований на Байкале	46
1.4. Батиметрические исследования (история промеров глубин) на оз. Байкал	56
1.5. История исследования археологических объектов побережья оз. Байкал	65
1.6. История подводных исследований Байкала	70
1.7. Байкальский международный центр экологических исследований	95
1.8. Озеро Байкал как инструмент для исследования Вселенной	102
1.8.1. Конструкция байкальских глубоководных нейтринных телескопов	105
1.8.2. Избранные результаты, полученные с помощью БГНТ	108
1.9. История проекта «Байкал-бурение»	113
Глава 2	
ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАЙКАЛА И ПРИБАЙКАЛЬЯ	119
2.1. Общие сведения	120
2.1.1. Географическое положение	120
2.1.2. Орография и морфометрия озера	121
2.1.3. Климат и погодная обстановка	124
2.2. Водные ресурсы и водный баланс Байкала	134
2.2.1. Речной сток	134
2.2.2. Водный баланс	136
2.2.3. Уровень	137
2.3. Ледовые явления	139
2.4. Тепловые процессы в водной толще и температурный режим	144
2.4.1. Проникновение солнечной лучистой энергии в воды Байкала	144
2.4.2. Тепловой баланс озера	145
2.4.3. Процессы переноса тепла в водной толще	148

2.4.4. Годовой цикл температурных изменений и вертикальное распределение температуры	152
2.4.5. Пространственные неоднородности температуры. Термобар	161
2.4.6. Многолетние изменения температуры	162
2.5. Динамика вод	166
2.5.1. Горизонтальные течения	166
2.5.2. Горизонтальный водообмен	170
2.5.3. Вертикальный водообмен	172
2.6. Роль гидрофизических условий в процессах функционирования экосистемы Байкала	182
2.7. Световое поле в озере Байкал и оптические свойства байкальской воды	186
2.7.1. Первичные гидрооптические характеристики	187
2.7.2. Спектры поглощения	188
2.7.3. Спектры и индикатриса рассеяния	190
2.7.4. Дополнительные оптические характеристики водной среды	195
2.7.5. Световое поле в оз. Байкал	198
2.8. Гидрохимия Байкала. Химический баланс озера	206
2.8.1. Гидрохимия Байкала	206
2.8.2. Химический баланс Байкала и внутренний круговорот элементов в его водной толще	220

Глава 3

ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ, РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА

3.1. Почвы района озера Байкал	229
3.2. Основные наземные ландшафты и растительный покров Байкальского региона	245
3.2.1. Высокогорные комплексы	248
3.2.2. Лесные комплексы	253
3.2.3. Степные комплексы	258
3.2.4. Интразональные комплексы	260
3.3. Животный мир Байкальского региона	265
3.3.1. Таксономическое разнообразие наземных животных	265
3.3.2. Экологическое разнообразие животных	267
3.3.3. Ландшафтно-фаунистические комплексы Прибайкалья	268

Глава 4

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ГЕОДИНАМИКА ПРИБАЙКАЛЬЯ

4.1. Строение фундамента южной части сибирского кратона и архитектура Прибайкальского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса	301
4.1.1. Сибирский кратон	303
4.1.2. Палеопротерозойские образования Прибайкалья	307
4.1.3. Неопротерозойские комплексы Прибайкалья	315
4.2. Геология и тектоника Прибайкальского сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса	320
4.2.1. Байкало-Муйская зона	320
4.2.2. Икат-Баргузинская зона	321
4.2.3. Гранитоиды Ангаро-Витимского батолита	325
4.3. Мезозойские комплексы Прибайкалья	327
4.4. Кайнозойские комплексы Прибайкалья	328
4.5. Становление структуры Прибайкалья: от архея до кайнозоя	329

4.5.1. Становление структуры Сибирского кратона	329
4.5.2. Эволюция Прибайкальского сегмента ЦАСП	332
4.6. Геология Байкальской впадины	335
4.6.1. Глубинное строение	335
4.6.2. Осадочная толща	337
4.6.3. Корреляция сейсмостратиграфических (ССК) и тектонолитостратиграфических (ТЛСК) комплексов	365
4.7. Геоморфологические и гидрологические объекты	367
4.7.1. Террасы	367
4.7.2. Изменения уровня Байкала	377
4.7.3. Перестройки речной сети	379
4.8. Развитие Байкальского рифта	384
4.8.1. Геодинамические изменения и формирование Байкальского рифта	384
4.8.2. Геологический возраст Байкальского рифта	390
4.8.3. Методы определения возраста Байкальского рифта	392
4.9. Этапы развития абиотических компонентов природы Байкальского рифта	394
4.9.1. Археобайкальский, крипторифтовый этап (время формирования древнейшего ТЛСК и нижнего прозрачного ССК) — поздний мел — ранний олигоцен (70–30 млн лет)	394
4.9.2. Протобайкальский, экторифтовый раннеорогенный этап (время формирования среднего ТЛСК и средних слоистых деформированных ССК) — поздний олигоцен — ранний плиоцен (30,0–3,5 млн лет)	396
4.9.3. Палеобайкало-Байкальский этап (время формирования верхнего ТЛСК и верхнего слоистого недеформированного ССК) — поздний плиоцен — квартал (3,5 млн лет — современность)	399
4.10. Модель развития Байкальского рифта	403
4.11. Донные осадки озера Байкал: физико-химическая характеристика, процессы осадкообразования и диагенеза	406
4.11.1. Особенности осадкообразования в Байкале. Поступление осадочного материала в Байкал и автохтонное осадконакопление	407
4.11.2. Скорости осадконакопления в различных районах Байкала, их исторические изменения	409
4.11.3. Химический состав донных осадков	410
4.11.4. Содержание биогенных элементов (углерода, фосфора, азота, кремния) в осадках	411
4.11.5. Окислительно-восстановительные и физико-химические условия в осадках	412
4.11.6. Обмен веществ между толщей воды и поровыми водами осадков	416
4.11.7. Содержание железа и марганца в осадках. Железомарганцевые корки и конкреции, условия их формирования	418
4.11.8. Газы, газовые гидраты и нефть в осадках	421
4.11.9. Основные особенности раннего диагенеза	425

Глава 5

ПАЛЕОКЛИМАТОЛОГИЯ И ПАЛЕОЛИМНОЛОГИЯ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА	441
5.1. Изменения растительности по данным палинологического анализа	441
5.2. Диатомовый анализ донных отложений озера Байкал	457

ПРЕДИСЛОВИЕ

Перед вами — оригинальное издание, написанное в рамках концепции регионального образовательного компонента. Понятие «региональный национальный компонент содержания образования» введено Законом РФ «Об образовании» в 1992 г. Региональный компонент содержания образования стал частью государственного образовательного стандарта, который определяет нормативы знаний учащихся по ряду дисциплин, отражающих национально-региональные особенности субъектов РФ. В 2007 г. Государственной Думой принят Закон РФ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части изменения понятия и структуры государственного образовательного стандарта».

Но не только нормативные документы побудили авторов к написанию этого всеобъемлющего труда. Уникальность оз. Байкал, глубокое своеобразие его природы (как водных, так и наземных природных комплексов) позволили сформироваться специальной дисциплине, посвященной одному из самых привлекательных уголков нашей страны и всего мира. Многогранные научные исследования Байкала и прилегающих к нему участков суши (часто называемых Байкальской Сибирью) существенно пополняют копилку знаний всего естествознания. Авторы надеются, что данная книга будет полезной и познавательной не только для тех, кто живет в Байкальском регионе, но и для очень широкого круга образованных читателей.

Идея написания такой книги возникла после того, как в конце XX — начале XXI в. в этом регионе (в Иркутской области и Республике Бурятия) в систему среднего и дополнительного образования начало внедряться байкаловедение как краеведческий предмет. В то же самое время оно было включено в учебные планы естественно-научных специальностей ряда высших учебных заведений. Однако если познавательная литература о Байкале для школьников имеется (хотя и ее недостаточно), то для студентов вузов в последние годы появилось лишь несколько кратких публикаций на эту тему, к тому же очень небольшими тиражами. Настоятельно требовалось учебное пособие, в котором в развернутой и при этом в достаточно доступной форме излагались бы основы современных фундаментальных научных знаний о Байкале.

Перед авторами стояла нелегкая задача, поскольку байкаловедение сложилось как мультидисциплинарный предмет — оно включает в себя знания, относящиеся к историческим, физико-географическим, геолого-минералогическим, биологическим и другим наукам. Обобщить все эти материалы, «про-

шить» их единой логической нитью крайне трудно для одного или даже нескольких авторов, поэтому к работе над изданием был привлечен довольно большой авторский коллектив из ведущих ученых, исследования которых посвящены Байкалу и Байкальскому региону. Такая практика не совсем обычна для написания учебной литературы, однако мы посчитали необходимым, чтобы соответствующие разделы байкаловедения подготовили наиболее компетентные специалисты.

Работа между авторами распределялась следующим образом.

Предисловие, введение, заключение: д.б.н. В.В. Тахтеев, д.б.н. О.Т. Русинек.

Глава 1: 1.1. — засл. работник культуры РФ В.И. Галкина, к.э.н. В.В. Галкин, 1.2 — д.г.-м.н. Д.П. Гладкочуб, 1.3 — к.г.н. В.М. Домышева, д.г.н. Т.В. Ходжер, д.б.н. Е.А. Зилов, 1.4 — д.ф.-м.н. П.П. Шерстянкин, 1.5 — к.и.н. О.И. Горюнова, 1.6 — к.г.н. В.А. Фиалков, 1.7 — д.г.н. Т.В. Ходжер, 1.8 — д.ф.-м.н. Н.М. Буднев, 1.9 — академик РАН М.И. Кузьмин.

Глава 2: 2.1–2.6 — д.г.н. М.Н. Шимараев, 2.7 — д.ф.-м.н. Н.М. Буднев, д.ф.-м.н. П.П. Шерстянкин, 2.8 — к.г.н. В.М. Домышева, д.г.н. Т.В. Ходжер.

Глава 3: 3.1 — к.б.н. О.Г. Лопатовская, 3.2 — д.б.н. А.С. Плешанов, к.б.н. С.И. Шаманова, 3.3 — д.б.н. А.С. Плешанов, д.б.н. В.Ф. Лямкин.

Глава 4: 4.1–4.5 — д.г.-м.н. Д.П. Гладкочуб, к.г.-м.н. Т.В. Донская, д.г.-м.н. А.М. Мазукабзов, 4.6–4.10 — д.г.-м.н. В.Д. Мац, И.М. Ефимова, 4.11 — д.г.-м.н. Л.З. Гранина.

Глава 5: д.г.н. Е.В. Безрукова, акад. М.И. Кузьмин.

Глава 6: 6.1, 6.5.1.3 — д.б.н. В.В. Дрюккер, 6.2.1, 6.2.2 — к.б.н. Г.И. Кобанова, 6.2.3, 6.6 — к.б.н. Л.А. Ижболдина, д.б.н. В.В. Тахтеев, 6.2.4 — к.б.н. А.В. Лиштва, 6.2.5 — к.б.н. М.Г. Азовский, 6.3.1 (инфузории — совместно с д.б.н. В.В. Тахтеевым), 6.3.3, 6.3.5–6.3.8, 6.3.10, 6.3.14, 6.3.15, 6.3.28 (совместно с В.В. Тахтеевым), 6.5.3, 6.10 — д.б.н. О.Т. Русинек, 6.3.4 — д.б.н. О.А. Тимошкин, 6.3.11, 6.3.17 — к.б.н. И.В. Аров, 6.3.2, 6.3.9, 6.3.12, 6.3.13, 6.3.19–6.3.21 — д.б.н. В.В. Тахтеев, 6.3.16, 6.3.18, 6.3.23, 6.3.24 — к.б.н. Г.Л. Окунева, д.б.н. В.В. Тахтеев (паразитические вейлоногие — д.б.н. О.Т. Русинек), 6.3.22: ногохвостки, поденки, веснянки, ручейники, клопы, прочие двукрылые — к.б.н. Н.А. Рожкова, хирономиды — к.б.н. Л.С. Кравцова, жуки — д.б.н. В.В. Тахтеев, к.б.н. Н.А. Рожкова, вши — д.б.н. О.Т. Русинек, 6.3.25 — к.б.н. А.А. Широкая, 6.3.26 — к.б.н. З.В. Слугина, 6.3.27 — д.б.н. А.Н. Матвеев, 6.4 — д.б.н. В.В. Тахтеев, д.б.н. О.Т. Русинек, 6.5.1 (кроме 6.5.1.3), 6.5.4 — д.б.н. Е.А. Зилов, 6.5.2 — д.б.н. А.Н. Матвеев, д.б.н. В.В. Тахтеев, 6.7 — д.б.н. В.В. Тахтеев, к.б.н. Л.С. Кравцова, 6.8 — д.б.н. В.В. Тахтеев, д.б.н. А.С. Плешанов, 6.9 — д.б.н. И.В. Фелелов.

Глава 7: 7.1–7.3 — д.б.н. В.В. Тахтеев, 7.4 — д.б.н. М.А. Тимофеев.

Глава 8: 8.1 — к.и.н. О.И. Горюнова, 8.2 — к.и.н. М.Г. Туров, 8.3 — к.б.н. Н.И. Козлова, 8.4, 8.4.3 — д.б.н. Т.А. Михайлова, 8.4.1 — д.б.н. В.И. Воронин, 8.4.2 — д.б.н. А.С. Плешанов, 8.5 — д.г.н. Т.П. Калихман, 8.6.1, 8.6.4 — д.б.н. Е.А. Зилов, 8.6.2 — д.б.н. Е.А. Зилов, д.г.н. Т.В. Ходжер, 8.6.3 — д.б.н. О.Т. Русинек, 8.7 — д.б.н. В.В. Дрюккер.

