



В. В. Аратов

НАЧИНАЮЩЕМУ
НАТУРАЛИСТУ —
БИОЛОГУ

МОСКОВСКОЕ ОБЩЕСТВО ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

СРЕДН ПРИРОДЫ

Выпуск 52

В. В. АЛИАТОВ

НАЧИНАЮЩЕМУ
НАТУРАЛИСТУ-БИОЛОГУ

ИЗДАТЕЛЬСТВО
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

1961

В. В. Алпатов — бывший профессор биологического, впоследствии биолого-почвенного факультета Московского университета, а затем главный редактор реферативного журнала «Биология», член Московского общества испытателей природы — делится на страницах брошюры, предлагаемой вниманию молодых биологов, теми мыслями о путях к науке, которые накопились у него в результате свыше 40-летнего опыта научно-педагогической работы в самых различных отраслях биологии. Под руководством автора было выполнено и опубликовано свыше 500 научных работ, защищено свыше 20 кандидатских и докторских диссертаций и т. д. Все это дает основание надеяться, что данная книга окажется полезной молодым и начинающим ученым.

Все замечания и отзывы издательство просит направлять по адресу: Москва, К-9, ул. Герцена, 6. Московское общество испытателей природы. Тел. Б 9-99-14, доб. 2-16.

Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Московского университета

ВВЕДЕНИЕ

Необходимой теоретической предпосылкой для подъема медицинской науки, а также для сельскохозяйственных наук является развитие биологии. Значение комплекса биологических наук будет особенно возрастать по мере использования в биологии достижений физики и химии. При этом большую роль будут играть такие отрасли науки, как биохимия, агрохимия, биофизика, микробиология, селекция, генетика.

*Из тезисов доклада тов.
Н. С. Хрущева на
XXI съезде КПСС.*

После XXI съезда КПСС наша страна вступила на путь осуществления небывалых в жизни человечества планов строительства коммунизма, на путь перехода к новой прогрессивной форме жизни человека.

В реализации этих планов огромная роль принадлежит науке и технике, и в частности биологии, успешное развитие которой существенно для прогресса таких практических отраслей народной жизни, как медицина, ветеринария, сельское хозяйство, биологическая и биохимическая промышленность. В статье акад. А. Н. Несмеянова «Задачи советской науки в свете семилетнего плана развития народного хозяйства СССР»¹ значительное внимание уделено развитию именно биологии. Раздел своей статьи, посвященный биологии, А. Н. Несмеянов заканчивает словами: «По мере химизации и проникновения физики в биологию — процесс, ныне быстро развивающийся во всем мире, — значение комплекса биологических наук будет быстро возрастать, и в будущем, вероятно,

¹ «Правда» от 1 декабря 1958 г.

физико-химической биологии предстоит быть лидером естествознания».

Успешное решение поставленной ХХI съездом КПСС задачи в высокой степени зависит от того, насколько скоро будут мобилизованы новые кадры ученых на помощь старшему поколению, как быстро они овладеют исследовательским опытом своих учителей в науке.

Успех научной работы во многом зависит от знания техники ее ведения. Эта техника, как правило, вырабатывается каждым ученым самостоятельно и не входит в число предметов преподавания в высших школах. Надо стремиться к тому, чтобы опыт старшего поколения научных работников передавался молодому поколению не только путем личного примера руководителей лабораторий своим сотрудникам, но и путем освещения этого опыта в печати.

Многолетний опыт научно-педагогической работы автора в самых различных отраслях биологии, а также работа в реферативном журнале ВИНТИ «Биология», дающая исключительную возможность находиться в курсе почти всей мировой литературы по биологии, привели к выводу о необходимости создания небольшого пособия подобного типа.

1. ПОЛОЖЕНИЕ БИОЛОГИИ СРЕДИ ДРУГИХ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ОТДЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ

Зоолог, геолог, ботаник, совмещавший в себе почти все современные биологические знания, он (Дарвин) изучал эту природу и в девственных лесах Бразилии, и в соседнем огороде, и в водах Великого океана, и у себя на голубятне.

К. А. Тимирязев. «Ч. Дарвин и его учение». Избр. соч., т. IV, 1949, стр. 74.

За последние 10—15 лет у нас биологии уделялось, к сожалению, далеко не то внимание, которое эта наука по общему признанию заслуживает сейчас. Приведу несколько примеров.

В Москве недавно были открыты два огромных книжных магазина (на ул. Горького и на ул. Кирова) с отделами, представляющими все основные науки. Однако покупатель напрасно стал бы искать отдел биологии: такого отдела при открытии не оказалось и книги по биологии были размещены по разным другим разделам (сельское хозяйство, медицина, география).

За последние 20 лет очень сократилась наша журнальная и книжная продукция по вопросам биологии. В журнале «Природа», по которому учатся целые поколения молодых натуралистов нашей страны, из года в год падает процент статей по биологии: в 1934 г. он был равен 58,4, в 1949 г.— 38,0, в 1957 г.— лишь 32,6. Если же взять сходный с «Природой» американский журнал «Scientific American», то в 1957 г. процент статей биологического содержания в нем равен был 55,6. В популярных естественнонаучных журналах стран народной

демократии (Польша, Чехословакия) публикуется гораздо больше биологического материала, чем это имеет место у нас. Далеко не достаточно и общее число наших научных журналов по различным биологическим дисциплинам. Даже в таких небольших по численности населения странах народной демократии, как Польша и Чехословакия, цифры равны соответственно 30 и 32.

У нас незаслуженно мал удельный вес книг по биологии по отношению ко всей книжной продукции в области естествознания. Судя по журналу «Новые книги» этот процент равен 19,1, по американским спискам он равен 41,1, а по спискам в английском журнале «Nature» процент еще выше — 46,2.

Богатство мировой литературы по биологии по сравнению с другими науками объясняется чрезвычайным многообразием проблем и объектов биологии. В самом деле, эта наука охватывает изучение столь далеких друг от друга организмов, как вирусы и человек,— во всех их проявлениях, в норме и в отклонениях от нее.

До сих пор нередко приходится встречаться с представлением о биологии как о близком к чудачеству собирании коллекций насекомых и сушке растений для гербариев. Такое представление надо считать чрезвычайно отсталым. Современная биология занимается вопросами, теснейшим образом связанными с практической деятельностью, а именно с сельским хозяйством, медициной, ветеринарией и биохимической промышленностью. Можно привести бесчисленное множество случаев того, как открытия в области биологии в наше время очень быстро входят в практику. Остановлюсь на наиболее интересных примерах.

1. В начале 20-х годов были открыты гормоны растений (советский ученый, ныне покойный, Н. Г. Холодный и голландец Вент). Фитогормоны теперь получают путем химического синтеза и позволяют управлять целым рядом процессов в жизни сельскохозяйственных растений, как-то: созреванием овощей, неопаданием плодов; найдены вещества, носящие название гербицидов (т. е. вещества, убивающие сорняки). В Англии около 70% сельскохозяйственных площадей подвергается обработке гербицидами. Оказалось, что под влиянием некоторых гербицидов травы сохнут скорее и в скошенном виде быстрее превращаются в сено.

2. Добавление антибиотиков в корм сельскохозяйственных животных в ничтожнейших количествах (1 часть на 10 млн. частей корма) повышает рост кур и свиней на 10—15%. Кормообрабатывающая промышленность, в ряде стран изго-

товляющая комбикорм, широко практикует добавление в них различных антибиотиков.

3. Благодаря работам генетика Шелла, в молодости изучавшего приемы селекционной работы в хозяйстве у Бербанка, создана система скрещиваний линий кукурузы. Внедрение гибридных семян кукурузы позволило почти вдвое поднять урожайность этой культуры. Гибридная кукуруза вполне оправдала себя в нашей земледелии и с каждым годом занимает все большие и большие площади.

4. Лабораторные исследования по физиологии сперматозоидов млекопитающих, которые были начаты и доведены до зоотехнической практики известным советским биологом и зоотехником И. И. Ивановым, привели к широкому внедрению в племенное дело искусственного осеменения животных¹

5. Завезенный из Америки кактус опунция нанес огромный ущерб сельскому хозяйству Австралии, засорив и сделав непригодными для культуры 24 млн. га земель. Очистка этой территории от сорняка механическим или химическим путем по стране должна была бы стоить несколько миллиардов долларов. Использование биологического метода борьбы с сорняком опунцией, состоявшей из завоза аргентинской бабочки, гусеницы которой пожирают опунцию, позволило в 1935 г. очистить от нее всю Австралию, истратив на это сумму, оказавшуюся в 4000 раз меньшей, чем этого потребовали бы работы по механической и химической борьбе с опунцией.

6. Изобретение противополомиелитной вакцины осуществлено на основе разработанной биологами техники культуры тканей вне организма. Биологи научились культивировать клетки животных на синтетической среде, приготовленной примерно из 40 химически точно определенных веществ. Стало возможным культивировать клетки почек обезьян в массовом количестве и заражать эти клетки вирусом полиомиелита для получения заводским путем противополомиелитной вакцины.

7. Огромные успехи достигнуты фармакологией — одним из ведущих разделов физиологии. Особенно замечательны успехи фармакотерапии серьезных психических заболеваний, в частности шизофрении. Этим открыта новая блестящая глава фармакологии. Лекарственные вещества (их известно уже несколько десятков) для лечения психозов созданы благодаря исследованиям по биохимии нервной системы в норме и при заболевании и благодаря открытию в 1949 г. нового

¹ Искусственное осеменение позволяет при использовании спермы быков, обладающих способностью улучшать потомство, очень быстро повышать удои молока — примерно в 2 раза.

медиатора (передатчика) нервного возбуждения — серотонина, или 5-окситриптамина. Эти так называемые психотропные средства — транквилизаторы (успокоители) и стимуляторы — вошли в практику клинической медицины.

8. Велик выход в практическую медицину геронтологии — науки о старении. На земном шаре издается сейчас больше 18 журналов по геронтологии и гериатрии (отделу медицины, посвященному лечению людей пожилого возраста). В состав лекарств, даваемых в пожилом возрасте, входит до 35 составных частей: витамины, гормоны, микроэлементы и т. д. Гормонотерапия при пониженной функции щитовидной железы позволяет, например, снижать процент инфарктов в возрасте 60—70 лет с 30 до 2—3%.

9. Колоссальный успех антибиотиков для борьбы с инфекционными заболеваниями человека и животных основан в значительной степени на том, что в промышленном изготовлении антибиотиков используют не дикие культуры микробов, выделяющих антибиотики, а мутации этих диких микробов, в сотни раз более продуктивные. Эти «культурные» мутации были получены путем действия ультрафиолетовых лучей и рентгена — по методу получения мутаций, разработанному генетикой — современной наукой об изменчивости и наследственности.