Глава 9: д.г.-м.н. К.Г. Леви, к.г.-м.н. Н.В. Задонина.

Книга разделена на две части. Изложение материала построено следующим образом. Первая часть начинается очерками об истории исследований Байкала. Поскольку на первых этапах озеро изучали ученые-энциклопедисты, им и посвящен первый очерк. В XX столетии и начале XXI научные знания прирастали прогрессирующими темпами, углублялась дифференциация научных дисциплин, соответственно историческая информация для этого периода разделена на несколько «специализированных» подразделов. Отдельно читатель сможет познакомиться с наиболее масштабными и интересными научными проектами (исследования с помощью подводных обитаемых аппаратов, нейтринного телескопа, глубоководного бурения донных отложений). Вторая глава охватывает основные физико-географические особенности Байкала и Прибайкалья, третья — растительный и животный мир Байкальского региона, его наземные экосистемы. Четвертая глава подробно освещает геологическое строение Байкальской рифтовой зоны, донных осадков Байкала, этапы формирования Байкальского рифта и впадины самого озера. Пятая глава, тесно связанная с предыдущей, раскрывает палеоолимологические реконструкции прошлого Байкала, описывает изменения климата и растительности в Байкальском регионе, гидрологические изменения в озере, т.е. факторы, оказавшие решающее влияние на формирование его самобытной биоты. Авторы предприняли попытку показать взаимосвязимость процессов геологической, климатической и биологической эволюции на основе научных данных, полученных в последние десятилетия.

Вторая часть книги посвящена рассмотрению биоты озера Байкал и проблемам взаимоотношений великого озера с использующим его богатства человеком. В шестой главе имеется достаточно детальная характеристика основных групп водных организмов, населяющих озеро: микроорганизмов, водорослей, лишайников, высших водных растений, беспозвоночных и позвоночных животных. Здесь можно найти сведения о разнообразии и образе жизни каждой группы водных организмов, их значении в экосистеме Байкала. Также приводится характеристика сообществ, населяющих водную толщу и дно Байкала, их вертикального и горизонтального распределения, данные об их динамике и вызывающих ее причинах. Отдельно описана экологическая роль водных и околоводных птиц, а также паразитических организмов. В седьмой главе рассмотрены гипотезы о происхождении и эволюции эндемичной биоты в Байкале, как представляющие уже в основном исторический интерес, так и высказанные в самые последние годы. Восьмая глава охватывает историю взаимодействия человека с Байкалом от древности до современности; экологические проблемы, связанные с физическим воздействием антропогенного фактора, химическим и биологическим загрязнением озера; вопросы рыбного и лесного хозяйства; обзор предпринятых и необходимых мер по охране природных комплексов Байкальского региона. Девятая глава посвящена анализу природных опасностей, которые могут иметь место в районе Байкала.

В конце каждой главы помещены списки основной и дополнительной литературы (включающие самые информативные и доступные для студентов монографии и сборники, а также отдельные журнальные статьи, наиболее ценные для познания Байкала) и словари терминов, призванные помочь читателю ориентироваться в смежных областях науки.

Авторы благодарят рецензентов, взявшихся за тщательный пристрастный анализ подготовленного материала, а также всех лиц, предоставивших собственные оригинальные фотографии и рисунки, оказывавших консультативную и организационную помощь: С.И. Дидоренко, д.б.н. Т.Я. Ситникову, д.б.н. О.А. Тимошкина, к.б.н. Н.Г. Шевелеву, к.б.н. Н.В. Анненкову, к.б.н. Д.С. Бедулину, к.б.н. Л.Н. Дубешко, к.б.н. С.Г. Казановского, к.б.н. Е.П. Тереза, к.г.н. В.А. Фиалкова, к.б.н. Л.Р. Измestьеву, С.Н. Подберезкина, А.Д. Князева, Е.С. Курлович, Г.И. Курлович и др. Наша особая признательность С.А. Масловой и Т.Л. Павловой (Научно-организационный отдел Президиума Иркутского научного центра СО РАН), Н.Г. Балуковой (Институт земной коры СО РАН) за громадную техническую работу по подготовке рукописи.

Авторы выражают искреннюю благодарность организациям — спонсорам проекта, благодаря которым данное издание увидело свет: Байкальский музей ИНЦ СО РАН, Институт земной коры СО РАН, Институт геохимии СО РАН, Институт географии СО РАН, Лимнологический институт СО РАН, Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутский государственный университет, Научно-исследовательский институт прикладной физики ИГУ, Научно-исследовательский институт биологии ИГУ, Восточно-Сибирский филиал Русского географического общества, автономная научная организация «Байкальский исследовательский центр», а также ОАО «Иркутскэнерго» и ООО «Газпром добыча Иркутск».

В последние годы научные исследования, необходимые для полноценного изложения материала проводились при частичной финансовой поддержке программ «Стратегическое развитие Иркутского государственного университета (2012–2016)», «Фундаментальные исследования и высшее образование» (проект НОЦ-017 «Байкал»); «Развитие научного потенциала высшей школы (2009–2011 гг.)» (проект РНП 2.2.1.1/9700 НОЦ «Байкал»); «Развитие научного потенциала высшей школы (2011 г.)» (проект 2.1.1/10146 «Планктонная альгофлора Байкала», руководитель Г.И. Кобанова) и гранта Президента России для молодых докторов наук МД-2063.2012.4 «Молекулярно-биохимические механизмы стрессового ответа байкальских эндемичных видов: поиск особенностей и эволюционных закономерностей, перспективы использования в качестве биомаркеров стрессовых состояний гидробионтов, обитателей уникальных экосистем» (руководитель М.А. Тимофеев).

Авторы будут признательны за замечания и пожелания читателей, которые можно направлять по адресу: amphipoda@yandex.ru, rusicpek@isc.irk.ru

ОСНОВНОЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Байкал.** Атлас. — М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1993. — 160 с.
- Байкал:** Природа и люди: энциклопедический справочник. — Улан-Удэ: ЭКОС; Изд-во БНЦ СО РАН, 2009. — 606 с.
- Беркин Н.С., Макаров А.А., Русинек О.Т.** Байкаловедение: учеб. пособие. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. — 291 с.
- Галазий Г.И.** Байкал в вопросах и ответах. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1987. — 384 с.
- Кожов М.М.** Биология озера Байкал. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — 315 с.
- Кожов М.М.** Очерки по байкаловедению. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. — 254 с.

- Озеро Байкал. Географический атлас. — Иркутск: Федеральная служба геодезии и картографии России, 1995. — 119 с.
- Пенькова О.Г. Байкаловедение: учеб. пособие. — Иркутск: Изд-во Иркут. пед. ун-та, 2006. — 93 с.
- Русинек О.Т., Уфимцев Г.Ф., Фиалков В.А. Байкальский ход (научная экскурсия по Байкалу). — Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2009. — 187 с. (на рус. и англ. яз.).
- Тахтеев В.В. Байкаловедение. Материалы к семинарским занятиям: учеб. пособие. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2000. — 104 с.
- Тахтеев В.В. Море загадок. Рассказы об озере Байкал. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2001. — 160 с.

СПИСОК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. — М.; Иркутск: Роскартография, 2004. — 90 с.
- Атлас Иркутской области. — М.; Иркутск: Главное управление геодезии и картографии Министерства геологии и охраны недр СССР, 1962. — 182 с.
- Атлас Республики Бурятия. — М.: Федеральная служба геодезии и картографии России, 2000. — 159 с.
- Биота водоемов Байкальской рифтовой зоны / В.В. Тахтеев, Е.А. Судакова, А.Н. Матвеев и др.; отв. ред. А.С. Плешанов. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2009. — 231 с. [Перевод. Saarbüskep, 2012. — 302 p.].
- Брянский В.П. Здравствуй, Байкал! — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1989. — 288 с.
- Брянский В.П. Желанный, яростный, прекрасный: туристский путеводитель. — Иркутск: Облмашинформ, 2001. — 386 с.
- Бухаров А.А. Байкал в цифрах: краткий справочник. — Иркутск: Радиан, 2001. — 72 с.
- Галкина В.И. 60 минут о Байкале. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1979. — 45 с.
- Геологические памятники Байкала / сост. Г.В. Рязанов. — Новосибирск: Наука, 1993. — 160 с.
- Гусев О.К. Натуралист на Байкале. — М.: Советская Россия, 1977. — 286 с.
- Зоологические экскурсии по Южному Байкалу. Беспозвоночные / под ред. В.Г. Шилленкова. — Иркутск: Прикладные технологии, 2001. — 276 с.
- Кожов М.М. Пресные воды Восточной Сибири. — Иркутск: Иркут. обл. гос. изд-во, 1950. — 367 с.
- Лимнологические исследования Байкала и некоторых озер Монголии: Тр. ЛИНа. — Т. 6 (26). — М.: Наука, 1965. — 234 с.
- Лимнология прибрежно-соревой зоны Байкала / Отв. ред. Н.А. Флоренсов. — Новосибирск: Наука, 1977. — 312 с.
- Лимнология Северного Байкала. — Новосибирск: Наука, 1983. — 135 с.
- Подводные ландшафты Байкала / Е.Б. Карabanов, В.Г. Сиделева, Л.А. Ижболдина и др. — Новосибирск: Наука, 1990. — 183 с.
- Проблемы Байкала. — Новосибирск: Наука, 1978. — 293 с.
- Проблемы экологии: чтения памяти проф. М.М. Кожова: тез. докл. междунар. науч. конф. и междунар. шк. для молодых ученых (Иркутск, 20–25 сентября 2010 г.). — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. — 517 с.
- Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. — 464 с.
- Развитие жизни в процессе абиотических изменений на Земле. II. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. А.В. Сочавы, 2011. — 278 с.
- Рыбы и рыбное хозяйство в бассейне озера Байкал / под ред. М.М. Кожова и К.И. Мишари-на. — Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1958. — 746 с.
- Рыбы озера Байкал и его бассейна / Н.М. Пронин, А.Н. Матвеев, В.П. Самусенок и др. — Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2007. — 284 с.
- Kozhov M. Lake Baikal and its life. — Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1963. — 344 p.
- Lake Baikal: Evolution and biodiversity / eds by O.M. Kozhova, L.R. Izmet'eva. — Leiden: Backhuys Publishers, 1998. — 447 p.

ВВЕДЕНИЕ

Пресноводное озеро Байкал, расположенное на юге Восточной Сибири, самое глубокое и большое по объему водных масс, является самым древним озером на нашей планете. С ним связано огромное количество уникальных природных объектов и явлений, поэтому его нередко называют «природной лабораторией» для ученых самого разного профиля. Наверное, правильнее было бы говорить даже не о «лаборатории», а о целом «институте», в котором выполняются исследования, ценные не только для российской, но и для мировой науки. И само озеро, и его окружение (Байкальский регион) богаты разнообразными природными ресурсами, обладают большим рекреационным потенциалом.

На 20 сессии комитета ЮНЕСКО по всемирному наследию, состоявшейся 2–7 декабря 1996 г. в Мексике (г. Мерида), было принято решение о включении озера Байкал и прилегающих к нему территорий в Список объектов всемирного природного наследия. Тем самым мировое сообщество признало непреходящую ценность Байкала для всего человечества, а Россия взяла на себя ряд международных обязательств по сохранению озера и его природного окружения. Во исполнение этих обязательств в 1999 г. в России был принят Федеральный закон «Об охране озера Байкал».

Однако для разработки и реализации эффективных мер по сохранению и разумному использованию природных богатств Байкальского региона необходимы разносторонние и глубокие знания о нем. И хотя свой вклад в копилку знаний о Байкале внесли ученые многих стран, совершенно ясно, что такие специалисты в первую очередь должны воспитываться в пределах самого Байкальского региона, из тех людей, которые в нем живут и имеют возможность регулярно и непосредственно наблюдать и изучать великое озеро.

Потребность в особой региональной краеведческой дисциплине возникла еще в начале XX в. «Исследование Байкала представляет национальную задачу русских ученых. Мы должны знать Байкал не хуже, чем швейцарцы свое Женевское озеро», — писали в апреле 1916 г. в обращении к физико-математическому отделению Петербургской академии наук классики отечественной науки: Д.Н. Анучин, А.Н. Северцов, Л.С. Берг, С.А. Зернов, В.А. Обручев, Л.И. Курсанов, В.Ч. Дорогостайский и др. В этом письме к руководству Академии они обосновывали важность систематического изучения Байкала, необхо-

димось организации экспедиций на озеро и основания на его побережье первой постоянно действующей научной станции. Потребность в постоянном и глубоком исследовании Байкала служила также одним из основных аргументов учреждения в Иркутске первого в Восточной Сибири университета.

Байкаловедение как отдельный учебный предмет впервые введено в 60-е годы XX столетия на биолого-почвенном факультете Иркутского государственного университета. Лекции по байкаловедению в качестве специального курса читал известный профессор-гидробиолог, заслуженный деятель науки РСФСР М.М. Кожов. Он же подготовил первое учебное пособие — «Очерки по байкаловедению», увидевшее свет уже после смерти автора¹.

Таким образом, байкаловедение возникло как предмет в числе биологических наук. Но вскоре его стали считать «своим» представители других естественных (географы, геологи, химики, физики) и даже гуманитарных (археологи, историки) наук.

Что же сейчас понимают под *байкаловедением*? Этим словом можно назвать *междисциплинарную систему знаний о природных особенностях (физико-географических, геологических и биологических) Байкала и Байкальского региона, их уникальных водных и наземных экосистемах, геологической и климатической истории, о становлении самобытной фауны и флоры Байкала.*

Преподавание байкаловедения разделяется на несколько уровней².