10. На наших глазах возникла и фактически уже сформировалась новая техническая наука воспроизведения авторегулируемых машин и механизмов — кибернетика. Значение ее для технического процесса чрезвычайно велико. Высказаны мнения о том, что кибернетика по своему практическому значению для жизни человека даже более важна, чем мирное использование атомной энергии. Необходимо напомнить, что кибернетика обязана своим рождением в одинаковой мере как математике и механике, так и физиологии. Основатель кибернетики как науки американский математик Винер работал ряд лет в физиологическом институте в теснейшем контакте с физиологом Розенблютом, учеником покойного Кеннона, одного из наиболее оригинальных американских физиологов XX века.

Десять приведенных выше примеров достаточны для того, чтобы убедиться в огромном влиянии биологической науки на жизнь современного цивилизованного человека.

II. КАК ПОПОЛНЯЮТСЯ РЯДЫ УЧЕНЫХ-БИОЛОГОВ И КАКИЕ КАЧЕСТВА НУЖНЫ ДЛЯ ТОГО, ЧТОБЫ УСПЕШНО РАБОТАТЬ В ОБЛАСТИ НАУКИ. ИСТОРИЯ НАУКИ И ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ НАУКИ

Я, как помню себя, всегда и всецело был поглощен только одним стремлением к занятиям выращивать те или другие растения.

И. В. Мичурин. «Общие краткие автобиографические сведения к портрету». Соч., т. 4, 1948, стр. 3.

Пополнение кадров научных работников в области биологии шло, идет и, весьма вероятно, будет еще долго идти двумя путями. Первое, самое широкое и естественное в наше время пополнение армии биологов — это высшая школа. В армию ученых-биологов, с одной стороны, вливаются молодые люди, оканчивающие биолого-почвенные факультеты университетов и естественные факультеты педагогических институтов. С другой стороны, натуралистами очень часто становятся люди, изучавшие биологию в качестве базы для ветеринарного, медицинского и сельскохозяйственного образования.

Бывают, однако, случаи, когда выдающимися специалистами в той или иной отрасли естествознания, и в том числе биологии, становятся лица, имеющие лишь общее образование или специальное образование в другой области науки. Этот путь, требующий очень большой самостоятельной работы над собой, прошли многие выдающиеся ученые нашей страны. Наиболее ярким примером может служить биография И. В. Мичурина, никогда не учившегося в высшем учебном заведении, но с юных лет отдавшего себя изучению живой природы. Приведу еще несколько примеров: Д. П. Сырейщиков, автор одной из лучших местных флор Союза — «Иллюстрированной флоры Московской губернии», не имел специ-

ального ботанического образования; член-корреспондент АН СССР профессор доктор биологических наук Б. К. Шишкин по образованию врач; покойный профессор доктор биологических наук лауреат Сталинской премии А. А. Захваткин — крупнейший знаток систематики клещей и автор оригинальных эмбриологических работ и монографий — не имел совсем высшего образования.

В прежнее время ученый был очень редким членом общества. При редкости этой профессии быть представителем ее в прошлом означало обладание очень специфическими дарованиями и особенностями. Теперь же армия научных работников численно выросла чрезвычайно и в нашей стране приближается к 350 000 человек, будучи почти равной армии врачей. Это обстоятельство очень сильно изменило духовный облик ученого.

В наше время для работы в науке нужны люди с самыми разнообразными природными и приобретенными способностями. Наука стала очень многообразной, она охватывает многочисленные формы работы и требует разных подходов. Из этого следует, что науке принесут пользу лишь с самыми разнообразными личными свойствами.

Имеется все же несколько качеств, которыми должны обладать в той или иной мере все, кто серьезно хочет принести пользу избранной им отрасли науки. И, с моей точки зрения, первое качество — это живейший интерес к науке, страсть к ней. Корифеей нашей отечественной физиологии, величайший ученый, академик Иван Петрович Павлов в своем известном «Письме к молодежи» — произведении, не имеющем себе равного в мировой литературе по страстности изложения и блестящей лаконичности формы, в письме, могущем по стилю смело соперничать со стихотворениями в прозе И. С. Тургенева, — говорит об этом следующим образом:

*«Помните, что наука требует от человека всей его жизни. И если у вас было бы две жизни, то их бы нехватало вам. Большого напряжения и великой страсти требует наука от человека. Будьте страстны в вашей работе и в ваших исканиях»*¹.

Наука должна поглощать человека целиком: нельзя быть ученым, а увлекаться искусством больше, чем наукой. Это не значит, что ученый должен быть равнодушен ко всему, кроме своей науки, но ведущим во всей его жизни должна быть наука. История научных открытий дает нам много примеров того, какое значение имеет научный энтузиазм.

¹ И. П. Павлов. Письмо к молодежи. «Техника молодежи», 1935.

Второе качество — это умение «фантазировать», т. е. делать научные предположения или строить гипотезы, которые затем проверять на опыте.

Третье качество — это терпеливость и упорство в собирании фактов, умение в, казалось бы, скучной повседневной работе видеть конечную цель и делать эту работу тщательно и аккуратно.

Говоря об этих качествах, я не могу не вернуться снова к упомянутому письму И. П. Павлова и процитировать первые его два пункта:

«Что бы я хотел пожелать молодежи моей родины, посвятившей себя науке?»

Прежде всего — последовательности. Об этом важнейшем условии плодотворной научной работы я никогда не смогу говорить без волнения. Последовательность, последовательность и последовательность. С самого начала своей работы приучите себя к строгой последовательности в накоплении знаний.

Изучите азы науки прежде, чем пытаться взойти на ее вершины. Никогда не беритесь за последующее, не усвоив предыдущего. Никогда не пытайтесь прикрасить недостатки своих знаний хотя бы и самыми смелыми догадками и гипотезами. Как бы ни тешил ваш взор своими переливами этот мыльный пузырь — он неизбежно лопнет, и ничего, кроме конфуза, у вас не останется.

Приучите себя к сдержанности и терпению. Научитесь делать черную работу в науке. Изучайте, сопоставляйте, накапливайте факты.

Как ни совершенно крыло птицы, оно никогда не смогло бы поднять ее в высь, не опираясь на воздух. Факты — это воздух ученого. Без них вы никогда не сможете взлететь. Без них ваши «теории» — пустые потуги.

Но изучая, экспериментируя, наблюдая, старайтесь не оставаться у поверхности фактов. Не превращайтесь в архивариусов фактов. Пытайтесь проникнуть в тайну их возникновения. Настойчиво ищите законы, ими управляющие.

Второе — это скромность. Никогда не думайте, что вы уже все знаете. И как бы высоко ни оценивали вас, всегда имейте мужество сказать себе: я невежда.

Не давайте гордыне овладеть вами. Из-за нее вы будете упорствовать там, где нужно согласиться, из-за нее вы откажетесь от полезного совета и дружеской помощи, из-за нее вы утратите меру объективности.

В том коллективе, которым мне приходится руководить, все делает атмосфера. Мы все впряжены в одно общее дело,

и каждый двигает его по мере своих сил и возможностей. У нас зачастую и не разберешь — что «мое», а что «твое», но от этого наше общее дело только выигрывает».

Письмо И. П. Павлова — это произведение, которое должно стать повседневным руководством каждого начинающего натуралиста-биолога.

Очень много для воспитания в себе качеств научного работника дает знакомство с тем, как жили и работали корифеи науки. Самым прямым путем является, конечно, личное знакомство с тем, как ведут научную работу уже сформировавшиеся выдающиеся специалисты в той или другой области. О том, что дает встреча с представителями более старшего поколения ученых, очень образно сказал Г. Гельмгольц: «Кто раз пришел в соприкосновение с человеком первоклассным, у того духовный масштаб изменен навсегда, — тот пережил самое интересное, что может дать жизнь...»¹.

На помощь в этом деле, как и во многих других, приходят книги.

Существует много прекрасных, художественных и научно верных жизнеописаний выдающихся натуралистов и математиков, а также романов, герои которых являются учеными. Молодые люди, вступающие в научную жизнь, в чтении таких книг могут почерпнуть много полезного для развития своих собственных способностей, заразиться энтузиазмом в научной работе, энтузиазмом, позволяющим преодолевать трудности, стоящие часто на научном и жизненном пути. В библиографии к этой главе приведены наиболее доступные и наиболее занимательные книги этого рода, знакомство хотя бы с частью которых чрезвычайно полезно для начинающих ученых.

Путь ученого царской России был очень тернист: приходилось бороться с материальной нуждой, отсутствием средств на ведение исследований, приходилось сражаться с представителями церковных культов и религий, не дававших изучать природу, так как выводы науки о природе подрывали авторитет библии. С аналогичными трудностями сталкиваются ученые, живущие в современных капиталистических странах. При социализме и коммунизме, где наука лежит в основе переустройства природы и жизни человека, ученый освобождается от многих трудностей прошлого.

Основным стимулом в работе ученых у нас является стремление к улучшению жизни всего народа, к созданию таких материальных возможностей, которые обеспечат переход

¹ П. П. Лазарев. Г. Гельмгольц. М., 1959, стр. 10.

нашей страны к коммунизму. Наградой ученого у нас является широкое общественное признание и уважение всего нашего народа и партии.

Борьба за открытие научных истин в основном переходит в борьбу с природой, которая хотя и не очень просто выдает человеку свои тайны и не всегда сразу отвечает на наши вопросы, гипотезы, но тем не менее уступает силе человеческого разума. Непрерывный прогресс науки — наглядное тому доказательство.

ЛИТЕРАТУРА

А. ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Бернал Дж. Наука в истории общества. ИЛ, М., 1956.

Вальден П. И. Наука и жизнь, чч. I—II (ч. I, Пг., 1922; ч. II, Пг., 1919).

Зубов В. П. Историография естественных наук в России 18 и первой половины 19-го вв. Изд-во АН СССР, М., 1956.

Старосельская-Никитина О. А. и др. История естествознания (литература, опубликованная в СССР, 1917—1947 гг.). Изд. АН СССР. М.—Л., 1949.

Старосельская-Никитина О. А., Красноухова О. В. и Каценельсон Ю. Д. История естествознания. Литература, опубликованная в СССР, 1948—1950. М., 1955.

Б. БИОГРАФИИ УЧЕНЫХ

Сборники

Анучин Д. Н. О людях русской науки. Географгиз, М., 1952.

Люди русской науки, тт. 1—2. Гостехиздат, М.—Л., 1948.

Оствальд В. Великие люди. СПб., 1910.

Столетов А. Г. Общедоступные лекции и речи. М., 1897.

Тимирязев К. А. Наука и демократия. Госиздат, М., 1920.

Тиссандье Г. Мученики науки. СПб., 1880.

Фигье Л. Светила науки. СПб., 1869.

БИОГРАФИИ НАТУРАЛИСТОВ ШИРОКОГО ПРОФИЛЯ

Дарвин Ч. Воспоминания о развитии моего ума и характера. Изд-во АН СССР, М., 1957.