Первый уровень — школьный. Он осваивается в процессе получения как общего, так и дополнительного (в кружках, экологических лагерях, на школьных олимпиадах и конференциях) образования. Его можно назвать познавательно-увлекательным. При изучении байкаловедения школьники должны усвоить материал, касающийся основных природных особенностей региона, уникальности Байкала, длительной и порой драматичной истории исследований озера и самых основных проблем, которыми занимаются ученые-байкаловеды.

Второй уровень — вузовский общеобразовательный. Он предполагает достаточно популяризованную подачу материала студентам специальностей с прикладной направленностью. Курс байкаловедения, в частности, необходим для будущих специалистов по туризму и сервису, инженерных экологов, педагогов естественно-научных специальностей, регионоведов, юристов и всех, кому небезразлична судьба этого уникального водоема. На этом уровне студенты должны получить глубокие знания о Байкале, включенном в Список объектов всемирного природного наследия ЮНЕСКО, о его основных наземных и водных природных комплексах, памятниках природы; понять социальную, рекреационную, эстетическую, хозяйственно-экономическую и научную ценность озера; знать международные обязательства России по сохранению Байкала и основные положения нормативных документов, регламентирующих деятельность в Байкальском регионе.

¹ Кожов М.М. Очерки по байкаловедению. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1972. — 254 с.

² Подробнее см.: Тахтеев В.В. Байкаловедение как рассказ о Родине // Экология и жизнь. — 2010. — № 9 (106). — С. 40–44.

Третий уровень — университетский, предполагает углубленное освоение фундаментальных научных знаний о Байкале. Он необходим студентам естественно-научных специальностей — биологам, экологам, географам, геологам, прежде всего тем, кто намерен в дальнейшем профессионально заниматься наукой. На этом уровне студенты должны познакомиться с геологическим строением котловины озера, ее рифтовой природой, историей формирования; изучить климатические условия Байкальского региона, гидрологический, ледовый и химический режим Байкала, основные группы его фауны и флоры; познать явление обособленности эндемичной биоты озера от широко распространенной на континенте, о ее эволюции в ходе становления Байкальской впадины; иметь представление о процессах в экосистеме озера, об их годовой и межгодовой динамике, о степени антропогенного воздействия на Байкал и его окружение.

Четвертый уровень предполагает *подготовку кадров байкаловедов высшей квалификации* (кандидатов и докторов наук).

Издание рассчитано в первую очередь на обучающихся на третьем уровне. Однако авторы надеются, что оно может быть полезно на любой из четырех ступеней, а также всем, кто интересуется природой Байкала.

Глава 1

ИСТОРИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ

1.1. ПУТЬ ПОЗНАНИЯ БАЙКАЛА

Одно из величайших озер мира — Байкал — привлекает внимание исследователей начиная с XVII в. Его можно считать наиболее изученным природным водоемом планеты, но и сегодня оно таит еще немало загадок.

Научное познание Байкала осуществлялось в несколько этапов, границы между которыми достаточно условны.

Сбор первых сведений. Сравнительно недавно о Байкале и даже о Сибири европейцы ничего не знали. В «Космографии» Себастьяна Мюнстера (1544) говорится, что «живут в тех краях люди с песьими головами». Даже на европейской карте 1689 г. Байкал еще не обозначен. Первыми, кто осваивал Байкал, а следовательно, и познавал его, были коренные жители Сибири — буряты, эвенки (тунгусы), монголы. Они сложили о нем множество легенд и преданий. Само слово «Байкал» в языках народов, населявших эту территорию или бывавших на ней, означает: «золотое» — по-алтайски, «северное» — по-китайски, «огненное» — по-бурятски, «богатое» — по-якутски. Называют Байкал и славным морем, и священным озером.

Русские землепроходцы развеяли миф о «звероподобных людях». Летописи сообщают: «В 1636 г. пришел из Енисейска Елеско Юрьев ... со служилыми людьми на Ламу... Вода в Ламе стоячая, пресная, а рыбы в ней всякие и зверь морской, а где проливы той Ламы в море — того тунгусы не ведают. В Ламу впала река Селенга, а по той Селенге, идучи от Ламы, с правую сторону живут мунгалы — кочевые люди, да той же рекою Селенгою ходят в Китайское государство. А Ламу брацкие люди называют Байкалом». До Московского царского двора стали доходить слухи о небывалых богатствах Сибири, о ценных мехах и о том, что жители берегов Байкала «добывают откуда-то серебряную руду, украшают ею сбруи, рукоятки кинжалов и женские наряды». В 1641 г. последовал царский указ — послать на государеву дальнюю службу пятидесятника Курбата Иванова с отрядом. В 1643 г. Курбат Иванов собрал 74 «охочих, служивых, промышленных и гулящих людей ... и 2 июля вышли к Байкалу у Ольхона... Буряты обещали дать ясак осенью», а Курбат Иванов, сделав струги, «перевезся с ратными людьми на Ольхой» (Ольхон). Он составил подробный «чертеж Байкалу и в Байкал падушчим рекам и землицам и местам, где можно быть острогу». Путь первых землепроходцев в Сибирь и на Байкал был трудным, полон лишений и отваги: «...служили мы, —

пишет Курбат, — без государева хлебного жалованья девять месяцев и голод и нужду терпели».

Вслед за К. Ивановым байкальские берега посетили еще несколько казачьих отрядов: Василия Колесникова (1646), Ивана Похабова (1647), Ивана Галкина (1648). И. Галкиным и В. Колесниковым были заложены Верхнеангарский (1646 г.) и Баргузинский остроги (1648).

Первое яркое литературное описание Байкала в 1656 г. дал протопоп Аввакум Петров, исключительно самобытная личность. Он не принял новой веры и упорно боролся против изменения церковной обрядности и богослужебных книг, за что и был сослан царем Алексеем Михайловичем в Забайкалье, где пробыл 10 лет. Аввакум описал горное окружение и живой мир Байкала: «...Горы высокие, утесы каменные и зело высоки ... Птиц зело много, гусей и лебедей по морю, яко снег, плавают. Рыба в нем — осетры, и таймени, стерляди, и омули, и сиги, и прочих родов много. Вода пресная, а нерпы и зайцы («морские зайцы», или ушканы — старое народное название тюленей. — *Примеч. ред.*) великия в нем: во окиане-море большом, живучи на Мезени, таких не видал. А рыбы зело густо в нем: осетры и таймени жирни гораздо, — нельзя жарить на сковороде: жир все будет».

Во второй половине XVII в. Российское государство направляет посольскую миссию в Китай. Возглавил ее известный в то время ученый, переводчик, дипломат Н.Г. Спафарий, автор книги «Путешествие через Сибирь от Тобольска до Нерчинска и границ Китая русского посланника Николая Спафария в 1675 г.». В книге есть описание зимнего Байкала, гидрологические сведения об озере, его размерах, о качестве воды, растительном мире побережья, о главных промысловых рыбах, о первобытных лесах, о занятиях жителей Прибайкалья. Для того времени это была уже более полная географическая характеристика Байкала, претендующая на первое научное описание озера. Однако сведения эти были изложены вперемешку с впечатлениями о путешествии. Позже (1692–1695) русский посол в Китае Избрант Идес писал, что «...озеро Байкал имеет в ширину около шести немецких миль, а в длину — сорок. Толщина льда на нем около шести футов ... на озере встречаются полыньи, которые никогда не замерзают ... Вода в озере пресная, но такая же чистая и зеленая, как в океане; в нем много морских собак (тюленей) ... В озере много рыбы ... Единственная река, которая вытекает из Байкала, это Ангара».

Постепенно к Российскому государству присоединялись новые земли. К тому времени была известна карта Сибири Ф.А. Головина, на которой Байкал изображен в виде небольшого округлого озера. Для картирования неизученных земель требовались люди, которые сумели бы обобщить накопленный опыт и дополнить его новыми сведениями. Таким самобытным, талантливым летописцем, картографом-самоучкой был житель Тобольска — Семен Ульянович Ремезов. Сам он на Байкале не был, но «по расспросным речам» указал 40 притоков озера, дал в «Чертежной книге Сибири» (1699–1711) довольно правильную форму Байкала, упомянул, что «промеж Похабихой и Безымянной в камнях слюду промышляют».



Рис. 1.1. Иоганн Георг Гмелин.

«Немецкий» этап (исследования немецких членов Петербургской академии наук). Научное исследование Сибири и Байкала началось с организации Петербургской академии наук (1724 г.). Еще до ее создания Петр I, понимая значение новых земель для растущего государства, в 1718 г. приглашает из Германии ученого Даниила Готлиба Мессершмидта. Предприняв путешествие в Сибирь (1720–1727), он приумножил и углубил представления о Байкале, особенно о южной его части, описал реки Ангару и Нижнюю Тунгуску, составил каталог растений Иркутской губернии. Мессершмидт и сам путешествовал по Байкалу, а по рассказам местных жителей, дополнял свои наблюдения, в том числе поведал, что «в пади Котельниковской некакой ключ бьет горячий, ровно котел кипит».

В период Второй Камчатской экспедиции (1733–1743), организованной Петербургской академией наук, другой немецкий исследователь — Иоганн Георг Гмелин (рис. 1.1) — в 1735–1738 гг. дал описание Байкала, установил, что жи-

вущий здесь тюлень представляет собой новый для науки вид, и дал ему название *Phoca sibirica* (сибирский тюлень). Работавшие в составе экспедиции С.П. Крашенинников и Г.В. Стеллер также не обошли своим вниманием природу Байкала.

В 70-х годах XVIII в. Екатерина II пригласила из Германии на службу в Петербургскую академию наук Петра Симона Палласа. Вскоре Паллас возглавил большую экспедицию в Сибирь и на Байкал, который произвел на него огромное впечатление. Ученый пытался объяснить причины возникновения Байкальской впадины. Он считал, что котловина Байкала представляет собой громадную трещину, разделившую горы и заполнившуюся водой. Паллас отметил, что прибрежные горы несут черты сильнейших и довольно свежих изменений, но вместе с тем и признаки глубокой древности. П.С. Палласу принадлежат описания новых видов рыб из Байкала и его бассейна: большой голомянки, тайменя, ленка, а также байкальской ветвистой губки, трех видов бокоплавов.

Достойным последователем Палласа был видный ученый Иоганн Готлиб Георги, также немец по происхождению (рис. 1.2). В 1772 г. со своими учениками Георги отправляется на Байкал. Паллас поручает ему исследовать фауну и измерить периметр озера «для начертания географической карты». Вместе со

штурманом Алексеем Пушкаревым Георги объехал Байкал на лодке. Это было первое кругобайкальское путешествие. А. Пушкарев сделал подробную топографическую съемку озера и полное его описание, а также составил карту Байкала в масштабе 10 верст в 1 дюйме (1773). Благодаря подвижнической деятельности ученых Петербургской академии наук стали известны описанные этими исследователями сига, хариусы, омуль. Старожилы поведали Георги, что «едовая» рыба — это сиг, а омуль только похожий на сига, но несъедобен, так как питается илом. Изучив эту рыбу, Георги назвал ее странствующим сигом (лат. — *Coregonus migratorius*). Он обстоятельно охарактеризовал флору и фауну вокруг Байкала и высказал гипотезу о тектоническом («насильственном») происхождении озера. Георги впервые описал еще один горячий источник на байкальском побережье — Хакусский.

После работ Георги и Пушкарева научные исследования Байкала приостановились на несколько десятилетий. Только в 1855–1857 гг. Сибирский отдел Императорского Русского географического общества организует экспедицию по изучению озера под руководством натуралиста Г.И. Радде, который сделал вывод о бедности Байкала низшими (беспозвоночными) животными. Ученый писал: «Сколько бы пытливый глаз путешественника ни вглядывался в эту чистую воду, там ничего не увидишь, но при большом воображении причудливые очертания камней можно принять за диких животных».

«Польский» этап (исследования ссыльных поляков). Исключительно плодотворным был следующий период, связанный с деятельностью участников Польского национально-освободительного восстания 1863–1864 гг. Среди сосланных в Сибирь были Бенедикт Дыбовский (рис. 1.3), Виктор Годлевский, Александр Чекановский, Иван (Ян) Черский (рис. 1.4), В. Ксенжепольский и др.

Б. Дыбовский и В. Годлевский добились у властей разрешения поселиться в пос. Култук на южном берегу Байкала. Начиная с 1867 г. почти 10 лет своими силами на собственные средства они проводили стационарные наблюдения. Был проделан громадный комплекс работ: выполнены промеры глубин Байкала, создана батиметрическая карта юго-западной части озера, осуществлены первые измерения уровня и температуры воды, проведены наблюдения за ледовыми процессами. Основные работы велись в зимнее время со льда. Был раз-



Рис. 1.2. Иоганн Готлиб Георги.

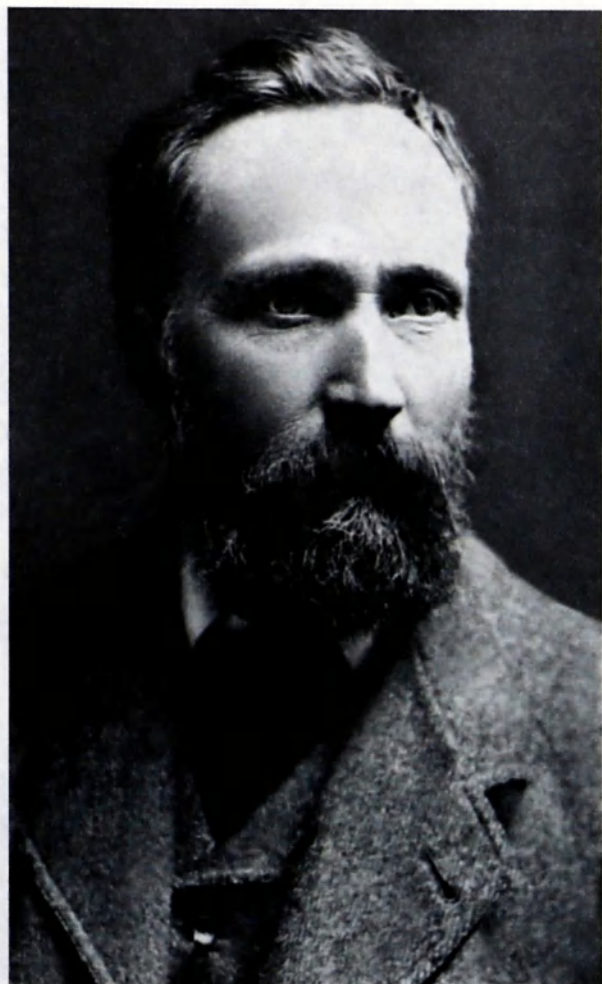


Рис. 1.3. Бенедикт Иванович Дыбовский.



Рис. 1.4. Иван Дементьевич Черский.

веян миф о бедности озера беспозвоночными животными и доказано, что фауна Байкала весьма богата, а большая часть ее эндемична. До исследований Дыбовского к тому времени было известно о шести видах ракообразных, обитающих в озере, благодаря трудам ученого, их число возросло до 191.

Б. Дыбовский впервые поставил вопрос о необходимости организации на Байкале стационарных пунктов для гидробиологических наблюдений, а также открытия университета для подготовки исследователей этого удивительного края. Вот что он писал в «Автобиографии» (1901):

«Доказавши самым очевидным образом неосновательность прежних мнений о бедности байкальской фауны и убедившись в неисчерпаемости ее богатства, требующей труда многих поколений для ее исследования, мы старались также показать, что наиболее соответствующим местом для устройства опытной биологической станции, имеющей неопределимое значение для различных научных исследований, является именно Байкал. Поэтому мы полагали, что наиболее удобным пунктом для учреждения университета в Сибири, если бы предполагалось таковой открыть, был бы Иркутск. Здесь открывается широкое поле для исследований как геологов, так и биологов».

Позже, возвратясь во Львов в свое родовое имение, Б. Дыбовский тепло вспоминал Восточную Сибирь. Мысленно обращаясь к Байкалу, он писал: «Родной ты

мой! Я не жалею 10 лет ссылки, ибо для науки они дали больше любого десятилетия». И далее: «У нас, в крае, само понятие “Сибирь” вызывает страх, и понимают ее как тюрьму под открытым небом. Я же встретил не только симпатичную мне природу, но и симпатичное ее население. Сибирь есть клад для ученых!».

И.Д. Черский с 1877 г. в течение четырех лет вел систематические исследования геологии берегов Байкала, трижды обогнув озеро на обыкновенной весельной лодке, которую купил на свои скромные средства и которой нередко сам же управлял. Итогом его громадного труда явилась новая оригинальная концепция геологической истории Прибайкалья и самого Байкала. И.Д. Черский подчеркивал возможность медленных и постепенных (не катастрофических) изменений, связанных со сжатием и углублением узких линейных складок. Им была составлена первая геологическая карта береговой полосы Байкала в масштабе 1 : 420 000 и сделаны засечки на определенном уровне от уреза воды для наблюдения за уровневым режимом. В настоящее время на карте Байкала есть камень Черского, пик Черского, гора Черского, берег Черского, ледник Черского. Все они названы в честь легендарного исследователя, там находятся ключевые места его геологических маршрутов.

В 1888 г. в Сибирь и на Байкал приезжает В.А. Обручев (рис. 1.5), первый и долгое время единственный штатный горный геолог Сибири. В отличие от И.Д. Черского, Обручев пришел к убеждению, что такая впадина могла быть создана только в результате движения блоков земной коры по разломам и сравнительно недавно, иначе ее крутые склоны были бы уже сглажены размывом, а озеро заполнено продуктами разрушения берегов. Эту точку зрения В.А. Обручева о сбросовом происхождении Байкала поддерживали многие ученые: А.В. Львов (1904), М.М. Тетяев (1945) и др.

Исследования начала XX в.: на пути к научным станциям. Строительство Кругобайкальской железной дороги послужило новым стимулом для дальнейшего изучения озера. Была организована большая гидрографическая экспедиция под руководством военно-морского офицера Федора Кирилловича Дриженко, работавшая в 1896–1902 гг. Экспедицией выполнены батиметрическая съемка, астрономические и магнитные измерения, установлены десятки маяков, составлены карты южной, средней и северной частей



Рис. 1.5. Владимир Афанасьевич Обручев.

Байкала, Генеральная карта озера, атлас Байкала, судоходная лоция, а также атлас Верхней Ангары и волока до р. Витим (через 80 лет этот путь будет использован для строительства БАМа).

В это же время на Байкале работает зоологическая экспедиция под руководством профессора Киевского университета А.А. Коротнева, собравшая новый обширный материал по фауне, который затем обрабатывали известные ученые. А.А. Коротнев впервые описал малую голомянку, назвав ее голомянкой Дыбовского, в честь больших заслуг Бенедикта Ивановича в деле изучения Байкала. Удивляясь своеобразному «морскому» облику многих байкальских организмов, А.А. Коротнев (вслед за немецкими учеными XIX в. А. Гумбольдтом и О. Пешелем) допускал возможность связи Байкала с Северным Ледовитым океаном и соответственно прямого влияния этого океана на становление фауны Байкала.

На рубеже XIX и XX вв. фауну озера также изучал В.П. Горяев, который сначала работал в с. Голоустное на метеостанции купца Пятидесятникова и пытался организовать там Зоологическую станцию, а затем присоединился к экспедиции Коротнева. В.П. Горяев написал несколько ценных работ по байкальским гаммаридам и планариям.

В конце XIX — начале XX в. А.В. Вознесенский и В.Б. Шостакович составляют первые обстоятельные очерки по климатическим особенностям Байкала, его термике, прозрачности воды, особенностям ледового покрова и учреждают метеостанции на берегу озера и на о. Ольхон.

В конце XIX в. возрос интерес к рыболовному промыслу на Байкале. Ценные материалы по этой теме опубликованы врачом Н.В. Кириловым и Н.Н. Сабуровым (1886–1888). Проблема рыбного промысла уже тогда приобрела общественную значимость: уменьшались уловы, мельчал сам омуль. Причиной этого Н.Н. Сабуров и часть других ученых считали беспорядочный вылов омуля, а также обмеление и засорение устьев рек, куда омуль заходит на нерест; не последнюю роль играла и возрастающая интенсивность рыболовного промысла, приобретающего хищнический характер. Были предложены меры к регулированию отлова омуля. Н.Н. Сабуров обследовал также оз. Фролиха на Баргузинском хребте, где обитает реликтовый вид лососевых рыб — голец-даватчан.

В конце XIX в. от Р. Гудвинского получены первые сведения об альгофлоре (водорослях) Байкала. В 1902–1903 гг. в южной части Байкала, а также на его притоках самостоятельно проводил целенаправленные сборы водорослей молодой исследователь Виталий Дорогостайский. Его студенческая дипломная работа «Материалы для альгологии озера Байкал и его бассейна», содержащая определения 350 видов и разновидностей, была опубликована на французском (1904) и русском (1906) языках и стала первой ботанической монографией о Байкале. Обладая разносторонними интересами, в дальнейшем В.Ч. Дорогостайский начал собирать материалы по рачкам-амфиподам, продолжая дело Б.И. Дыбовского и В.П. Горяева; выполнил уникальную по тем временам серию цветных акварельных рисунков этих животных.

В начале XX в. появляются печатные работы Л.С. Берга — ихтиолога, географа и эволюциониста, впоследствии избранного действительным членом АН СССР (рис. 1.6), посвященные систематике байкальских рыб, а также проблеме происхождения байкальской фауны. Берг постепенно разошелся во взглядах с А.А. Коротневым и утверждал, что фауна Байкала имеет чисто пресноводное и при этом древнее происхождение. Так было положено начало научной дискуссии, которая затем на протяжении ряда десятилетий стимулировала интерес ученых к сибирскому озеру-морю.

Призывы ученых-энтузиастов к организации на Байкале систематических научных исследований, наконец, были услышаны. Под председательством акад. Н.В. Насонова в 1916 г. при Президиуме Петербургской академии наук была создана Комиссия по изучению Байкала (КИБ), или Байкальская комиссия. В комиссию наряду с известными учеными (Л.С. Берг, В.А. Обручев, А.Н. Северцов и др.) вошли увлеченные Байкалом их молодые коллеги: В.Ч. Дорогостайский (рис. 1.7), Г.Ю. Верещагин (рис. 1.8).

Нашлись и средства на реализацию намерений. Иркутский купец В.А. Второв пожертвовал 16 тыс. р. на строительство первого на Байкале «корабля науки» и на организацию научной станции. В.Ч. Дорогостайскому по своим



Рис. 1.6. Лев Семенович Берг.



Рис. 1.7. Виталий Чеславович Дорогостайский.



Рис. 1.8. Глеб Юрьевич Верещагин.

чертежам удалось построить научно-исследовательское судно «Чайка» (рис. 1.9) в железнодорожных мастерских порта Байкал и оснастить его необходимым оборудованием. Это был небольшой катер длиной 9 м, с единственной каютой, с ручной лебедкой на корме³.

В 1916 г. экспедиция, организованная КИБ, выехала на Байкал, чтобы выбрать место для постоянной станции. Выбор пал на падь Большие Коты в 18 км к северо-востоку от Листвянки. Купец А.А. Сибиряков готов был уступить для станции в Котах участок земли и дом, где размещалась контора его стекольной фабрики. Экспедиция КИБ поначалу высадилась у пади Каменушка на мысу у истока Ангары, который был назван мысом Экспедиции. Уже в 1916 г. отряд В.Ч. Дорогостайского предпринял выход на «Чайке» в район Малого моря, а Г.Ю. Верещагину удалось совершить три рейса по Байкалу на пароходе «Феодосий», собрать материал по байкальскому планктону и провести гидрологические наблюдения.

Революционные события и последовавшая Гражданская война прервали начатые экспедицией работы. Однако в 1917 г. удалось совершить еще один рейс на «Чайке» — в Чивыркуйский залив, но уже под эгидой Московского университета и на средства, пожертвованные московским меценатом А.С. Хомяковым. Под руководством В.Ч. Дорогостайского работали ассистент Московского университета И.И. Месяцев и два студента — Л.Л. Россолимо (впоследствии один из ведущих лимнологов нашей страны) и Л.А. Зенкевич (будущий лидер советской океанологии, академик АН СССР).

В 1918 г. произошло долгожданное открытие университета в Иркутске. Сибирь в это время находилась под властью адмирала А.В. Колчака и Временного сибирского правительства и практически была полностью отрезана от Европейской России. Уже через год, в 1919 г., в Иркутском университете

³ Ранее в качестве научно-исследовательского судна гидрографической экспедицией Ф.К. Дриженко использовался арендованный пароход «Иннокентий». Однако «Чайка» стала первым судном, построенным специально для научных исследований. Интересно, что сын В.Ч. Дорогостайского Дмитрий стал видным ученым в области кораблестроения. В настоящее время на Байкале имеется ряд исследовательских судов, снабженных современными электрическими лебедками, крупнейшим из которых является теплоход «Г.Ю. Верещагин». Но для участников научных экспедиций по Байкалу именно «Чайка» остается кораблем-легендой.



Рис. 1.9. Первое научно-исследовательское судно «Чайка» (1916 г.).

открылся физико-математический факультет. В его состав вошли три первые биологические кафедры: ботаники, зоологии беспозвоночных и зоологии позвоночных. Первую возглавил основатель иркутской ботанической школы В.И. Смирнов; вторую — известный зоолог Б.А. Сварчевский, участник экспедиции А.А. Коротнева, занявшийся исследованием байкальских губок и инфузорий; третью — В.Ч. Дорогостайский. В том же 1919 г. он на личном энтузиазме, без всякой финансовой поддержки реализовал решение КИБ — организовал в Больших Котах Байкальскую биологическую станцию. На ней начали налаживаться исследования фито- и зоопланктона, донной фауны Байкала.

Накопленные к тому времени данные о распределении фауны по различным районам озера позволили В.Ч. Дорогостайскому разработать схему зоогеографического районирования Байкала. Он выделил восемь провинций, различающихся по составу животного населения. Статья, в которой приведена эта схема («Вертикальное и горизонтальное распределение фауны оз. Байкал», 1923 г.), была напечатана на плохой бумаге в малотиражном сборнике трудов профессоров и преподавателей Иркутского университета. Однако эта работа удивительно опередила время. Дорогостайский считал современную байкальскую фауну пресноводной по происхождению, но, в отличие от Л.С. Берга, не

древней, а молодой по возрасту, находящейся в процессе формирования. По его мнению, большая часть древней байкальской фауны вымерла во время ледниковых похолоданий из-за создания в озере неблагоприятных условий для жизни. Современные палеолимнологические исследования действительно подтверждают, что в отдельные периоды плейстоцена в экосистеме озера возникали «экологические коллапсы» (см. гл. 5 и 7), наверняка приводившие к вымиранию значительной части видов и затем — к новым всплескам видообразования⁴.

Тем не менее в условиях Гражданской войны КИБ Академии наук не могла курировать Байкальскую биостанцию. В 1921 г. она была официально передана Иркутскому государственному университету.