Дорфман Я. Г. Лавуазье. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1948.

Крупениковы И. и Л. В. В. Докучаев. «Молодая гвардия», М., 1950.

Личков Б. Л. В. И. Вернадский. МОИП, М., 1948.

Морозов А. А. М. В. Ломоносов. М., 1950.

Омелянский В. А. Луи Пастер. Пг., 1922.

Радо В. Луи Пастер. ИЛ, М., 1948.

Шулейкин В. Дни прожитые. Изд. АН СССР, 1956.

- БИОГРАФИИ МАТЕМАТИКОВ

- Воронцова Л. А. Софья Ковалевская. М., 1957.
Инфельд Л. Эварист Галуа, избранник богов. М., 1958.
Лейбензон Л. С. Н. Е. Жуковский. М.—Л., 1947.
Штрайх С. Я. Семья Ковалевских. «Советский писатель», М., 1948.
Штрайх С. Я. С. Ковалевская. М., 1935.

БИОГРАФИИ ФИЗИКОВ

- Арлазаров М. С. К. Э. Циолковский. Изд. техн.-теор. лит.-ры, М., 1952.
Болховитинов В. Н. А. Г. Столетов (1839—1896). М., 1953.
Вавилов С. И. Исаак Ньютон. Изд-во АН СССР. М.—Л., 1945.
Дуков В. М. П. Н. Лебедев. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1951.
Кюри М. и Е. Пьер Кюри и Мария Кюри. М., 1959.
Лазарев П. И. Гельмгольц. Изд-во АН СССР, М., 1959.
Львов Вл. Жизнь Эйнштейна. «Молодая гвардия», М., 1958.
Радовский М. Фарадей. М., 1936.
Сибрук В. Роберт Вуд. Физматгиз, М., 1960.
Уилсон М. Жизнь во мгле (роман из жизни физика в США). М., 1959.
Ферми Л. Атомы у нас дома. ИЛ, М., 1959.

БИОГРАФИИ ХИМИКОВ

- Блох М. Жизнь и творчество Вант Гоффа. Пг., 1923.
Гумилевский А. А. М. Бутлеров. М., 1952.
Ильин М. и Сегал Е. А. П. Бородин. «Молодая гвардия», М., 1957.
Писаржевский О. Н. Д. И. Менделеев. Изд-во АН СССР, М., 1951.
Юрьев Ю. К и Левина Р. Я. Жизнь и деятельность Н. Д. Зелинского. МОИП, М., 1953.

БИОГРАФИИ ГЕОЛОГОВ И ПАЛЕОНТОЛОГОВ

- Варсанофьева В. А. Алексей Петрович Павлов. МОИП, М., 1947.
Давиташвили Л. Ш. В. О. Ковалевский. Изд-во АН СССР, М., 1951.
Писаржевский О. Н. А. Е. Ферсман. «Молодая гвардия», М., 1955.
Рождественский. А. Н. На поиски динозавров в Гоби. Изд-во АН СССР, М., 1954.
Ферсман А. Е. Воспоминания о камне. Изд-во АН СССР, М., 1946.
Ферсман А. Е. Мои путешествия. «Молодая гвардия», М., 1949.
Шафрановский И. И. Е. С. Федоров. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1951.

БИОГРАФИИ ГЕОГРАФОВ

- Золотницкая Р. Л. Н. А. Северцов — географ и путешественник. Географгиз, М., 1953.

- Каратаев Н. М. Пржевальский. Изд-во АН СССР, М.—Л. 1948.
Кленке Г. А. Гумбольдт. СПб., 1860.
Обручев В. А. Г. Н. Потанин. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1947.
Сафонов В. А. А. Гумбольдт. «Молодая гвардия», М., 1936 и 1959.
Фрадкин П. Г. Академик И. И. Лепехин и его путешествия по России в 1768—1773 гг. Географгиз, М., 1953.

БИОГРАФИИ БИОЛОГОВ

- Амлинский И. Е. Ж. Сент-Илер и его борьба против Кювье. Изд-во АН СССР, М., 1955.
Бахарев А. Н. И. В. Мичурин. Сельхозгиз, М., 1949.
Бэр К. М. Автобиография. Изд-во АН СССР, М., 1950.
Богданов А. П. К. Ф. Рулье. М., 1886.
Бреславец Л. П. и др. Очерки по истории русской ботаники. МОИП, М., 1947.
Васильченко И. Т. И. В. Мичурин. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1950.
Гельфенбейн Л. Л. Русская эмбриология второй половины 19-го века. Харьков, 1956.
Догель В. А. А. О. Ковалевский. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1945.
Залкинд С. Я. Илья Ильич Мечников. «Советская наука», М., 1957.
Коштоянц Х. С. Повесть из жизни академика И. П. Павлова. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1947.
Коштоянц Х. С. И. М. Сеченов. Медгиз, М., 1950.
Кронин А. Цитадель (роман из жизни ученого-медика в Англии). Л., 1940.
Льюис С. Мартин Эрроусмит (роман из жизни американского ученого-медика). Соч., т. II. М.—Л., 1929, и др.
Лункевич В. В. От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии, тт. 1—3. Биомедгиз, М., 1936—1944.
Мазуркевич Б. Н., Шульга И. К. Выдающиеся отечественные зоологи. Учпедгиз, М., 1953.
Мечников И. И. Страницы воспоминаний. Изд-во АН СССР, М., 1946.
Мечников О. Жизнь Ильи Мечникова. Госиздат, М.—Л., 1926.
Огнев С. И. И. Ф. Огнев (страницы из жизни Московского университета и московской интеллигенции конца XIX и начала XX вв.). МОИП, 1948.
Райков Б. Е. Русские биологи-эволюционисты, тт. 1—3. Изд-во АН СССР, 1951—1955.
Северцова Л. В. Алексей Николаевич Северцов. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1946.
Сеченов И. М. Автобиографические записки. Изд-во АН СССР, М., 1945.
Смайльс С. Жизнь и приключения натуралиста Томаса Эдварда. СПб., 1904.
Филиппченко Ю. А. Гальтон и Мендель. Госиздат, 1924.
Финкельштейн Е. А. В. Я. Данилевский — выдающийся русский биолог, физиолог и протистолог (1852—1939). Изд-во АН СССР, М.—Л., 1955.

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Присутствуя при изумительных завоеваниях и открытиях в общей науке и технике XX столетия, мы не должны забывать, что и современные успехи в медицине и хирургии обязаны общему прогрессу знаний и коллективной творческой энергии врачей предшествующих поколений. Для нас должна быть священной и обязательной преемственная работа в сфере нашей специальности, и отказ от традиций, завещанных нам выдающимися учеными и мыслителями в медицине и хирургии, означал бы полный застой в деле прогресса нашей науки.

Проф. П. Д. Соловов. «Методы исследования хирургических больных». М., 1922.

Ознакомление научных работников с литературой может быть двояким. Во-первых, научный работник обязан непрерывно следить за вновь выходящей книжной и журнальной литературой по своей специальности и смежным наукам. Для этого существуют следующие пути: 1) регулярное, не реже раза в неделю, посещение библиотеки, где выставляют для общего обозрения новые книги и журналы; 2) получение журналов по подписке и 3) посещение книжных магазинов; 4) получение оттисков от специалистов данной области. Для начинающего ученого можно рекомендовать систематически следить за несколькими журналами. Одним из этих журналов безусловно должен быть журнал «Природа», на чтении которого выросло поколение ныне живущих советских натуралистов. Другим журналом может быть один из журналов типа «Успехи физических наук», «Успехи химии», «Успехи современной биологии» и т. д. и, наконец, третий журнал будет еще более узким — вроде «Зоологического журнала», «Микробиологии»

и т. п. Очень полезно присоединить к этому списку какой-нибудь научно-производственный журнал, касающийся практики вопросов той области, в которой специализируется начинающий ученый (как например, «Пчеловодство» — для будущих энтомологов; «Животноводство» — для зоологов; «Вестник сельскохозяйственных наук» — для агробиологов; «Лесной журнал» — для ботаников и т. д.).

Начинающий не должен рассчитывать, что все без исключения статьи в этих журналах будут ему одинаково понятны. Понимание приходит лишь очень постепенно. Не надо поэтому думать, что каждый номер журнала должен быть прочитан от начала до конца. Надо исподволь развивать важную способность чтения с разной степенью углубления в прочитываемое.

Во-вторых, научный работник должен систематически собирать библиографию по какому-нибудь специальному вопросу для составления обзора и ведения темы научной работы.

Имеются два пути собирания библиографий. Во-первых, надо знать основные библиографические указатели общей и частной научной литературы. Здесь можно дать лишь самые основные указания. Для ориентировки в новом вопросе очень полезно отыскать соответствующие слова в энциклопедических словарях. Основными в этом отношении надо считать сейчас оба издания Большой советской и Большой медицинской энциклопедий. Для целого ряда вопросов и исторической оценки их полезно даже сейчас просмотреть литературу, приводимую в словаре Брокгауза-Эфрона (86-томное издание и более новое, неоконченное), а также энциклопедию Граната и Техническую энциклопедию. При ориентировке в новой отрасли бывает крайне важно для правильной оценки современного состояния вопроса познакомиться с состоянием его 20—40—60 лет назад, проглядев учебники и сводки соответственных годов.

Переходим к нахождению журнальной и более новой книжной литературы.

Иностранная литература легче всего может быть отыскана по реферативным журналам, издаваемым по всем основным специальностям естествознания. Примерами таких журналов в области химии являются «Chemisches Centralblatt», «Chemical abstracts», в области биологии — «Berichte über die wissenschaftliche Biologie», «Biological abstracts» и «Berichte über allgemeine Biologie», в области физики — «Physical abstracts» и т. д.

Отыскивание текущей литературы в последние годы значительно облегчилось в связи с созданием в системе Академии наук СССР Всесоюзного научно-исследовательского института научной и технической информации (ВИНИТИ). Одной из задач этого института является издание реферативных журналов по всем разделам естествознания и по многим разделам техники, которые с исчерпывающей полнотой охватывают как отечественную, так и зарубежную научную литературу.

Натуралиста могут интересовать следующие реферативные журналы: «Химия», «Биохимия», «Математика», «Механика», «Астрономия», «Физика» и «Геофизика», «География», «Геология» и «Биология».

Реферативный журнал «Биология» выходит с 1954 г. и охватывает мировую научную литературу по биологии, экспериментальной медицине и ветеринарии и опытному сельскохозяйственному делу полнее, чем какой-либо другой журнал мира. В год дается более 100 тыс. рефератов, аннотаций и библиографий, тогда как издаваемый с 1926 г. американский реферативный журнал «Biological abstracts» дает лишь около 60 тыс. информации. Для удобства специалистов по отдельным биологическим наукам сейчас реферативный журнал «Биология», помимо выхода томами, выпускается следующими тетрадами-оттисками: 1) «Общая биология», 2) «Вирусология, микробиология и зоопаразитология», 3) «Ботаника», 4) «Зоология и сельскохозяйственные животные», 5) «Морфология и физиология общая, животных и человека, нормальная и патологическая», 6) «Общая патология, фармакология и токсикология». В реферативном журнале «Биология» за истекшие годы нашло отражение около полумиллиона научных работ. С 1961 г. число тетрадей доведено до 10.

Главным недостатком журнала, по письмам читателей и их высказываниям на читательских конференциях, надо было считать отсутствие предметных указателей. Читатель для отыскивания нужных ему работ был вынужден тратить время на сплошное перелистывание томов. Сейчас этот недостаток устранен. Выпускаемые не только за прошлые, но и за текущие годы указатели составлены по типу перекрестных, т. е. одна и та же работа может стоять под разными буквами. Это делает указатель необходимым каждому научному работнику, желающему всесторонне охватить тот или иной предмет исследования.

Если считать, что одной из основных задач науки является установление зависимостей между явлениями, то пред-

метный указатель может считаться как бы предварительной ступенью к пониманию явлений в их взаимосвязях. В качестве примера можно привести названия предметов и число ссылок (в скобках) на рефераты, представляющие интерес для работников сельского хозяйства и медицины. Приведем их в алфавитном порядке: абрикос (43), абсцесс (9), авокадо (16), авитаминоз А (18), авитаминоз В (28), авитаминоз В₂ (9), авитаминоз В₆ (5), авитаминоз С (3), адиссонова болезнь (см. также надпочечники, болезни), эндокринные болезни (27), адреналин (около 150), адренотропный гормон (около 150), азалия (11), азот (38), азот растений (39), азотистые удобрения (90), азотофиксация (30), акарициды (179), аллергия и аллергические заболевания (около 200) и т. д.

В предметном указателе ссылки по тому или иному слову распределяются по еще более дробным разделам (три ступени), так что читатель может находить работы, интересные его, по сравнительно узкой теме.

Стоит упомянуть об одном приеме использования реферативного журнала «Биология». В ряде институтов выписывают 2 экземпляра журнала и разрезают его на отдельные рефераты, наклеивая их на карточки. Картотеки рефератов распределяются по отдельным лабораториям, постоянно пополняются новыми рефератами и используются как подборка литературы, вышедшей с 1953 г.

Помимо реферативных журналов большую пользу приносят обзорные журналы и обзорные ежегодники, которые печатают обзоры литературы по отдельным, подчас очень узким вопросам. В конце этих обзоров приводятся списки относящейся к теме литературы. Примером таких обзоров может считаться «Physiological review», «Annual review of fermentology», «Annual review of biochemistry», «Annual review of endocrinology», «Annual review of entomology» и многие другие.

Большой интерес представляет собой использование весьма ценной отечественной журнальной литературы прошлого. Из дореволюционных изданий необходимо знать многотомное библиографическое издание Киевского общества естествоиспытателей — «Указатель русской литературы по математике, чистым и прикладным естественным наукам, медицине и ветеринарии», 1878—1891 гг. и 1899—1906 гг. включительно. Очень ценным изданием надо считать «Русскую библиографию по естествознанию и математике» (9 томов, 1910—1913 гг.), выпущенную Академией наук в 1901—1917 гг.

С 1926 г. Книжная палата РСФСР издает «Журнальную летопись» и «Книжную летопись», где в систематическом порядке регистрируется как научная, так и популярная литература. В этом издании теперь учитывается литература, издаваемая во всех республиках Союза. Надо, однако, откровенно сказать, что пользование «Журнальной летописью» для ознакомления с литературой за много лет довольно затруднительно, так как в год выходит 52 выпуска каждой летописи. Книжки за год приводятся также в двухтомных «Ежегодниках книги». Вследствие этого для подбора литературы за много лет по какому-нибудь вопросу приходится пересматривать сотни тетрадок летописей.

Большим подспорьем в отыскивании литературы надо считать карточные каталоги больших библиотек. Записавшийся в любую библиотеку читатель в первую очередь должен тщательно изучить структуру и расположение каталога. В каталоге полезно проводить много времени и вести там систематически часть библиографической работы. В основном надо уметь пользоваться систематическим и предметным каталогами. Систематический каталог дает представление о книгах в отдельных отраслях науки, очень помогает, когда надо готовиться к курсу лекций или надо освоить какую-то новую отрасль науки. Для конкретной же научной работы гораздо полезнее предметный каталог или предметно-систематический. Рубрики этого каталога соответствуют очень узким вопросам. Особенно ценно то, что в нем обычно указаны не только отдельные предметы, но путем ссылок связь отдельных предметов с другими, т. е. в сущности даются элементы установления научных зависимостей. Кропотливое изучение предметного каталога часто очень помогает в составлении плана исследовательской работы по данной теме. Помимо каталогов книг, в больших библиотеках широко принято составление картотек вновь выходящих журнальных статей и распределение их в предметном порядке. Такие росписи статей ведутся в Москве, например в Библиотеке им. В. И. Ленина, Центральной медицинской библиотеке, Центральной сельскохозяйственной библиотеке Академии сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина и Политехнической библиотеке. Эти каталоги дают основную за последнее десятилетие библиографию по отдельным темам.

Чрезвычайно важным пособием по библиографической библиографии, которое должно стоять в личной библиотеке каждого биолога на первом месте и которое должно быть изуче-

но каждым, кто хочет действительно развивать биологическую науку, а не «открывать» на каждом шагу своей деятельности Америку, т. е. делать открытия уже сделанные другими, надо считать книгу В. Л. Левина «Справочное пособие по библиографии для биологов» (1960, изд. Академии наук СССР). В книге приведены библиографические источники и реферативные издания по всем отраслям биологии и выборочно по сельскому хозяйству и медицине на русском и иностранных языках. Оригинально построенные графические схемы позволяют читателю быстро находить источники, где надо отыскивать списки литературы, вышедшей за тот или иной период времени. Особенную ценность представляют указатели литературы по тем или иным вопросам, вышедшей в России и СССР. Единственным существенным недостатком этого издания надо считать выход его в свет в крайне ограниченном числе экземпляров (2700). Такое пособие нужно иметь каждому под рукой.

В ведении библиографической работы с самого начала надо завести строгий порядок. Выписывать заглавия книг и статей надо на отдельных карточках (124×76 мм), приобретая их в магазинах библиотечной техники. Необходимо, составляя карточку, строго придерживаться установленной последовательности в порядке размещения следующих данных: 1 — автор (фамилия, инициалы); 2 — заглавие книги; 3 — выходные сведения (место и год издания, число страниц, наличие иллюстраций, карт, портретов, библиографических списков или ссылок). Составленная таким образом карточка должна выглядеть примерно так:

Личков Б. Л. Владимир Иванович Вернадский. Изд. Моск. о-ва испыт. природы, сер. историч., № 33, 1948, 104 стр., илл. Библиогр. стр. 87—102.

Для сборников и отдельных статей, публикуемых в журналах и серийных изданиях («Трудах», «Материалах» и т. п.), важно не забывать отметить порядковый номер тома или серии, а также наличие библиографических ссылок или списков литературы. Так, например:

Сборник работ об акклиматизации *Nereis succinea* в Каспийском море. «Мат-лы к позн. фауны и флоры СССР», нов. сер., отд. зоол., вып. 33 (XLVIII). Изд. Моск. о-ва испыт. природы. М., 1952, 372 стр., илл. Библиогр. трудов: списки литературы в конце статей.

Банников А. Г. Заметки о млекопитающих Наньшаня и Южной Гоби (Китай). «Бюл. Моск. о-ва испыт. природы»,

нов. сер., отд. биол., 1960, т. 63, вып. 3, стр. 3—10. Библиогр.: 6 назв.

Хранить карточки надо в коробках, разделяя их карточками-разделителями на отделы в зависимости от тематики.

Следующим этапом после сбора библиографических материалов должен быть этап ознакомления с литературой предмета. При ведении научной работы основательное изучение литературы всегда должно предшествовать исследовательской работе. Когда же материал по данной теме собран и обработан, желательно еще раз посмотреть литературу для того, чтобы полнее связать вновь обнаруженные факты с тем, что уже ранее известно науке.

С самого начала научной деятельности надо приучаться аккуратно вести литературные выписки. Для этой цели удобно вести записи в блокнотах размером 202×145 мм или на листах бумаги того же размера. Писать надо на одной стороне бумаги. Вырывая листы из блокнота, можно все записи располагать затем в систематическом порядке, что облегчает их дальнейшее использование при написании научных работ.

Трудно дать для всех наук одинаковые указания относительно соотношения использованной литературы с собственным материалом. Исчерпать решительно всю литературу предмета невозможно, да в сущности и не нужно. Надо уметь выбирать наиболее важные работы и оставлять в стороне второстепенные. Все же можно сказать, что чем тщательнее сопоставлен собственный материал с литературным, тем выше значение публикуемого научного исследования, тем полнее осуществима основная задача науки об установлении наибольшего числа связей явления с другими.

Здесь нельзя не остановиться на том, что во многих отраслях естествознания накоплено столь большое количество фактов, что для движения науки вперед стал более важен синтез уже известных фактов, чем только дальнейшее пополнение науки фактическим материалом. Надо помнить, что два наиболее важных открытия XIX века в области физики и химии были сделаны не в итоге собственно опытных исследований, а в итоге продумывания фактов, уже известных науке. Я имею в виду периодическую систему элементов Д. И. Менделеева и закон сохранения энергии Г. Гельмгольца. Акад. А. Е. Ферсман в «Занимательной геохимии» дал яркое описание хода открытия периодической системы элементов: «В старом здании химической лаборатории Петербургского университета сидел молодой, но уже известный

профессор и был занят составлением курса для студентов. Он упорно думал над тем, как расположить свое изложение. Для того, чтобы пайти лучший порядок, он взял отдельные карточки и на них написал крупными буквами название элемента, затем принятый им атомный вес и некоторые главные свойства. Затем он стал раскладывать эти карточки, группируя элементы по их свойствам, примерно так же, как наши бабушки раскладывали вечерами свои пасьянсы...».

Открытие Гельмгольца, по словам самого автора (речь 2 ноября 1891 г.), возникло в результате литературной библиотечной работы: «Мне приходилось помогать библиотекарю и в свободные минуты я разыскивал и просматривал сочинения Даниэля Бернулли, д'Аламбера и других математиков прошлого столетия. В моей книжке («О сохранении силы», 1847.— В. А.) я намеревался только дать критическую оценку и систематику факторов в интересе физиологов».

В последнее время научные работники, особенно молодые, склонны несколько небрежно относиться к литературной обработке своих опытов и наблюдений. Это сильно обесценивает их подчас прекрасные научные работы. В статье объемом в 16 страниц печатного текста должно быть примерно 15—20 ссылок на работы других авторов.