Советский этап. Работы Байкальской комиссии АН возобновились только в декабре 1924 г. Ученому секретарю Комиссии Г.Ю. Верещагину было поручено составление программы исследований, и он в конце декабря выехал на Байкал. К этому времени он уже стал известным лимнологом и на протяжении ряда лет возглавлял Олонецкую экспедицию, исследовавшую озера Карелии. В 1925 г. состоялось возвращение академической науки на Байкал: под руководством Верещагина была организована постоянная экспедиция АН СССР, которая обосновалась на юго-западном берегу Байкала, на станции Маритуй. В ее состав вошли крупнейшие впоследствии ученые В.Н. Сукачев, К.И. Мейер, а также молодые талантливые специалисты — Н.С. Гаевская, А.П. Световидов, С.И. Кузнецов, А.П. Щербаков, Н.И. Аничкова, Н.П. Предтеченский, Т.Б. Форш-Меншуткина, Б.Н. Форш.

Экспедиция получила в свое распоряжение «Чайку», которую невероятными усилиями удалось сохранить в годы Гражданской войны. За короткий срок с 1925 по 1928 г. был выполнен огромный объем работ. Только общая протяженность маршрутов за два первых года составила 7561 км. Исследования проводились на 5725 станциях, из которых 457 были глубоководными; собрано 3540 образцов флоры и фауны, выполнено 11 902 химических анализов воды, проведены тысячи измерений температур. Тогда же (1925–1929) приступили к постановке исследований климатических особенностей Байкала, порожденных влиянием его водных масс. Г.Ю. Верещагин предложил рассматривать климат Байкала как «пресноводный морской». Дальнейшие исследования выявили общие черты структуры и динамики климата крупных озерных водоемов — лимноклимата. На основе обобщения многолетних экспедиционных материалов детальное климатическое районирование Прибайкалья завершено Н.П. Ладейщиковым (1970–1980-е гг.).

В 1928 г. постановлением Совнаркома СССР экспедиция реорганизована в Байкальскую лимнологическую станцию АН СССР (БЛС), директором которой назначили Г.Ю. Верещагина. Станция в 1930 г. была переведена в пос. Листвянка. Работы приняли большой размах.

⁴ Кроме того, как признал американский биолог-эволюционист Г.С. Форест (1985), в данной статье В.Ч. Дорогостайский, по сути, первым описал эволюционное явление адаптивной радиации (возникновение от одного предкового вида нескольких новых в различающихся условиях существования), но это долго оставалось незамеченным.

С первых шагов одну из главных задач Байкальской экспедиции АН СССР составляли гидрохимические исследования Байкала и его притоков. Однако единой методики по изучению воды в полевых условиях не было. Это побудило Г.Ю. Верещагина разработать стандартные методы полевого анализа воды. В 1927 г. на IV Международном конгрессе лимнологов для этих целей была создана специальная комиссия под председательством профессора Винклера. Уже в 1930 г. было опубликовано соответствующее руководство. К этому времени на станцию пришли работать: Д.Н. Талиев (рис. 1.10), ихтиолог, специалист по коттоидным рыбам; А.Я. Базикалова (рис. 1.11), изучавшая байкальских гаммарид, А.А. Захваткин, Е.М. Крохин — гидрологи, а также Ф.В. Крогиус, Харкевич-Форш, З.Д. Матренинская, Н.И. Бородин, В.Л. Цуриков, Г.Г. Мартинсон, Л.Л. Россолимо. К работам на Байкале привлекались крупные ученые из Москвы, Ленинграда. Работы Станции получили мировую известность. На IV Международном конгрессе лимнологов в Риме (1927) работы байкальцев получили высшую награду конгресса. Всеми этими работами руководил неутомимый Глеб Юрьевич Верещагин — выдающийся отечественный лимнолог, ученый с мировым именем.

Ко времени начала планомерных исследований Байкала АН СССР Г.Ю. Верещагин в пятилетней программе работ Байкальской экспедиции под-



Рис. 1.10. Дмитрий Николаевич Талиев.



Рис. 1.11. Александра Яковлевна Базикалова.

черкнул важность количественного учета бентоса. Для этой цели из Копенгагена был выписан дночерпатель Петерсена, в конструкцию которого Г.Ю. Верещагин внес усовершенствования с учетом условий Байкала. Ручной лебедкой с катера «Чайка» он с 1925 г. до 1932–1933 гг. по всем районам Байкала с глубин до 200 м собрал 308 проб, которые были переданы для обработки Л.Г. Миклашевской.

Количественное изучение зообентоса в этот же период проводил Биолого-географический научно-исследовательский институт Иркутского госуниверситета (БГНИИ, ныне НИИ биологии ИГУ). Были обстоятельно исследованы мелководья Северного Байкала, Баргузинский и Чивыркуйский заливы. Помимо чисто научной, эти работы имели и практическую значимость: необходимо было оценить кормовую базу рыб в разных районах Байкала. В дальнейшем опубликованные данные Л.Г. Миклашевской (БЛС), В.С. Бурова и М.М. Кожова (БГНИИ) были обобщены М.М. Кожовым в фундаментальных книгах «Животный мир озера Байкал» и «Биология озера Байкал».

После Великой Отечественной войны исследования зообентоса были продолжены БЛС и в глубинной зоне Байкала с катера «Дыбовский» механической лебедкой. Эти и последующие работы М.Ю. Бекман (рис. 1.12) и А.Я. Базикаловой по составлению общей схемы количественного распределения донного населения завершают первый этап исследований зообентоса Байкала.



Рис. 1.12. Маргарита Юльевна Бекман.

Начиная с 1932 г. А.Я. Базикалова и Д.Н. Талиев изучали две своеобразные группы байкальской эндемичной фауны — бокоплавов и бычков-подкаменщиков. Систематика гаммарид в то время была слабо разработана. А.Я. Базикалова описала 80 новых эндемичных видов бокоплавов и 29 разновидностей, выделила 10 новых родов. Всего в Байкале, по ее данным, насчитывалось уже 255 видов и разновидностей. Д.Н. Талиев всесторонне исследовал морфологию бычков; их костный скелет изучали рентгеноскопически А.Я. Базикалова, Д.Н. Талиев, а позже Е.А. Коряков. Они исследовали также особенности биологии гаммарид и бычков: питание, размножение, закономерности онтогенеза, физиологические характеристики и т.д. Это имело непосредственное отношение к главному вопросу работы БЛС того времени — о происхождении фауны Байкала — и позволило перейти к рас-

смотрению причин и темпов дивергентного видообразования этих групп в озере.

Кроме того, в 30-е годы прошлого века Д.Н. Талиевым проведена пионерная и очень трудоемкая работа по анализу родственных отношений различных байкальских животных друг с другом и с небайкальскими видами серологическим (иммунохимическим) методом. Такое исследование было выполнено за несколько десятилетий до разработки методов молекулярно-генетического анализа родственных связей организмов, и, что впечатляет, его результаты во многом совпадают с современными данными.

В 1928–1933 гг. Г.Ю. Верещагин публикует свои материалы по проблеме происхождения и истории фауны Байкала. В то время было еще недостаточно ясно систематическое положение ряда групп байкальской фауны среди пресноводных гидробионтов, а схожесть некоторых из них с обитателями морей позволила Г.Ю. Верещагину высказать и в дальнейшем активно отстаивать мнение о морском происхождении части байкальской фауны (так называемого «морского элемента»). Это не совпадало со взглядами Л.С. Берга о пресноводном происхождении всей фауны Байкала, хотя Г.Ю. Верещагин полагал, что ее происхождение окончательно выяснится, когда зоогеографическое деление водоемов будет разработано на более углубленной фактической основе. Последние работы Г.Ю. Верещагина по этой проблеме опубликованы в 1940 г. в основанных им «Трудах Байкальской лимнологической станции». Поскольку не имелось никаких свидетельств прямой связи Байкала с Мировым океаном, Верещагин описал возможный механизм проникновения морских фаунистических элементов в Байкал через водоемы-посредники (об этой «дискуссии века» также см. разд. 7.2).

Уже в первые годы работы БЛС сложился довольно сильный коллектив ихтиологов: А.Н. Световидов провел детальное морфологическое исследование хариусов; Ф.В. Крогиус изучала сигов, выделив две их группы: озерные и озерно-речные. Специальный отряд под руководством А.И. Березовского и И.П. Сидорычева исследовал условия воспроизводства омуля на Селенге. В 1933 г. Э.М. Ляйманом осуществлены первые описания паразитофауны байкальских рыб, в том числе видов, эндемичных для Байкала. Значительное внимание уделялось рыбохозяйственным проблемам интенсификации рыбного промысла на Байкале, усовершенствования техники рыболовства. Первая конференция по развитию производительных сил Бурят-Монгольской АССР в 1934 г. в Москве определила широкую программу научных рыбохозяйственных исследований ихтиологии Байкала: Лимнологическая станция АН СССР взялась за изучение непромысловых рыб, БГНИИ при Иркутском университете — промысловых. Хотя в целом здесь вылавливалось не очень много рыбы, высокие пищевые качества таких видов, как омуль, сиг, хариус, таймень, осетр, выдвигали Байкал на видное место среди других рыбохозяйственных водоемов страны.

В послевоенные годы БЛС приступает к углубленному изучению температурного, химического, ледового режима и теплового баланса озера. Для разра-

ботки гидрологической тематики был приглашен В.М. Сокольников, который возглавил ледово-термические и теплобалансовые исследования. В начале 1950-х годов в работах приняли участие В.И. Верболов, В.И. Маньковский, П.А. Новокшенов, В.В. Меншуткин, М.Н. Шимараев и др. Это позволило выполнить всестороннее описание байкальского льда начиная с появления первых его форм до полного очищения озера. А.Н. Афанасьев (Иркутская ГМС) установил связь между колебаниями солнечной активности (по числам Вольфа) и уровнем Байкала. По усредненным данным за 5- и 20-летние периоды, используя 200-летний восстановительный ряд, он в 1976 г. разработал схему прогноза на 22-летний период. Его прогноз на конец 1970-х годов оправдался. Первые инструментальные измерения течений в Байкале осуществлены в 1935 г. сотрудниками БЛС и продолжены в 1955 г. В.И. Верболовым, затем В.М. Сокольниковым и Б.А. Помыткиным. В.М. Сокольников получил данные о подледных течениях и о наличии в озере горизонтальных циркуляционных систем. В дальнейшем большое значение имели проведенные В.А. Фиалковым исследования течений в прибрежной зоне озера, что нашло практическое применение в сооружении объектов БАМа (см. разд. 1.6).

После Великой Отечественной войны гидрохимические исследования



Рис. 1.13. Константин Константинович Вотинцев.

в 1948 г. осуществил В.А. Толмачев. Работы велись по заданию правительственных органов в связи с проектированием Иркутской ГЭС и были переданы для практического использования. Эти работы были продолжены И.В. Глазуновым; они отличались большой разносторонностью, тщательностью сбора материала и его обработки и оригинальными результатами. В 1956 г. гидрохимические исследования на БЛС возглавил известный гидрохимик, доктор географических наук К.К. Вотинцев (рис. 1.13), имеющий 7-летний опыт работы на биостанции в Больших Котах. В 1961 г. вышла в свет его монография «Гидрохимия озера Байкал». В ней рассматриваются химический состав воды, вертикальное распределение, сезонные и суточные изменения его компонентов, общая гидрохимическая характеристика вод открытого Байкала, его бухт и заливов, а также гидрохимия притоков озера.

Активно изучались планктонные и бентосные водоросли Байкала. С 1916 г. в составе КИБ плодотворно работал

К.И. Мейер (рис. 1.14). Он положил начало таксономической ревизии флоры озера и первым указал на ее эндемизм и оригинальность. С 1926 г. в летний период ботаническая группа проводила исследования в разных районах Байкала, бухтах, приустьевых участках рек. Круглогодичные исследования ограничивались одной-двумя станциями на Южном Байкале.

Байкальской биостанцией в Больших Котах долгое время заведовал ботаник В.Н. Яснитский. Он обследовал фитопланктон и фитобентос в ряде районов Байкала, но при этом впервые были организованы стационарные (ежедекадные) наблюдения в Больших Котах. На основе этих наблюдений была описана сезонная цикличность в развитии фитопланктона, выявлен весенний (подледный) максимум в его обилии. Один из учеников В.Н. Яснитского, альголог А.П. Скабичевский, продолжил эти работы, описав как систематик десятки новых видов водорослей. Картина вертикального и горизонтального распределения донных видов водорослей Байкала представлена достаточно полно благодаря трудам нескольких поколений альгологов: К.И. Мейера, А.П. Скабичевского, Л.А. Ижболдиной.

С 1950-х годов альгофлора Малого Моря изучалась О.М. Кожовой, которая выделила 58 видов водорослей и отметила «урожайные» и «малоурожайные» по фитопланктону годы. То же явление описано в работах сотрудника БГНИИ Н.Л. Антиповой. В «урожайные», или высокопродуктивные, годы необычайно возрастала численность подледного фитопланктона (см. гл. 6). Объяснение данному явлению исследователи искали несколько десятилетий.

К изучению фитопланктона в 1958 г. приступила Г.И. Поповская. На Селенгинском мелководье и в прилегающих сорах, а с 1970-х годов и на 20 главных притоках Байкала она выявила доминирующие группы, оценила запасы водорослей во всей толще байкальских вод. Г.И. Поповская первая на Байкале открыла группу мельчайших ультрананопланктонных водорослей, не учитываемую при обычной световой микроскопии. Позднее изучение биологии байкальских водорослей в лабораторных условиях проводили Н.А. Бондаренко, Н.Е. Гусельникова, Г.И. Кобанова.

Одним из основных элементов экосистемы Байкала является зоопланктон. С 1929 г. А.А. Захваткин исследовал вертикальную миграцию зоопланктона, в ча-



Рис. 1.14. Константин Игнатьевич Мейер.