Говоря о путях использования научной литературы, нельзя не сказать о научных библиотеках и о работе в них. Огромную пользу приносят специализированные библиотеки при отдельных институтах, научных станциях, кафедрах и лабораториях. Они дают возможность быстрой ориентировки в литературе вопроса, так как в них литература обычно стоит в систематическом порядке и возможен просмотр ее непосредственно на полках, чего нельзя сделать в больших государственных, областных и районных книгохранилищах.

Сюда же относится вопрос о создании собственной библиотеки. Всякий, собирающийся быть научным работником, должен иметь свою личную библиотеку. Помимо книг справочного характера, необходимых для работы над материалом, крайне важно собирать коллекции оттисков работ из научных журналов. Значение этих коллекций огромно. Авторы статей в журналах получают авторские оттиски для обмена с другими научными работниками. Имея, например, 200 оттисков работ по специальности, нет необходимости делать литературные выписки из 200 томов журналов. Велико еще следующее преимущество оттисков. Их можно подбирать в системе. Можно разложить их в любом порядке для со-

поставления данных (особенно рисунков, графиков) разных авторов.

Каждый научный работник должен хорошо знать периодические издания, по которым можно следить за иностранной литературой по естествознанию и соприкасающимся областям знания. Из таких изданий следует назвать прежде всего «Систематический указатель статей в иностранных журналах» (серии биофизика, биохимия, физиология, микробиология и генетика и серия сельское хозяйство), выпускаемый Издательством иностранной литературы. Указатель составляется Государственной библиотекой иностранной литературы в Москве на основании просмотра получаемых ею журналов. Названия журнальных статей приводятся как на языке подлинника, так и в переводе на русский язык. Сведения о вышедших в свет новых работах в указателе появлялись значительно раньше, чем рефераты этих работ в «Реферативных журналах». С 1960 г. вместо «Указателя» выходят серии карточек. Сведения об иностранных книгах можно почерпнуть в двух периодических изданиях. Прежде всего в журнале «Новые книги за рубежом», серия В — биология и сельское хозяйство, издаваемом также Издательством иностранной литературы. В этом журнале помещаются критические разборы новых наиболее интересных книг, а также списки книг, поступающих в Государственную библиотеку иностранной литературы, в Центральную сельскохозяйственную библиотеку ВАСХНИЛ и Центральную медицинскую библиотеку. В журнале публикуются также списки книг, выпускаемых Издательством иностранной литературы по биологии, медицине и сельскому хозяйству.

В течение ряда лет Государственная библиотека иностранной литературы и Издательство иностранной литературы выпускают «Сводный бюллетень новых иностранных книг», серия А — естественные науки, медицина, сельское хозяйство и техника. Этот бюллетень является как бы каталогом пополнений иностранной литературы наших больших книгохранилищ за последнее десятилетие. В нем указано, в каких именно библиотеках имеется та или иная книга. Широко развитая система межбиблиотечного книгообмена позволяет в любой библиотеке страны получать на месяц указанные в «Сводном бюллетене» книги. Надо также знать, что большие библиотеки имеют право выписывать в порядке межбиблиотечного обмена книги из зарубежных книгохранилищ, если этих книг нет ни в одной библиотеке Союза.

В настоящее время имеется один весьма удобный способ

собирания журнальной и книжной литературы, недоступной для непосредственного приобретения. Это способ фоторепродуцирования. Широкое распространение малоформатных фотоаппаратов делает это вполне доступным. Для этой цели необходимо иметь аппарат «Зенит» или «Зоркий» с дополнительными кольцами, ввинчиваемыми между передней стенкой аппарата и объективом. Эти кольца дают возможность фотографировать текст книги с тем, чтобы на кадр пленки помещалась одна страница. Для удобства съемки мной сконструирован складной станочек (рамка со стеклом и 3 ножки для доски с прорезями, куда кладется аппарат). Такой станочек ставится на развернутый лист книги. Освещение может быть сделано при помощи обычных библиотечных ламп (75 ватт каждая) с нагибающимися подставками для абажура. В складном виде станочек легко входит в портфель и может быть взят в библиотеку для работы. Выдержка при диафрагме 4•обычно равна $1/25$ секунды. Такие микрофильмы можно читать либо при помощи сильной лупы, либо при помощи детского аллоскопа или фотоувеличителя, либо можно сделать отпечатки при помощи фотоувеличения. Особенно полезно фоторепродуцирование в случаях необходимости иметь таблицы определений, рисунки, таблицы констант и т. п. Удобнее всего работать с зеркальной камерой «Зенит» (для расчета колец при пользовании аппаратом «Зоркий» см. журнал «Советское фото» за 1958 г. № 3).

При больших библиотеках Москвы (им. В. И. Ленина, МГУ, ВАСХНИЛ), Ленинграда и ряда других городов, в Институте научной информации АН СССР и в ряде ведомственных библиотек имеются специальные фотолаборатории для обслуживания читателей.

ЛИТЕРАТУРА

Гнучева В. В. Путеводитель по иностранной библиографии медицинской литературы 1945—1956 гг. Л., 1957.

Замкова З. Н. Основные принципы медицинской библиографии. М., 1958.

Лебедев Д. В. Введение в ботаническую литературу СССР. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1956¹.

¹ Этой книгой могут пользоваться не только ботаники, но и зоологи, когда им необходимо найти литературу по геологии, климатологии, почвоведению, географии и общим вопросам биогеографии.

IV. О РАЗЛИЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ В СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ

В период все увеличивающейся дифференциации научных дисциплин, распадающихся на отдельные специальности, в условиях частого разрыва этих специальных течений от соседних,— в такое время особенно заманчивые горизонты и новые открытия создаются и намечаются как раз в местах стыка или разрыва этих течений, в областях, смежных для различных дисциплин.

А. Е., Ферсман. «Геохимия», т. I, стр. 5, 1933.

А. Специализация в области биологии

Биологические науки делятся на отдельные отрасли двояко: либо по объекту, который они изучают, либо в зависимости от подхода к объектам. Первый принцип классификации дает нам: 1) вирусологию, 2) бактериологию, 3) ботанику, 4) зоологию и 5) антропологию. Вторым принципом классификации дает: 1) морфологию, 2) физиологию, 3) систематику, 4) экологию, 5) биогеографию, 6) палеобиологию, 7) генетику и 8) эволюцию. В последние годы формируются в виде пограничных с соседними науками областей биофизика и биохимия, а также физическая биология и химическая биология. Нельзя думать, что приведенные подразделения представляют собой нечто твердое и неизменное. Подобно процессам в природе, сама наука, являясь созданием человека, непрерывно меняется и то, что верно сегодня, может оказаться неверным через десяток лет. Все перечисленные подразделения биологии сейчас бурно развиваются и было бы совершенно неправильным игнорировать одни и заниматься только немногими «модными» направлениями. Нет возможности хотя бы кратко characterize наиболее актуальные

проблемы всех подразделений биологии. Здесь стоит лишь отметить некоторые наиболее доступные и перспективные проблемы, а также методы решения вопросов.

Биология XX столетия характеризуется двумя чертами: 1) проникновением экспериментального метода, применявшегося в прошлом столетии исключительно к физиологии, почти во все подразделения биологии за исключением палеобиологии, хотя и здесь имеются попытки понять условия захоронения организмов в прошлом путем опытов над современными организмами; 2) применением в биологии методов математической статистики и высшего математического анализа. Биология прошлого века была почти целиком наукой описательной и главным приемом исследования было наблюдение за тем, что происходит в окружающей человека живой природе. Процветали систематика, морфология, сравнительная анатомия, полевая экология, биогеография и палеобиология — палеоботаника и палеозоология. Лишь на рубеже XIX и XX столетий появились такие науки, как механика, или динамика развития, и генетика. Таким образом, имеются биологические науки более древние и более новые — своего рода филогенез науки.

Для молодого формирующегося биолога наших дней представляется весьма важным в течение нескольких лет пройти ускоренным темпом историю развития основных направлений биологии. При прохождении курса биолого-почвенного факультета в университетах последовательность преподаваемых наук до некоторой степени напоминает историю развития биологии. Я настоятельно подчеркиваю значение этой последовательности не только в учебном процессе в вузе, но и в научной работе. Для исследователя-биолога в области биофизики и биохимии — этих утонченных и трудных направлений биологии — чрезвычайно полезно сделать несколько научных работ по систематике той или иной группы организмов, поработать по экологии и морфологии той или иной группы растительных или животных организмов. Чрезвычайно полезно на первых этапах становления молодого ученого-биолога овладеть какой-либо небольшой группой организмов монографически, т. е. знать ее в отношении систематики, морфологии, экологии, распространения, физиологии и происхождения. Сделать это бывает нетрудно при двух условиях: 1) объем группы должен быть не слишком велик и 2) в руках должна быть монография, посвященная данной группе. В качестве примера я могу привести следующие группы. Можно изучить всесторонне род микроскопических

грибков, например род *Mucor* или *Aspergillus*, поработав в Музее живых культур микроорганизмов и пособирав материал в природе. Можно взять какое-либо семейство высших растений, например *Orchidaceae* или *Cruciferae* и специализироваться на нем. Очень благодарный материал представляют собой насекомые. При выборе объекта специализации хорошо просмотреть вышедшие тома «Фауны СССР» и «Определителей», выпускаемых Зоологическим институтом Академии наук.

Прежде чем приступать к знакомству с систематикой данной категории, необходимо собрать достаточно обширный коллекционный материал, поработать в музее или гербарии и подобрать в дополнение к монографии или определителю десяток-два новых работ, посвященных выбранной группе. После этого можно приступать к обработке собранного материала. Этот совет основывается на том, что существующие определители в огромном большинстве составлены очень рыхло и неточно. Нельзя поэтому рассчитывать на четкое и гладкое определение первых попавшихся экземпляров без достаточного сравнительного материала. Очень желательно добыть небольшую, уже обработанную хорошим специалистом коллекцию видов выбранной группы организмов.

Нет никакой возможности хотя бы в общих чертах наметить актуальные вопросы биологии, доступные в смысле их разрешения для начинающих. Я хотел бы, однако, обратить внимание на две проблемы, работа над которыми обещает очень много. Первая проблема — это изменчивость организмов. В самом деле, изменчивость — это один из трех китов, на которых лежит проблема эволюции. Можно уверенно сказать, что проблема эволюции — это проблема, которая никогда не устареет. В самом деле, никогда не настанет время, когда условия существования — среда — перестанут изменяться, а следовательно, и человек не перестанет интересоваться изменениями его самого и окружающей его живой природы. Важно подчеркнуть, что в наши дни сам человек своей хозяйственной деятельностью создает резкие изменения на поверхности планеты, которые очень сильно влияют на мир растений и животных. Эволюция осуществляется буквально на наших глазах. Отмечу эти новые факторы среды.

Под влиянием химических методов борьбы с вредными насекомыми и под влиянием антибиотиков резко повышается стойкость вредных насекомых и микробов. На наших глазах возникают ДДТ-устойчивые расы комнатной мухи и пени-

циллин-устойчивые формы стафилококков. Атомные взрывы повышают уровень естественной радиации на всем земном шаре, а это не может не отражаться на наследственной изменчивости растений и животных. Селекционная работа человека над микроорганизмами, растениями и животными по выведению новых сортов и пород должна также считаться эволюцией живого, проходящей буквально на наших глазах.

На огромных территориальных пространствах Союза, расположенных с севера на юг, с правильностью зональных изменений климата очень легко подмечаются географические отличия растений и животных. По-видимому, даже такие синантропные (связанные с человеческим обитанием) формы, как городской голубь и городской воробей, проявляют географические отличия в разных городах Союза в зависимости от широты или, точнее, от климатических показателей местности. Развернуть работу по этой проблеме технически довольно просто. Главное — это организованный повсеместно по единому плану сбор массового материала. Высшие растения, например сорняки и насекомые, связанные с сельскохозяйственными растениями или вредителями животноводства, также дадут благодарный материал. К сбору материала можно привлечь краеведческие и юннатские силы.

Второй проблемой очень большого практического значения можно считать научное изучение средств народной медицины и ветеринарии. Многовековой опыт народов Советского Союза накопил огромный, пока целиком не освоенный материал по лечебному действию природных соединений. Особенно интересен материал Кавказа, Среднеазиатских республик и Сибири. Работа должна состоять из ряда этапов: 1) этап учета народных средств; 2) этап научного определения систематического положения растительных и животных препаратов; 3) этап токсиколого-фармакологической характеристики этих препаратов.

В качестве примера такого исследования опишу открытие мной (1944) токсического вещества в яичниках наших лягушек. В Институте зоологии МГУ стоял вопрос о новых видах кормов для пушных зверей, в частности, об использовании лягушек. На заседании, посвященном этому вопросу, акад. А. С. Серебровский сообщил, что, по многочисленным наблюдениям работников Химико-фармацевтического института, яичники лягушек отличаются нестерпимой горечью. Как раз в это время мне стало известно от моего бывшего сотрудника проф. Г. Ф. Гаузе, ныне одного из ведущих специалистов нашей страны в области антибиотиков, что новый, открытый им

антибиотик, выделенный из культуры одной почвенной бактерии, на вкус горек. Это, казалось бы, случайное сопоставление позволило мне сделать предположение о том, что в яичнике амфибий имеется какой-то антибиотик. При исследовании оказалось, что это действительно так, и там находится токсическое вещество, названное мной ранидином, действующее на простейших вдвое сильнее карболовой кислоты. Это вещество играет большую роль в защите яиц амфибий от бактерий, которыми кишат водоемы, где идет развитие икры. Народная медицина широко пользуется сушеной лягушечьей икрой для борьбы с рожистым воспалением лица (см. мою статью в журнале «Природа» за 1944 г., № 2). Изучение токсикологического и фармакологического действия природных продуктов растительного и животного происхождения заставляет биолога-исследователя перейти от работы описательного характера к работе лабораторной, экспериментальной.

Б. Выбор конкретной темы

Выбор конкретной темы является очень ответственным моментом в процессе научной работы. У приступающего к научной работе сравнительно редко может появиться удачная для работы тема совершенно самостоятельно. В самом деле, для того чтобы наметить актуальную и выполнимую в данных условиях тему, надо обладать: 1) известной ориентировкой в данной области науки и 2) опытом в оценке предстоящих технических трудностей. Исходя из этого, надо считать вполне нормальным то, что первую научную работу начинающий делает по теме, намеченной и выработанной совместно со своим непосредственным очным или заочным руководителем, или теме, намеченной самостоятельно, но одобренной уже сложившимися специалистами.

Как возникают конкретные темы?

Существуют два основных источника возникновения тем. Первый источник — это научная литература. Очень часто прочтение работы или ряда работ показывает с ясностью, что предшествующими исследователями недоработаны те или иные стороны явления. Приведу пример. В 1924 г. в практическом журнале «Пчеловодное дело» появилась статья А. С. Михайлова, в то время скромного инструктора пчеловодства Череповецкой области. В этой статье была отмечена любопытная закономерность: чем дальше к югу, тем больше средняя длина хоботка рабочих особей медоносных пчел.

Эта небольшая статья послужила началом целого ряда (более 100) исследований по географической изменчивости пчел, предпринятых мной, моими сотрудниками и научными работниками у нас и за рубежом.

Иногда случайное наблюдение дает основу для ряда экспериментальных работ. О. К. Настюкова, сотрудница Института зоологии МГУ, держала на рабочем столе культуру инфузорий-парамеций и, желая ее подкормить, влила в нее сыворотку крови кролика с привитой опухолью. На следующий день культура инфузорий была мертва. Это случайное наблюдение было ею детально изучено, разработано и привело к методу диагностики злокачественных новообразований у человека, так называемому парамециальному методу, которым теперь пользуются в ряде клиник и больниц.

Успешность научной работы очень сильно зависит от новизны постановки вопроса и от того, к какой именно узкой области данной науки относится поставленный вопрос.

Очень успешны исследования, лежащие на грани четко дифференцированных наук. Эти грани обычно менее разработаны и на них легче найти новые, еще неизвестные факты.

Основным стимулом в выборе темы должно быть стремление сделать научную работу, которая или 1) непосредственно сама дала бы выводы, применимые к той или иной отрасли народного хозяйства или практической деятельности, или 2) позволила бы провести уже чисто прикладное исследование, имеющее выход в практику.

Работникам в области теоретической биологии крайне важно брать темы, в решении которых заинтересованы научно-прикладные учреждения. Научная работа подчас может возникнуть в связи с невозможностью решения какого-либо вопроса институтом практического значения. Можно рекомендовать начинающим биологам держать в поле своего зрения работу близких к соответственной специальности прикладных научно-исследовательских учреждений. Интересующиеся микробиологией должны быть знакомы с работами Института бродильной промышленности, Института пенициллина; геоботаники — с работами Института кормов, Института леса и т. д. Знакомство это надо осуществлять путем экскурсий в эти институты, путем посещения научных заседаний в этих институтах, путем чтения их научных годовых отчетов и т. п. Темы, выдвигаемые чисто производственными, а не научно-практическими учреждениями, министерствами, заводами, при всей их значимости для настоящей практики в условиях лабораторий, например вузов, не имеющих воз-

возможности вести работы в полужаводском масштабе, менее осуществимы, чем темы более общего теоретического характера, возникающие по ходу работ в отраслевых институтах, но недоступные им ввиду меньшей теоретической подготовки их сотрудников.

Очень большим преимуществом работы в высших учебных заведениях является сосредоточение на одной территории представителей разных научных дисциплин. Это дает возможность для комплексного и всестороннего подхода к решению вопросов. Надо поэтому поддерживать темы пограничные — темы, требующие руководства со стороны специалистов разного профиля. Таковы темы по биофизике и биохимии, зоогеографии, фитогеографии, биогеохимии и т. д. Надо всемерно содействовать научному общению начинающих натуралистов разных специальностей.

Тема должна быть сформулирована возможно более четко, и ее развернутое содержание и детальный рабочий план должны быть записаны на бумаге. Бывает нередко, что выбор темы не всегда приводит к выполнению работы, точно соответствующей задуманной теме. Иногда случается по ходу работы, в зависимости от успешности разработки отдельной части темы, развить какой-нибудь частный вопрос в самостоятельную тему.

V. ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ, СБОР МАТЕРИАЛОВ И ИХ ОБРАБОТКА

...Самое важное... это — не забывать основной исторической связи, смотреть на каждый вопрос с точки зрения того, как известное явление в истории возникло, какие главные этапы в своем развитии это явление проходило, и с точки зрения этого его развития смотреть, чем данная вещь стала теперь.

*В. И. Ленин. «О государстве».
Соч., изд. 4, т. 29, стр. 436.*

1. Метод работы

«Факты — это воздух ученого», — говорил глава физиологов И. П. Павлов, поэтому технике собирания фактов надо уделять большое внимание. Было бы, однако, неправильно думать, что собирание фактов и их превращение в научную работу — процессы, резко оторванные друг от друга. Эти процессы очень часто идут параллельно. Правда, бывают периоды, когда исследователь только ведет массовые наблюдения и опыты и лишь затем переходит к их обработке и обобщениям.

Исследователь никогда не должен забывать основные черты той единственной философии, которая руководит жизнью передового человечества нашей эпохи — эпохи перехода к коммунизму. Можно быть уверенным в высоком качестве любого исследования, если выполняющий его будет в каждодневной работе по ходу собирания фактов и их обработки применять не на словах, а на деле метод диалектического материализма, основными чертами которого является признание:

1) единства и взаимосвязи явлений,

- 2) непрерывности обновления и развития,
- 3) развития как перехода от количественных изменений к коренным, качественным,
- 4) внутренних противоречий и борьбы противоположностей как содержания процесса развития.

2. Единство полевых и лабораторных исследований природы

По характеру исследовательской работы науки о природе принято делить на описательные и экспериментально-лабораторные. Некоторые считают, что науки первого типа представляют собой как бы науки низшего, примитивного уровня. Это неверно по существу. Наблюдения в природе дают столь же ценные и строгие обобщения. Они позволяют устанавливать причинные связи между явлениями, как и эксперименты в лабораториях и на опытных участках. Все дело в умении найти правильный метод обработки материала. Огромную пользу приносит здесь один из методов статистического исследования — метод частичной корреляции, позволяющий устанавливать связи между интересующим нас явлением и другими явлениями, могущими быть причиной первого, при выключении влияния всех остальных явлений.

Далее надо иметь в виду следующее: изучая какое-нибудь явление в географическом разрезе, переезжая из одного района в другие, отличающиеся по условиям, мы как бы изучаем результаты эксперимента, заложенного самой природой. Помимо этого, надо помнить, что работы по изучению природы в полевых и экспедиционных условиях позволяют изучать явления в гораздо более широких масштабах — масштабах, близких к условиям, в которых протекает жизнь всего нашего народа, а потому эти работы подчас непосредственно примыкают к практике сегодняшнего дня, в частности к переделке природы нашей страны.

3. Методика и техника работы

Прежде чем заниматься конкретным исследованием какого-либо вопроса, необходимо ясно представить себе всю область знания в целом и положение в ней интересующего нас частного вопроса. Очень полезно почаще вспоминать намеченные французским математиком и философом Р. Декартом (1596—1650) правила научного подхода к проблеме. Они таковы:

«1. Ничего не признавать за истинное и не класть в основу суждения, как только то, что ясно признано разумом за таковое, опасаясь всякой торопливости и предвзятости мнений.