стности эпишуры и макрогектопуса (явление было обнаружено немного ранее В.Н. Яснитским). В 1950–1960-е годы суточные вертикальные перемещения рачков изучались М.М. Кожовым и его аспирантом Л.Н. Могилевым и рассматривались как защитно-приспособительные реакции планктонных организмов. Вертикальные миграции макрогектопуса — основного корма для всех пелагических видов рыб — исследовали Б.И. Гарбер, Е.А. Коряков, И.К. Вилисова, суточные миграции планктонного циклопа (*Cyclops kolensis*) — Г.Ф. Мазепова. Позже М.Ю. Бекман отметила оригинальную черту популяции макрогектопуса — наличие карликовых самцов (от 3 до 6 мм), которые во много раз мельче самок (14–38 мм). Выявлено круглогодичное размножение этого рачка. На основе многолетних наблюдений специалисты по зоопланктону — Э.Л. Афанасьева, Г.И. Помазкова, Н.Г. Мельник и др. — однозначно установили, что основу зоопланктона в пелагиали Байкала составляют ракообразные. Среди них ведущая роль принадлежит эпишуре, на которую приходится до 90–98 % годовой биомассы всего зоопланктона. Э.Л. Афанасьевой и М.Н. Шимараевым проведен анализ связи между развитием зоопланктона и температурой воды в пелагиали Байкала, подсчитаны запасы всего зоопланктона, а М.Ю. Бекман выполнена оценка продукции макрогектопуса и его общих запасов, а также прослежены основные закономерности его распределения по акватории озера.



Рис. 1.15. Владимир Дмитриевич Пастухов.

С давних времен особый интерес вызывает эндемик Байкала — байкальская нерпа (тюлень). Археолог Л.П. Хлобыстин отмечает, что нерпа еще в глубокой древности привлекала людей на берега озера-моря. Она использовалась также в качестве менового товара и тотема. Исследования биологии нерпы связаны с именами Б.И. Дыбовского, З.Ф. Сватоша, Т.М. Иванова, Н.С. Свиридова и др. С 1961 г., когда широко проводились комплексные исследования по биологической продуктивности Байкала, особенно ценными были работы В.Д. Пастухова (рис. 1.15). Он подробно описал образ жизни байкальской нерпы, ее экологические и морфофизиологические особенности, дал оценку численности популяции.

В 1961 г. Лимнологическая станция была реорганизована в Лимнологический (озероведческий) институт, который возглавил (1954–1987) Григорий Иванович Галазий (рис. 1.16), академик РАН, крупный специалист в области геоботаники,

лимнологии и экологии. Его перу принадлежит свыше 400 научных работ, включая восемь монографий. Г.И. Галазий был признанным авторитетом среди мирового экологического сообщества, непримиримым противником промышленного освоения побережья озера и до последних дней своей жизни боролся за чистоту байкальских вод.

В связи с широким освоением восточных районов страны роль Байкала и его бассейна еще больше возросла. Возникли новые направления теоретических и прикладных исследований. Основной проблемой исследования озер становится проблема изучения круговорота вещества и энергии в озерных водоемах, которая имеет огромное теоретическое значение и тесно связана с нуждами хозяйственной деятельности. Формирование и возобновление водных ресурсов, водный баланс, водообмен, температурный режим, тепловой баланс Байкала, гидрофизические характеристики, динамика химического состава вод озера, государственный стандарт качества воды, оценка биологической продуктивности водоема, охрана и рациональное использование природных ресурсов — это далеко не полный перечень задач и выполняемых учеными тем.

Одновременно на Байкальской биологической станции Биолого-географического научно-исследовательского института под руководством М.М. Кожова (рис. 1.17) проводились серьезные гидробиологические исследования. Среди



Рис. 1.16. Григорий Иванович Галазий.



Рис. 1.17. Михаил Михайлович Кожов.

байкаловедов XX в. имя Михаила Михайловича Кожова, безусловно, стоит в первом ряду. Он внес большой вклад в познание байкальских моллюсков, губок, распределение планктона, бентоса. Почти весь комплекс сложных биологических процессов и явлений был в поле зрения ученого, а его монография «Биология озера Байкал» [Кожов, 1962], переизданная на английском языке, дает довольно полную и яркую картину жизни уникального озера. М.М. Кожов и его коллеги-ихтиологи (К.И. Мишарин, М.Г. Асхаев, А.Г. Егоров и др.) оставили много ценных рекомендаций по организации промыслового лова рыбы на Байкале, охране и рациональному использованию биологических ресурсов его бассейна. По инициативе М.М. Кожова возобновлено и уже более 60 лет (с 1946 г.) ведется постоянное мониторинговое исследование байкальского планктона у пос. Большие Коты, где расположена биостанция ИГУ. Станция круглогодичного еженедельного отбора проб, находящаяся в открытом Байкале в 3 км от поселка, получила название «точка № 1». За прошедшие десятилетия на ней собран уникальный (не только для Байкала, но и для мировой лимнологии) материал о сезонных и долговременных изменениях планктонных сообществ.

Позже гидробиологическую исследовательскую программу возглавила дочь М.М. Кожова — Ольга Михайловна Кожова (рис. 1.18). Под ее руковод-



Рис. 1.18. Ольга Михайловна Кожова.

ством подготовлено большое количество специалистов-гидробиологов, проведена разработка комплексной системы экологического мониторинга на Байкале и стратегии сохранения его биологического разнообразия.

Глубины Байкала изучаются уже более двух столетий. Еще в XIX в. отдельные промеры показали необычайную для озерной котловины глубину. Б. Дыбовский, В. Годлевский (1869) и многие другие исследователи различными подручными средствами пытались определить глубины Байкала и выяснить свойства его дна. Впервые детальная батиметрия прибрежной зоны была описана экспедицией Ф.К. Дриженко. В 1930-е годы Г.Ю. Верещагиным при помощи эхолота разового действия была определена наибольшая глубина у Ольхона — 1741 м, и эта отметка вошла в Большую Советскую энциклопедию. С 1956 г. на Байкале начались детальные батиметрические работы с применением новых методов эхолотирования. Впервые на катере

«Академик В.А. Обручев» был смонтирован ультразвуковой эхолот НЭЛ-4, позже — НЭЛ-5. Б.Ф. Лутом и А.А. Рогозиным в 1961 г. составлена новая батиметрическая карта Байкала в масштабе 1 : 300 000 и с новой отметкой максимальной глубины — 1620 м (подробнее см. разд. 1.4).

Одной из проблем, внимание специалистов к которой не ослабевает, стали изменения уровня Байкала в прошлом. Выше упоминались засечки И.Д. Черского, однако они позволяют судить о динамике береговой линии лишь за полтора столетия — со времени их нанесения. Более информативен способ, предложенный Г.И. Галазием. Суть его — в изучении годовых колец роста наиболее старых деревьев, растущих на берегах Байкала. Этот способ показал, что за последние 500 лет крупных колебаний линии уреза воды (более чем на 1–2 м) не происходило.

Но наиболее ценным оказалось изучение террас (выровненных «ступеней») на побережьях озера. Известный геолог В.В. Ламакин изучал строение надводных склонов Большого Ушканьего острова, не разрушенных речной эрозией⁵. На этих склонах им выявлено восемь террас на различных уровнях, причем на террасах под слоем почвы обнаруживалась окатанная озерная галька. В дальнейшем оказалось, что на берегах в разных районах Байкала можно проследить до 12 террас на различных отметках до высоты 240–300 м над водным зеркалом (см. разд. 4.7). Очевидно, что террасы являются маркерами палеоуровней Байкала и возникли при более высоком его стоянии (либо свидетельствуют о произошедшем поднятии берегов). Повышения уровня воды могли быть связаны с иным (не ангарским) направлением стока из озера. Появились данные и о возможных снижениях уровня Байкала во время плейстоценовых похолоданий, обусловленных существенным сокращением стока из водосборного бассейна.

Постепенно накапливался материал, проясняющий прошлое Байкала. Исследования академика Н.А. Логачева (рис. 1.19), доктора геолого-минералогических наук В.Д. Маца, доктора геолого-минералогических наук Г.Ф. Уфимцева, М.М. Мандельбаума и др. по всей совокупности новейших геологических



Рис. 1.19. Николай Алексеевич Логачев.

⁵ Видным событием в байкаловедении стала публикация книги В.В. Ламакина «Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала» [1952]. Она придала ощутимый импульс дискуссии о формировании котловины озера.

данных позволили выделить два этапа геологической истории Байкала: раннеорогенный, протобайкальский (от 30 млн л. н.) и позднеорогенный, необайкальский (от 3,5 млн л. н. до современности) [Мац и др., 2001]. Последний этап связан с возникновением высоких горных хребтов и с ускоренным опусканием дна впадины.

Открытие в 1960-е годы Мировой рифтовой системы — глобальной сети новейших разломов, связанных с поднятием и расширением земной коры в океанах, заставило обратить внимание на байкальские грабены, которые оказались континентальными рифтовыми структурами. В 1967 г. была организована Байкальская секция Научного совета по изучению земной коры и верхней мантии при АН СССР, а Байкал и Прибайкалье включены в состав ее главных объектов.

Новый этап в изучении уникальных природных особенностей Байкала в 1977 г. открыли исследования с применением подводных обитаемых аппаратов «Пайсис», которые работали на озере три сезона (1977, 1990 и 1991). Это была качественно новая страница в исследовании Байкала (см. разд. 1.6). Глубоководные погружения предоставили новые данные по неотектоническим и сейсмическим структурам на дне Байкала, которые оказались более впечатляющими, чем известные аналогичные формы рельефа на его берегах. Оказалось, что на дне Байкала протекают мощные неотектонические процессы, обуславливающие разрушение материкового склона и расширение впадины Байкала в западном направлении. Наблюдения из глубоководных аппаратов, фотографии и видеозаписи впервые позволили воочию увидеть и описать сообщества животных, обитающих на глубинах вплоть до максимальных.

В изучении населения дна Байкала и его водной толщи с развитием подводных исследований появилась возможность применить ландшафтный подход, который позволяет увязывать структуру биологических сообществ со всей совокупностью условий их обитания. Е.Б. Карабановым (1990) проведено ландшафтное районирование Байкала, составлена первая карта подводных ландшафтов озера. По его инициативе в бухте Большие Коты заложен полигон для детального комплексного изучения подводных ландшафтов, которое проводилось совместными усилиями ученых Лимнологического института АН СССР и Иркутского университета. В дальнейшем аналогичные исследования были продолжены на полигоне у м. Березовый вблизи пос. Листвянка под руководством доктора биологических наук О.А. Тимошкина.

Международная научная кооперация (конец XX — начало XXI века). Новый импульс исследования Байкала получили в 1987 г., когда была проведена реорганизация Лимнологического института. Ученые перешли к новейшим экспериментальным исследованиям под руководством академика РАН М.А. Грачева. При его непосредственном участии охарактеризовано современное состояние экологической системы Байкала. По его инициативе был организован Байкальский международный центр экологических исследований (см. разд. 1.7). Учредителями Центра стали Сибирское отделение РАН, Лондонское Королевское общество, Японская ассоциация Байкальских исследовательских про-

грамм и ряд других зарубежных научных организаций. После того как пал «железный занавес» между отечественной и мировой наукой, появилась возможность приглашать иностранных ученых на Байкал, а российские исследователи стали посещать зарубежные научные центры, публиковаться в международных журналах. Получили развитие фундаментальные и междисциплинарные исследования, выполняемые современными методами с помощью новейших приборов, в частности методами молекулярной биологии, жидкостной хроматографии, электронной микроскопии и др. На качественно новый уровень вышло палеолимнологическое направление: была детально изучена история Байкала за период около 6 млн лет.

Наряду с развитием новых направлений продолжались традиционные работы по систематике и экологии обитателей Байкала. По подсчетам О.А. Тимошкина, в 1990-е годы специалисты Лимнологического института в среднем ежегодно описывали по 20 новых для науки видов животных. Проведены более или менее детальные ревизии байкальских инфузорий, губок, турбеллярий, олигохет, остракод, амфипод, рыб, паразитических организмов; количество известных видов фауны Байкала выросло более чем в 5 раз с начала XX столетия и более чем в 2 раза за 1980–1990-е годы. По ориентировочным оценкам, сейчас известно около 3000 видов и подвидов животных, обитающих в озере.

Необычайное разнообразие и уникальность растительного и животного мира Байкала сделали его всемирно известным памятником природы. Таксономический состав биоты Байкала, происхождение эндемичной фауны и флоры, биогеографические и филогенетические взаимоотношения эндемиков с широко распространенными видами, биоценотические связи — вот далеко не полный перечень тем исследований большого коллектива ученых Лимнологического института и других институтов Иркутского научного центра СО РАН, Иркутского государственного университета, Института общей и экспериментальной биологии СО РАН (г. Улан-Удэ) и других организаций. Исследования возраста байкальской фауны, ее происхождения и зоогеографических связей с помощью методов молекулярной генетики внесли серьезные изменения в представления о возрасте большинства групп байкальских животных. Подтвердилось мнение Д.Н. Талиева о молодости байкальских бычков-подкаменщиков, и даже самые необычные из них — голомянки — оказались весьма молодыми (не более 1,5 млн лет). А вот знаменитый омуль оказался «старше», чем считалось ранее: его связь с ледовитоморским омулем была потеряна не менее чем 2,7 млн л. н.

Недавно в Байкале обнаружена необычайно богатая фауна инфузорий со строгой приуроченностью к обитанию в песке. Их эндемизм и оригинальная форма тела указывают на существование в озере специфического сообщества песков. В пресных водах подобные сообщества известны только в оз. Танганьика.

На глубине более 400 м напротив бухты Фролиха лимнологи обнаружили выход подводного источника с повышенной концентрацией сульфатов, хлоридов, сероводорода и метана. В этом районе сформировалось особое сообщество

бактериальных матов, основу которых составляют серная нитчатая бактерия, а также своеобразные губки, моллюски, черви и амфиподы. Описан даже новый вид рыб — термальная, или тепловодная широколобка. В районе Фролинского подводного источника губки и плоские черви более чем наполовину построены из облегченного «древнего» углерода, не содержащего изотоп ^{14}C ; его источником, возможно, является метан из слоя газогидратов, обнаруженных в Байкале также в последнее время.

Современные технические возможности позволяют наряду с традиционными методами исследований применять дистанционные гидроакустические методы и видеонаблюдения. Их широкое внедрение пропагандировала гидробиолог Н.Г. Мельник. Это «экологичные» методы, щадящие гидробионтов и не приводящие к их гибели. Акустической аппаратурой неоднократно изучались нагульные и преднерестовые косяки байкальского омуля, скопления пелагического рачка — макрогектопуса.

Успешно осуществляется познание механизма обновления глубинных вод озера, поскольку Байкал является единственным континентальным водоемом Земли, на котором можно изучать физические процессы на глубинах до 1637 м. Открыт один из важных механизмов генерации глубинной конвекции — опускание в зонах плотностной и динамической конвергенции, сопровождающееся развитием крупномасштабных присклоновых циркуляций. Уже известно, что глубинные воды Байкала ежегодно обновляются на 8–10 % за счет замещения поверхностными водами.

Байкал и весь Байкальский регион являются полигоном международной кооперации ученых, где решается мировая приоритетная проблема конца XX — начала XXI в.: глобальные изменения природной среды и климата. Задача состоит в том, чтобы на основе исследований изменения климата в прошлом прогнозировать климатическую обстановку ближайшего будущего. На Байкале в течение 5 лет велось глубинное бурение, обнаружившее в осадках озера подробные свидетельства изменения климата (см. разд. 1.9). Международная экспедиция «“Миры” на Байкале» с применением широко известных российских глубоководных аппаратов «Мир-1» и «Мир-2» (2008–2010) вызвала большой интерес у отечественных ученых-байкаловедов и мировой научной общественности.

Академик В.А. Коптюг считал, что «в отличие от множества других озер Северного полушария, Байкал сохранился в состоянии, близком к первозданному, в значительной степени благодаря тому, что его водосборный бассейн пока мало населен. Здесь проживает не более 2 млн чел., промышленность и сельское хозяйство пока не получили масштабного развития, поэтому загрязнение Байкала имеет локальный характер и в основном приурочено к отдельным крупным источникам промышленных выбросов. Это подтверждено многочисленными данными, полученными в последние годы российскими и зарубежными учеными». Добавим, что особую роль играют гидробионты, определяющие высокое качество байкальской воды.

Группа экспертов ЮНЕСКО признала Байкал особо ценным природным объектом, не имеющим необратимых антропогенных изменений, и в 1996 г. включила его в список Всемирного природного наследия, подтвердив международное значение Байкала. Ученые-лимнологи совместно с другими специалистами-прироdoведами разработали Федеральный закон «Об охране озера Байкал», который был принят Государственной Думой Российской Федерации в 1999 г.

Таков долгий путь познания Байкала в кратком изложении. Исследования озера продолжаютcя, перспектива их очевидна как в научном, так и в практическом плане. О некоторых их направлениях и наиболее важных проектах подробнее рассказано в следующих разделах.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Когда и кем получены первые сведения о Байкале?
2. Кто из немецких и польских ученых внес существенный вклад в познание Байкала в XVIII–XIX вв.?
3. Когда была создана Комиссия при Петербургской академии наук по изучению оз. Байкал и кто входил в ее состав?
4. В чем заключаются основные научно-организационные заслуги В.Ч. Дорогостайского, Г.Ю. Верещагина, М.М. Кожова, Г.И. Галазия?
5. Кем и когда проводились батиметрические исследования на Байкале? Назовите их виды.
6. Назовите основные направления деятельности Байкальской лимнологической станции АН СССР до и после Великой Отечественной войны.
7. Перечислите методы изучения высоких исторических горизонтов уровня Байкала, использованные И.Д. Черским, В.В. Ламакиным, Г.И. Галазием.
8. Что такое «точка № 1» и в чем ее значение для долговременного мониторинга экосистемы Байкала?
9. Когда начался этап международной научной кооперации в исследованиях Байкала?
10. Какие существенные научные открытия сделаны на Байкале в конце XX — начале XXI столетия?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Афанасьев А.Н. Водные ресурсы и водный баланс бассейна оз. Байкал. — Новосибирск: Наука, 1976. — 238 с.
- Афанасьева Э.Л. Биология байкальской эпишуры. — Новосибирск: Наука, 1977. — 144 с.
- Байкал. Атлас. Федеральная служба геодезии и картографии. — М., 1993. — 155 с.
- Бардунов Л.В. В поле и за микроскопом: Из записок-воспоминаний сибирского ботаника. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, Фил. ГЕО, 2007. — 143 с.
- Бенедикт Дыбовский / под ред. О.М. Кожовой, Б.С. Шостаковича. — Новосибирск: Наука, 2000. — 296 с.
- Верболов В.И., Сокольников В.М., Шимараев М.Н. Гидрометеорологический режим и тепловой баланс оз. Байкал. — М.: Наука, 1965. — 369 с.
- Верещагин Г.Ю. Происхождение и история Байкала, его фауны и флоры // Тр. БЛС. — 1940. — Т. 10. — С. 73–239.

- Верещагин Г.Ю. Байкал: научно-популярный очерк. — Иркутск: ОГИЗ, 1947. — 170 с.
- Вотинцев К.К., Мещерякова А.И., Поповская Г.И. Круговорот органического вещества в озере Байкал. — Новосибирск: Наука, 1975. — 189 с.
- Галазий Г.И., Моложников В.Н. История ботанических исследований на Байкале. — Новосибирск: Наука, 1983. — 153 с.
- Голенкова А.И. Пик Яна Черского: документально-художественная повесть. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1980. — 127 с.
- Голенкова А.И. Следопыты Байкала: очерки. — 2-е изд., доп. — Иркутск: Вост.-Сиб. кн. изд-во, 1986. — 224 с.
- Григорий Иванович Галазий: Рыцарь Байкала. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. — 184 с.
- Дорогостайская Е.В. К истории организации постоянной научной станции на оз. Байкал // Известия ВГО. — 1989. — Т. 121, вып. 3. — С. 249–253.
- Дорогостайская Е.В. Виталий Чеславович Дорогостайский (1879–1938). — СПб.: Наука, 1994. — 136 с.
- Дубешко Л.Н. Байкальская биологическая станция Научно-исследовательского института биологии при Иркутском государственном университете. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. — 118 с.
- Дыбовский Б.И. Автобиография // Юбилейный сборник к 50-летию Восточно-Сибирского отдела Императорского Русского географического общества. — Киев, 1901. — Вып. 1. — С. 4–76.
- Зуляр Ю.А. Виталий Чеславович Дорогостайский. — Иркутск: Изд-во Ин-та географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2009. — 79 с.
- Исследования по ихтиофауне Байкала // Тр. Байкал. лимнол. ст. АН СССР. — 1964. — Т. 17. — 107 с.
- Исследования природных ресурсов Восточной Сибири (1923–1973) Биолого-географическим научно-исследовательским институтом. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 1974. — 103 с.
- Кардашевская П.А. Исследователи Байкала / отв. ред. В.В. Тахтеев. — Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2001. — 56 с.
- Колотило Л.Г. Федор Кириллович Дриженко (1858–1922). — СПб.: Наука, 1997. — 128 с.
- Колотило Л.Г. Военные моряки Байкала: Проблемы исторической реконструкции деятельности военных моряков российского флота по физико-географическому изучению и освоению озера Байкал в XVIII–XX вв. — СПб.: Наука, 2004. — 560 с.
- Колотило Л.Г. Трансбайкальский перекресток: Проблемы транспортных путей и железнодорожной паромной переправы через озеро Байкал на рубеже XIX–XX вв. — СПб.: Наука, 2005. — 520 с.
- Ламакин В.В. Ушканьи острова и проблема происхождения Байкала. — М.: Географгиз, 1952. — 170 с.
- Мартинсон Г.Г. Проблема происхождения фауны Байкала // Зоол. журн. — 1967. — Т. 46, вып. 10. — С. 1597–1598.
- Мартинсон Г.Г. В поисках древних озер Азии. — Л.: Наука, 1989. — 157 с.
- Мац В.Д., Уфимцев Г.Ф., Мандельбаум М.М. и др. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, Фил. «Гео», 2001. — 252 с.
- Настоящее и будущее Байкальского региона. Устойчивое развитие. Байкал. — Новосибирск, 1996. — Ч. 1. — 111 с.
- Нагорья Прибайкалья и Забайкалья // История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. — М.: Наука, 1974. — 395 с.
- Подражанский А.М. Вижу дно Байкала! — Л.: Гидрометеиздат, 1982. — 152 с.

- Проблемы Байкала.** — Новосибирск: Наука, 1978. — 293 с.
- Проблемы экологии: Чтения памяти профессора М.М. Кожова.** — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2010. — 517 с.
- Путь познания Байкала / отв. ред. Г.И. Галазий, К.К. Вотинцев.** — Новосибирск: Наука, 1987. — 303 с.
- Сергиенко С.М., Тахтеев В.В., Кардашевская П.А., Рожкова Н.А.** С Байкалом связанные судьбы: Детская энциклопедия Сибири. — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2006. — 158 с.
- Собенников А.С.** Профессор М.М. Кожов: биограф. очерк. — Иркутск: Науч.-исслед. ин-т биологии при Иркут. гос. ун-те, 1990. — 61 с.
- Уфимцев Г.Ф.** Байкальская тетрадь. — М.: Научный мир, 2009. — 240 с.
- Шимараев М.Н.** Элементы теплового режима озера Байкал. — Новосибирск: Наука, 1977. — 149 с.
- Экологические исследования Байкала и Байкальского региона / под ред. О.М. Кожовой.** — Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1992. — Ч. 1. — 224 с.

1.2. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

1.2.1. ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первые очерки, в которых упоминаются вопросы геологии Прибайкалья, были сделаны русскими землепроходцами — покорителями Сибири в далеком XVII в., когда отряд пятидесятника Курбата Иванова вышел к Байкалу в районе о. Ольхон (1643 г.). Уже тогда в работе, названной «Чертеж Байкала и в Байкал падушчим рекам и землицам и местам, где можно быть острогу», были даны краткие характеристики пород, почв и рельефа отдельных участков западного побережья оз. Байкал.

Следующей экспедицией, касающейся изучения геологических аспектов региона, стал поход Василия Колесникова (1644–1646 гг.), цель которого составляли «проведывания озера Байкал и по серебряную руду». Отчасти вопросы геологии, хотя и на весьма популярном уровне, рассматривались в художественном описании Байкала, выполненном главой старообрядцев протопопом Аввакумом Петровым в автобиографическом труде «Житие протопопа Аввакума» (1656), написанном во время его пребывания в Прибайкалье по пути в ссылку.

Систематические научные исследования Прибайкалья были организованы сразу после создания Петербургской академии наук, которая уже в XVIII в. отправила в Прибайкалье несколько экспедиций. Первая из них, под руководством Д.Г. Мессершмидта (1720–1727 гг.), была сформирована по личному поручению Петра I. В ходе работы этой экспедиции были получены новые сведения о природе озера, составлены разнообразные карты, а также проведены первые гидрогеологические исследования, а именно: даны описания горячих источников, имеющих на территории Прибайкалья.

В 1772 г. в экспедиции на Байкале побывали академики П.С. Паллас и И.Г. Георги, которые впервые попытались объяснить происхождение озера

с точки зрения развития геологических процессов. Вопросами геологии и освоения минеральных ресурсов Прибайкалья в конце XVIII в. активно занимался обрусевший швед, естествоиспытатель Эрик Густавович Лаксман. Он обнаружил месторождение глауберовой соли, открыл и изучил источники курорта Горячинска, сделал первые описания гранитов на юге Байкала (район пос. Култук) и их минералогии.

Новый стимул в исследовании геологии Прибайкалья появился с открытием в Иркутске Сибирского отдела Императорского Русского географического общества (17 ноября 1851 г.). С этого времени на территории Прибайкалья регулярно работали различные научные экспедиции, изучавшие в том числе вопросы геологии и геоморфологии. Первой подобной экспедицией (1849–1852 гг.), ориентированной на геологическую тематику, стала Забайкальская экспедиция под руководством горного инженера, геолога-первопроходца Николая Гавриловича Меглицкого (1825–1857 гг.). Экспедиция работала на огромной площади Прибайкалья и Забайкалья, а полученные ею результаты были рассекречены и опубликованы только по истечении 40 лет (1893 г.).

Однако наиболее известными исследователями геологии Прибайкалья второй половины XIX в. по праву считаются два ссыльных польских интеллигента — Иван Дементьевич Черский (1845–1892 гг.) и Александр Лаврентьевич Чекановский (1833–1876 гг.).

И.Д. Черский оказался в Иркутске в 1871 г. благодаря усилиям Сибирского отдела Императорского Русского географического общества (ИРГО), которое подобным образом, после длительных переговоров с царским правительством, смогло устроить его пребывание в ссылке. С первых дней своего пребывания в Иркутске И.Д. Черский занялся изучением геологии и палеонтологии Прибайкалья. Он впервые собрал, систематизировал и описал обширную коллекцию вымерших животных четвертичного периода, составил первую геологическую карту побережья оз. Байкал и прилегающих территорий, которая была актуальной вплоть до середины 40-х годов XX в. Результаты, полученные И.Д. Черским, были отмечены золотой медалью ИРГО. Он обосновал свой взгляд на происхождение впадины оз. Байкал, объяснив ее медленным прогибанием земной коры, сопровождающегося размывом залегающих по берегам пород.