2. Всякий вопрос расчленять на столько частей, чтобы решение темы по возможности облегчалось.

3. Начинать всегда с простейшего, легко доступного и постепенно восходить к сложнейшему, чтобы даже и в тех случаях, где нет естественной последовательности, устанавливать определенный порядок.

4. Всюду делать настолько полные перечни и общие обзоры, чтобы быть уверенным, что ничто не упущено из виду»¹.

Лишь затем можно тщательно обсудить и оценить методику и технику работы. История науки показывает, что прогресс ее зависит наполовину от введения новых методик исследования. Поэтому надо: 1) возможно шире знакомиться со специальными изданиями, посвященными описаниям методики работы; 2) можно горячо рекомендовать шире знакомиться с методами соседних наук с целью переноса их из одной области в другую. Вспомним, что дифференциальный манометр Варбурга, ставший в биологии последних пятидесяти лет столь же обычным прибором, как микроскоп, был изобретен биологом О. Варбургом, сыном известного физика. С другой стороны, надо помнить, что живые организмы обладают подчас большей чувствительностью, чем та, которую дают физические и химические приборы, а потому в истории наук известны случаи открытия химических и физических явлений в биологических лабораториях (например, осмотическое давление, митогенетические лучи).

Очень много дает посещение различных исследовательских лабораторий и знакомство с методами в действии. Крайне важно для натуралиста умение конструировать приборы своими руками. Если для физика и химика это положение сейчас уже не требует доказательств, представители других специальностей (биологи, географы и т. д.) еще не всегда достаточно хорошо понимают, что для успешной работы всегда нужны новые и усовершенствованные конструкции самодельных приборов исследования. Каждый натуралист должен хорошо уметь работать с картоном, стеклом, деревом, металлом и пластмассами.

¹ Д. Н. Крылов. О некоторых современных научно-технических вопросах. «Изв. Росийск. Акад. наук», VI сер., 1920, т. XIV, стр. 62.

4. Личное оборудование биолога

Для решения основных биологических проблем современности ученые прибегают к сложнейшей аппаратуре, которую только может предоставить современная техника: электронный микроскоп, ультрацентрифуга, аппарат для электрофореза и т. д. Однако до сих пор имеются области биологического исследования, в которых можно успешно и продуктивно работать, пользуясь очень скромными техническими средствами. Я хотел бы здесь перечислить ряд предметов, которые должны быть в личном распоряжении каждого биолога как работающего в поле, так и в лаборатории. Наша промышленность создает сейчас приборы, которые могут чрезвычайно облегчить работу биологов.

1. Телелупа с увеличением от $\times 2,7$ до $\times 6$ (для рассматривания предметов вблизи до 0,5 м и вдаль вместо бинокля).

2. Лупа с десятикратным увеличением и делениями в 0,1 мм на стекле-подставке; она пригодна для измерений насекомых.

3. Фотоаппарат «Зенит С и З» с добавочными кольцами и сменными телеобъективами. Пригоден для съемки через микроскоп, для съемки насекомых в естественную величину и для съемки птиц и других животных на расстоянии.

4. Два секундомера для работы по изучению динамики процессов движения, роста и т. д.

5. Точные химические термометры для изучения влияния температуры на жизненные процессы.

6. Логарифмическая линейка (длиной в 25 см, а еще лучше в 50 см).

7. Штангенциркуль или измерительный циркуль с острьями.

8. Точная миллиметровая линейка.

5. Составление плана работы

В начале всякой работы должен быть составлен подробный план, в котором должно быть отражено число опытов, маршрутов экспедиций и описана методика предстоящей работы. Копии окончательного плана должны находиться у исполнителя и руководителя.

6. Ведение записей

Крайне важно умение вести подробный дневник наблюдений и опытов. Основным правилом, особенно в отношении

цифровых данных, надо считать незамедлительную запись непосредственно после выполнения отсчета. Никогда не надо полагаться на память. Вот, что об этом пишет Ч. Дарвин, один из величайших натуралистов прошлого века:

«Ничего не доверяйте своей памяти, ибо память становится ненадежным хранителем, когда за одним интересным предметом следует другой, еще более интересный» (см. Ч. Дарвин. Путешествие натуралиста вокруг света на корабле «Бигль». М., 1955).

Существуют две формы ведения записей: 1) в книгах и тетрадях, 2) на отдельных специально разграфленных листах. Принятие первой или второй формы зависит от характера наблюдений. При их однообразии удобнее пользоваться листами. В экспедиционных и полевых условиях запись надо вести графитным карандашом, не боящимся сырости. В лаборатории лучше пользоваться самопишущими перьевыми ручками.

Надо выработать в себе умение особо подмечать и отмечать в дневнике явления побочные, не намеченные к изучению планом исследования. Очень часто эти явления могут стать темой дальнейшей интересной научной работы.

Желательно подводить итоги проделанной работы через определенные интервалы, оглядываясь на пройденный путь. Так, в конце рабочего дня надо оставлять некоторое время для подведения итогов дня и записывать эти итоги в виде предварительных обобщений. Точно так же надо подводить итоги в конце недели и помесечно. Помимо того, что это очень полезно для более сознательного отношения к проводимой работе, такая привычка крайне облегчает подведение итогов в конце всей проделанной работы.

ЛИТЕРАТУРА

I. ФИЛОСОФИЯ И ЛОГИКА НАУКИ

Маркс К., Энгельс Ф., Ленин В. О биологии. Партиздат, М., 1936.

Энгельс Ф. Анти-Дюринг. Госполитиздат, М., 1957.

Энгельс Ф. Диалектика природы. Госполитиздат, М., 1955.

Ленин В. И. Материализм и эмпириокритицизм. Госполитиздат, М., 1951 и последующ. изд.

Асмус В. М. Учение логики о доказательстве и опровержении. Госполитиздат, М., 1954.

Блох М. А. Творчество в науке и технике. Пг., 1920.

Кедров Б. М. О количественных и качественных изменениях в природе. Госполитиздат, М., 1946.

Лапшин И. П. Философия изобретения и изобретение в философии, т. I. Пг., 1922.

Примаковский А. П. Библиография по логике. Изд-во АН СССР, М., 1955.

II. МЕТОДИКА И ТЕХНИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Общая биология

Герц С. В. Аквариум в школе. Учпедгиз, 1953.

«Лабораторные методы исследования патогенных простейших» под ред. Д. Н. Засухина. Медгиз, М., 1957.

«Практикум по общей биофизике» под ред. Б. Н. Тарусова, вып. I и 2: «Советская наука», М., 1958.

Ромейс Б. Микроскопическая техника. ИЛ, М., 1953.

Шеффер К. Опыты над живой природой. М.—Пг., 1923.

2. Ботаника

Бельская Т. Н. Методика изучения возрастных изменений у растений по морфологическим признакам. Изд-во АН СССР, М., 1949.

Кларк Л. Ботанический эксперимент в саду и лаборатории, пер. с англ., Л., 1939.

Молиш Г. Ботанические опыты без приборов. Учпедгиз, М., 1941.

Новоселов А. А. Комнатное растениеводство методом водных культур. Учпедгиз, М., 1955.

3. Зоология

Балкашина Е. И. и Рокицкий П. Ф. Дрозофила. Генетический практикум. Медгиз, М., 1932.

Банников А. Г. и Михеев А. В. Летняя практика по зоологии позвоночных. Учпедгиз, М., 1956.

Беме Л. Б. Певчие птицы. «Советская наука», М., 1952.

Беме Л. Б. Жизнь птиц у нас дома. МОИП, 1951.

Бескровный М. А. Практика по экологии животных, ч. I. Изд-во Харьковск. гос. ун-та, 1953.

Исакова-Кео М. М. Обеспечение живым материалом занятий по зоологии беспозвоночных. «Материалы по методике университетского преподавания». Сб. 2. Изд-во ЛГУ, 1939.

Калабухов Н. И. Методика экспериментальных исследований по экологии наземных позвоночных животных. «Советская наука», М., 1951.

Кожанчиков И. В. Экспериментально-экологические методы исследования в энтомологии. Изд-во ВАСХНИЛ, М., 1937.

«Методы учета численности и географического распределения наземных позвоночных». Сб. работ под ред. проф. А. Н. Формозова. Изд-во АН СССР, М.—Л., 1952.

Новиков Г. А. Полевые исследования экологии наземных позвоночных животных. «Советская наука», М., 1949.

Промптов А. Н. Птицы в природе. Учпедгиз, М., 1949.

«Пути и методы использования птиц в борьбе с вредными насекомыми» под ред. Л. П. Познанина. Изд-во Мин-ва совхозов, М., 1956.

«Тр. Саратовск. отделения Каспийского филиала ВНИРО», т. I

Саратов, 1951 (статья Ю. Львова, И. Петренко, А. Константинова и др. по разведению дафний и горшечных червей).

Формозов А. Н. Спутник следопыта. МОИП (в серии «Среди природы», вып. 35), М., 1952 и последующ. изд.

4. Физиология растений и животных

Аникеев В. В., Обухова Г. А., Сказкин Ф. Д., Чижевская З. А. Летние практические занятия по физиологии растений. Учпедгиз, М., 1951.

Данилов Н. В. Экспериментальная физиология (Практикум по физиологии человека и животных). Изд-во Рижск. мед. ин-та, Рига, 1957.

Иванов Н. Н. Методы физиологии и биохимии растений. ОНТИ, Л., 1930.

Коган А. Б. и Щитов С. И. Практикум по сравнительной физиологии. «Советская наука», М., 1954.

Николаев М. Н. Экспериментальные основы фармакологии и токсикологии (практическое руководство). Медгиз, М., 1941.

Рубинштейн Д. Л. Общая физиология. Медгиз, М., 1947.

Руге У. Практикум по физиологии роста и развития растений. ИЛ, М., 1955.

Сказкин Ф. Д. и др. Практикум по физиологии растений. «Советская наука», М., 1953.

Штруггер З. Практикум по физиологии растительных клеток и тканей. ИЛ, М., 1953.

5. Антропология

Бунак В. В. Антропометрия. Учпедгиз, М., 1941.

«Методика антропометрических исследований» под ред. В. В. Бунак. М., 1925.

6. Фотография

Кудряшов Н. и др. Специальные виды фотосъемки. «Искусство», М., 1955.

Минкевич В. С фотоаппаратом в мире растений и насекомых. «Искусство», М., 1957.

Огнев С. И. Фотография живой природы. Изд. МОИП, 1949.

Сморозин В. Фотографирование природы. «Искусство», М., 1957.

Туров С. С. Натуралист-фотограф. «Советская наука», М., 1957.

Фридман И. М. Микрофотокопирование. «Искусство», М., 1955.

Шиллабер Ч. Микрофотографирование. ИЛ, М., 1951.

VI. РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ НАУКЕ

Необходимыми условиями роста науки являются точность, строгость, чистота, многократность эксперимента и его объективная проверка.