Изучая горные хребты Саян, Прибайкалья и Забайкалья, И.Д. Черский пришел к выводу, что они представляют собой древнейшие геологические комплексы Сибири. Позднее, на основании этих результатов, известный австрийский геолог и общественный деятель Эдуард Зюсс предложил называть эту часть Сибири «древним теменем Азии». Данный термин широко вошел в мировую геологическую практику и активно использовался вплоть до второй половины XX в., когда на основе геохронологических данных было показано, что большая часть Саян, Забайкалья и Прибайкалья сложена относительно молодыми (фанерозойскими) образованиями.

И.Д. Черский был амнистирован в 1885 г., однако, даже возвращаясь из ссылки, он выполнил серию геологических исследований вдоль почтового

тракта от Иркутска до Урала. Уже в Петербурге, работая в музее Академии наук, ученый закончил отчеты и труды по геологии берегов Байкала, а также сделал описание истории становления озера и тектонической схемы Прибайкалья.

В качестве его основных работ, касающихся геологии Прибайкалья и доступных для широкого круга читателей, можно выделить несколько публикаций [Черский, 1879, 1880, 1882, 1886].

Александр Лаврентьевич Чекановский, поляк по происхождению, за участие в Польском восстании 1863–1864 гг. был сослан в Забайкалье, откуда в 1865 г. перебрался в пос. Падун (район Братского острога). Благодаря вмешательству академика Ф.Б. Шмидта и членов Сибирского отдела ИРГО А.Л. Чекановский был переведен в Иркутск, где он смог развернуть активную научную деятельность. За время нахождения в ссылке (1865–1875 гг.) он исследовал огромные территории — от северных областей Сибири (низовья рек Оленек и Лена) до Саян, Прибайкалья и Забайкалья на юге Сибири.

С 1869 по 1871 г. А.Л. Чекановский изучал геологию и палеонтологию Прибайкалья и Южной Сибири от Байкала до Енисея. Результатом этой работы стала обширная коллекция юрской фауны, обобщение которой позже сделал профессор Цюрихского университета Освальд Геер, а также изданная в 1872 г. монография о геологии Иркутской губернии, удостоенная золотой медали ИРГО. В 1873 г. экспедиция под руководством А.Л. Чекановского открыла огромную по своим масштабам провинцию Сибирских траппов в долине р. Нижняя Тунгуска. Этим коллективом были, по сути, впервые изучены геология и рельеф Среднесибирского плоскогорья.

Примерно в это же время к изучению геологии Прибайкалья подключился еще один известный ученый — Петр Алексеевич Кропоткин (1842–1921 гг.), в последующем борец с самодержавием и основоположник русского анархизма. В 1862 г., по окончании Пажеского корпуса в Петербурге (военное учебное заведение, которое готовило офицеров гвардии, государственных деятелей и дипломатов) П.А. Кропоткин отправился в Иркутск, где был зачислен в штаб военного округа. За несколько лет работы в Сибири он успел изучить Восточный Саян, побережье оз. Байкал, а также впервые детально исследовать Патомское нагорье (Северное Прибайкалье). На основе полученных результатов П.А. Кропоткин сделал предположение об образовании оз. Байкал за счет развития системы разломов, т.е. в результате действия процессов растяжения. Эта точка зрения в дальнейшем приобрела значительную популярность в научном сообществе. Труды П.А. Кропоткина, касающиеся геологии Прибайкалья, наиболее известным из которых является «Общий очерк орографии Восточной Сибири» («Записки РГО по общей географии», 1875, т. 5), были высоко оценены Императорским Русским географическим обществом и принесли ему широкую известность.

В конце XIX в. к исследованию геологии Прибайкалья приступил один из выдающихся российских ученых — Владимир Афанасьевич Обручев (1863–1956 гг.). В 1889 г. он приступил к работе в качестве геолога Иркутского

горного управления, сосредоточившись на изучении геологического строения, полезных ископаемых, тектоники и рельефа Прибайкалья. Геологическими маршрутами он детально обследовал побережья оз. Байкал и нагорья Северного Прибайкалья от истоков р. Лены до устья р. Витим. Многолетние наблюдения позволили В.А. Обручеву предложить свою модель формирования котловины оз. Байкал, отличную от гипотезы, ранее высказанной И.Д. Черским. В.А. Обручев отметил, что котловина озера «слишком глубока, слишком обширна и слишком круты и обрывисты ее склоны. Такая впадина могла быть сформирована только дизъюнктивными движениями земной коры (перемещениями участков земной коры по разломам и трещинам) и создана сравнительно недавно, иначе ее крутые склоны были бы уже сглажены размывом, а озеро заполнено его продуктами». Вернувшись в Петербург, В.А. Обручев [1927, 1931, 1933, 1934, 1937] на протяжении многих лет обрабатывал и систематизировал собранные в Сибири материалы, после чего опубликовал целую серию обобщающих работ.

В годы Великой Отечественной войны, являясь академиком-секретарем Отделения геолого-географических наук АН СССР, В.А. Обручев закончил свою многотомную монографию «История геологического исследования Сибири».

С 1938 г. АН СССР (ныне РАН) присуждает премию им. академика В.А. Обручева российским ученым за выдающиеся работы по геологии Сибири.

Значительный вклад в изучение геологии Прибайкалья в первой половине XX в. внес сотрудник, а в последующем зам. директора Геолкома — ЦНИГРИ Михаил Михайлович Тетяев (1882–1956 гг.). Им были детально изучены площади от Нижнеудинского района до побережья оз. Байкал и в особенности геологический разрез вдоль р. Ангары от Иркутска до Байкала. М.М. Тетяев впервые обосновал главенствующую роль горизонтальных перемещений земной коры (надвигов) в геологической структуре региона. Под его руководством проходила первая в истории Прибайкалья Международная «Сибирская экскурсия», организованная в рамках Международного геологического конгресса (1937 г.).

В начале второй половины XX в. большой вклад в геологические исследования региона внес известный геолог Лазарь Иосифович Салоп (1913–1990 гг.). Будучи с 1954 г. сотрудником ВСЕГЕИ, он выполнил целый ряд научных обобщений по докембрию континентов, уделив особое внимание Сибири и Прибайкалью. Его двухтомный фундаментальный труд «Геология Байкальской горной области» (1964 г.) на десятки лет предопределил взгляды целого поколения исследователей на геологическое строение и историю развития рассматриваемой территории.

Среди крупных исследователей геологии Прибайкалья XX в. необходимо отметить основателя геологической школы Восточной Сибири, профессора А.В. Львова, таких выдающихся ученых, как Е.В. Павловский, академик АН СССР Н.А. Логачев, члены-корреспонденты АН СССР Н.А. Флоренсов,

В.П. Солоненко, доктора геолого-минералогических наук А.А. Бухаров, В.Г. Беличенко, Г.Л. Митрофанов, Ю.А. Зорин. Благодаря работам, проведенным ими лично и возглавляемыми ими коллективами, заложены основы современных взглядов на геологическое строение, структуру и тектоническую эволюцию Прибайкалья.

1.2.2. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Первые геофизические исследования в Прибайкалье осуществлялись в 1930-е годы. В 1935–1938 гг. на Байкале впервые выполнялись электрометрические (В.А. Сельский), гравиметрические (С.Я. Шерешевская) и магнитометрические (В.В. Федьинский) наблюдения. Активные геофизические исследования в регионе развернулись во второй половине XX в. после создания в Иркутске Восточной геофизической экспедиции Министерства геологии СССР (1947 г.). Уже через два года на территории Прибайкалья действовали 19 геофизических партий. В последующем эта экспедиция была преобразована в Союзный Восточный геофизический трест (1949–1955), на базе которого были освоены и успешно применены на значительных территориях Прибайкалья такие методы, как детальная гравиметрия и электроразведка, аэромагнитная съемка, новые виды каротажа, сейсморазведка и др. У истоков развития геофизических исследований в регионе стояли Н.М. Сапрыкин, О.К. Глотов, М.Н. Буднев, М.Б. Гаращенко и др. По мере расширения географии исследований и внедрения новых методов трест был преобразован в контору «Востсибнефтегеофизика» (1955) и в дальнейшем в ПГО «Иркутскгеофизика» (1979). Среди известных исследователей, которые, наряду с производственной деятельностью, внесли значительный вклад в освещение научных вопросов, касающихся глубинного строения Прибайкалья, можно отметить С.М. Замараева, К.С. Турицына, М.М. Мандельбаума, А.Я. Кравчинского, Э.А. Кравчука, М.В. Шорникову, Б.М. Письменного, А.В. Поспеева и др. До настоящего времени комплексные геофизические исследования в регионе выполняются по заказу Минприроды РФ, а также в рамках совместных научных программ с российскими и зарубежными научными организациями.

Геофизические исследования в Прибайкалье выполнялись рядом подразделений Академии наук СССР (в настоящее время РАН). Наиболее значимые результаты этих исследований обобщены в цикле монографий под названием «Геология и сейсмичность зоны БАМ», а также в серии научных статей, вышедших под руководством доктора геолого-минералогических наук Ю.А. Зорина в 1993–1999 гг.

В 1970–2000-х гг. на Байкале был проведен комплекс исследований с применением обитаемых подводных аппаратов, глубинного сейсмозондирования и подводного бурения. Результаты этих исследований, в том числе геологических и геофизических, освещены в 1.6 и 1.9.

В настоящее время активное изучение геологии, тектоники и современной геодинамики в Прибайкалье продолжается учеными Иркутского научного

центра РАН в содружестве с целым рядом коллег из российских (Москва, Новосибирск, Улан-Удэ, Санкт-Петербург) и зарубежных (Австралия, Германия, Бельгия, Китай, США, Япония) научных учреждений.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В каком году первые русские землепроходцы вышли к берегам оз. Байкал?
2. Когда в Иркутске был открыт Сибирский отдел Императорского Русского географического общества?
3. В чем заключается кардинальное различие моделей формирования котловины оз. Байкал, предложенных И.Д. Черским и В.А. Обручевым?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Обручев В.А. Геологический обзор Сибири. — М.: ГИЗ, 1927. — 360 с. (приложение: Тектоническая карта Сибири).
- Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Период первый — обнимающий XVII и XVIII вв. (Гмелин, Паллас, Георги). — Л.: Изд-во АН СССР, 1931. — 154 с. +22 с. прил. (АН СССР. Труды комиссии по истории знаний).
- Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Период второй (1801–1850). — Л.: Изд-во АН СССР, 1933.
- Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Период третий (1851–1888 гг.) (Кропоткин, Маак, Меглицкий, Чекановский, Черский, Шмидт). — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1934. — 440 с.
- Обручев В.А. История геологического исследования Сибири. Период четвертый (1889–1917). — М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1937.
- Черский И.Д. Изыскания на оз. Байкал // Изв. Вост.-Сиб. отд. ИРГО. — 1879. — Т. 10, № 1–2. — С. 1–2.
- Черский И.Д. Геологические исследования окрестностей оз. Байкала // Изв. Вост.-Сиб. отд. ИРГО. — 1880. — Т. 11, № 1–2. — С. 3–83.
- Черский И.Д. Геологическая экскурсия на высокое плоскогорье и берег Байкала между устьями рр. Селенги и Кики // Изв. Вост.-Сиб. отд. ИРГО. — 1882. — Т. 13, № 1–2. — С. 36–112.
- Черский И.Д. Отчет о геологическом исследовании береговой полосы оз. Байкал, произведенном по поручению Восточно-Сибирского отдела Императорского Русского географического общества. Ч. 1: Юго-восточный берег Байкала. — Иркутск: Тип. Штаба Иркут. воен. окр., 1886.

1.3. ИСТОРИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БАЙКАЛЕ

Байкал относится к хорошо изученным в гидрохимическом аспекте водоемам мира. Гидрохимические исследования Байкала и его притоков начались с 1925 г. с организации Байкальской экспедиции Академии наук СССР. Первые сведения о химическом составе глубинной воды Байкала получены в 1926 г. А.Г. Франк-Каменецким, проанализировавшим воду с глубины 1000 м.

Позднее, в 1927 г., в докладе на 4-м Международном лимнологическом конгрессе в Риме Г.Ю. Верещагин дал более подробную гидрохимическую характеристику вод глубинной области Южного Байкала. Показано, что воды Байкала маломинерализованные с содержанием солей не более 100 мг/л. Преобладающими ионами являются гидрокарбонаты, кальций, сульфаты, магний. Приводимые им данные показывали изменение содержания ряда компонентов (кислород, свободная углекислота, кремний, органическое вещество) в водах озера на больших глубинах [Верещагин, 1927, 1947]. В это же время была предложена схема вертикальной зональности водных масс. Одновременно начато изучение гидрохимии северной части (С.И. Кузнецов, А.И. Щербаков), а также притоков озера. Наиболее важные результаты получены Т.Б. Форш: воды притоков разделены по составу на два типа, химический состав их сопоставлен с геологическим строением бассейнов, отмечено повышение минерализации речных вод в зимний период. Более систематические исследования выполнены Г.Ю. Верещагиным и И.П. Сидорычевым на р. Селенге, основное внимание в них уделялось газовому режиму (рис. 1.20).



Рис. 1.20. Сотрудники Байкальской лимнологической станции. Второй слева в третьем ряду — Г.Ю. Верещагин, вторая справа во втором ряду — Т.Б. Форш (фото из архива ЛИН СО РАН).