Акад. А. В. Топчиев. «Литературная газета» от 2 июля 1955 г.

Все разделы современного естествознания в своем развитии проходят этап, когда относящиеся к этим разделам факты начинают выражаться в виде числовых показателей и математика все больше привлекается для обработки собранных данных. Науки о природе неорганической — астрономия, физика и химия — прошли этот этап развития раньше биологии, и в применении к этим наукам вопрос об огромном значении математизации давно не подлежит никакому сомнению.

Применение математики к различным областям естествознания может быть двояким. С одной стороны, математический анализ с его двумя разделами — дифференциальным и интегральным исчислениями — позволяет формулировать гипотезы о причинной зависимости одних явлений от других и проверять на конкретных явлениях вытекающие из этих гипотез следствия. С другой стороны, очень часто явления природы осуществляются в итоге действия многих точно не учтенных причин, что заставляет называть их явлениями случайного характера и применять для их изучения методы математической статистики, базирующейся на теории вероятностей.

В науках о природе неорганической ученые прежде всего начали пользоваться методом математического анализа и лишь в дальнейшем привлекли к обработке собираемых фактов методы статистики. В большинстве разделов биологии последовательность математизации была обратной. Эта осо-

бенность биологии объясняется, видимо, тем, что биологу приходится в первую очередь иметь дело с индивидами, а поскольку признаки индивидов являются признаками, определяемыми многими точно не учитываемыми причинами, пришлось в первую очередь обратиться к методам математической статистики. В науках физико-химических статистика стала применяться лишь тогда, когда исследователи перешли к учету закономерностей, связанных с изучением поведения физических индивидов — молекул.

Строго говоря, нельзя считать биометрию (см. далее) самостоятельной наукой, так как она не имеет отличного от биологии предмета исследования. По мере все большего проникновения количественных и математических методов во все разделы биологии она будет приобретать характер науки математической и термин «биометрия» станет излишним.

Применение теории вероятности и математической статистики к биологии, а именно к антропологии, берет начало в работах бельгийского ученого Кетле (1796—1874). Его книга «Опыт социальной физики» (1835) может считаться первой попыткой количественной трактовки изменчивости физических признаков и поведения человека. Выдающиеся биологи еще в середине XIX столетия отмечали значение математики в биологии. Президент Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии проф. Г. Щуровский в своей речи, произнесенной 15 октября 1867 г. в Москве, ссылаясь на следующие слова А. П. Богданова, основателя первой в России научной зоологической школы: «В настоящее время успехи всех естественных наук так тесно связаны между собой, что для зоолога часто приходится иметь дело и с геологией, и с физикой, и с химией, даже с математикой».

Лишь через 22 года после этих высказываний появился термин «биометрия». Его ввел в науку двоюродный брат Ч. Дарвина Фрэнсис Гальтон в своей книге «Естественное наследование» (1889). Оформление этого направления биологической науки, а именно в первую очередь применение к биологическим проблемам методов математической статистики свершилось в 1901 г. в связи с появлением специального журнала «*Biometrika*». Основателями этого журнала были К. Пирсон (математик), Ф. Гальтон (антрополог) и В. Уэльдон (зоолог).

Пирсон и его ближайшие сотрудники по Лондонскому университету сгоряча переоценивали значение статистического метода в решении биологических проблем. Конечной целью исследования, по представлениям этой школы, было возмож-

но более точное описание явления при помощи подчас весьма сложных математических формул и кривых. Это описание проводилось часто без достаточного знания материальной сущности явления, причем в изучаемые группы объединялся неоднородный по своей природе материал. Переоценка значения статистического метода в биологии объясняется, с одной стороны, тем, что первые биометрики были больше математиками, чем биологами, а с другой — ложными философскими концепциями К. Пирсона, главы этой школы. Его взгляды близки к эмпириокритицизму и махизму, он идеалистически отрицал объективное и первичное существование материи, причинность, не принимал диалектического единства случайности и необходимости. Философские взгляды К. Пирсона подверглись уничтожающей критике в книге В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».

Ясно понимая материальную сущность явления, характеризуемого каким-либо биометрическим коэффициентом и используя графические методы изображения явления, можно с успехом пользоваться довольно сложными формулами для вычисления этого биокoeffициента, даже не будучи знакомым с происхождением формулы и ее теоретическим выводом. Можно ведь прекрасно управлять автомашиной, зная лишь рычаги управления и не зная деталей внутреннего ее устройства.

Для того чтобы быть полноценным исследователем живой природы, необходимо не только великолепно и основательно знать биологический материал, но и уметь обрабатывать данные наблюдений и экспериментов, пользуясь статистическими, математическими и другими методами.

Эти соображения в исключительно яркой форме выражены в словах крупнейшего русского статистика, покойного проф. А. А. Чупрова в его книге «Основные проблемы теории корреляции» (1926): «Теория корреляции представляет в распоряжение исследователя богатый набор усовершенствованных рабочих инструментов. Используя их умело, статистик может извлечь из своего материала немало того, что иначе от него ускользнуло бы. Но не характер инструмента сообщает подлинную ценность произведению труда, а мастерство того, кто держит инструмент в руках. Несколько беглых черт, нанесенных рукою гения на обтрепанный клочок бумаги, лучше запечатлеют образ, нежели иной старательно выписанный роскошнейшими красками портрет. Для того чтобы методы, выработанные теорией корреляции, вели к углубленному пониманию изучаемых явлений, исследова-

тель, их применяющий, должен сам стоять на высоте задачи. Он должен не только владеть инструментом, но также владеть предметом своего исследования. Он должен быть способен применяться в технике статистической работы к преследуемым целям и к имеющимся возможностям. Шаблонное же механическое использование готовых рецептов, хотя бы даже опирающихся на самые точные формулы и на самые тонкие математические соображения, ведет не к умножению наших знаний ценою больших, но оправдываемых себя затрат труда, а к бесплодному расточению сил и нагромождению цифрового материала, мало продвигающего вперед наше понимание изучаемых явлений».

В XX столетии математизация биологии получила очень пышное развитие, в первую очередь в связи с прогрессом в области теории вероятности и математической статистики.

В Англии Р. Фишером (Ротхэмстедская опытная станция) было положено основание применению математической статистики к экспериментам в области биологии, агрономии и медицины. Помимо журнала «*Biometrika*» (Англия), в США издается журнал «*Biometrical bulletin*» и «*Bulletin of mathematical biophysics*». С января 1959 г. в ГДР издается журнал «*Biometrische Zeitschrift*». При Международном биологическом союзе организовано международное биометрическое объединение, которое уже устроило три международных биометрических конференции, из которых последняя была в 1959 г. в Канаде. В январе 1959 г. в Лейпциге состоялся 6-й биометрический коллоквиум Германии. В Ленинграде в январе 1961 г. прошло 3-е совещание по применению математических методов в биологии (1-е состоялось в 1958 г.). С 1956 г. при Московском обществе испытателей природы работает постоянная комиссия по применению математики в биологии.

Для правильной оценки математизации биологии надо привести относящиеся сюда высказывания корифеев отечественного естествознания. Так, Пирогов Н. И. в «Дневнике старого врача» (1887) писал: «Современная наука нашла как будто более надежное средство против предубеждения в практической медицине — это медицинская статистика, основанная на цифре».

Применительно к физиологии И. П. Павлов отметил: «...вся жизнь от простейших до сложнейших организмов, включая, конечно, и человека, есть длинный ряд все усложняющихся до высочайшей степени уравниваний внешней среды. Придет время — пусть отдаленное, — когда мате-

математический анализ, опираясь на естественнонаучный, осветит величественными формулами уравнения все эти уравновешивания» («Естествознание и мозг», 1911). Акад. Н. Н. Бурденко в заключительной речи на учредительной сессии Академии медицинских наук в 1944 г. подчеркнул, что в медицине «накаплиются сотни тысяч однородных наблюдений, а обобщение недостаточное».

Можно наметить несколько областей количественной биологии, в которых уже сейчас нашли широкое применение те или иные методы математической статистики и математического анализа:

а) Статистика широко используется при изучении изменчивости признаков строения и функционирования организма. Тело человека и животных меняется как в зависимости от условий жизни, так и в зависимости от возраста. Для оценки физического и психического развития индивида, его отклонения от нормы необходимо иметь максимально ясную картину состояния признаков в норме. Составление «нормальных» таблиц и кривых развития и нормальных вариаций, в которые укладываются отдельные особи, до сих пор в основном относилось к изучению физических признаков (размеры тела и его частей, вес тела и органов). Физиологические, биохимические и психические показатели и их возрастная динамика и вариация чрезвычайно важны для таких разделов практического знания, как медицина, ветеринария и зоотехния. Много биометрических исследований проведено для изучения видовой и внутривидовой изменчивости организмов. Точные измерения и их статистическая обработка позволяют устанавливать различия между формами, если их отличия не очень резки. Большие перспективы имеет метод статистического отнесения отдельных особей или групп к тем или иным систематическим категориям (подвидам, расам, видам и т. д.). Метод дискриминантных функций был предложен Фишером, а Барнардом впервые применен к антропологическому материалу в 1935 г. для объективного решения вопроса о принадлежности отдельных черепов к той или иной группе. Статистика позволяет подойти к процессу систематической диагностики растений и животных и технике определения систематического положения точно и объективно.

б) Следующим этапом математизации биологии надо считать этап нахождения эмпирических функциональных зависимостей. Примером таких зависимостей может служить зависимость тех или иных биологических явлений от факторов среды, например скорости сокращения сердца холодно-

кровных животных от температуры, выживаемости низших организмов в разной температуре и т. п. Для нахождения этих зависимостей пользуются методом нанесения эмпирических данных на графики, ограниченные двумя координатами. Через точки наблюдения проводят кривые либо от руки, либо находят эмпирические формулы зависимостей по методу наименьших квадратов, а по формулам строят эмпирические кривые. В некоторых случаях, при трех связанных друг с другом переменных, строят диаграммы с тремя координатами. Тогда зависимость между явлениями выражается поверхностью, а не кривой. Эмпирические зависимости могут быть выражены кривыми разного типа: прямолинейными, параболическими, показательными, логарифмическими, логистическими и т. п. Для быстреего нахождения констант эмпирических формул весьма желательно криволинейные зависимости путем изменения координат превращать в зависимости прямолинейные. Для этой цели существуют специальные трафареты — сетки с осями координат, разграфленные различным образом: существуют полулогарифмические сетки, когда деления одной оси координат разграфлены логарифмически, двойные логарифмические сетки и т. д. Большое применение в фармакологии находит себе такое выравнивание экспериментальных данных по действию различных доз лекарственных веществ на те или иные функции организма, когда S-образная связь между дозой и эффектом превращается в прямолинейную. Для этой цели служит так называемый метод пробитов. Этот метод, позволяющий объективно сравнивать активность лекарств и токсических веществ, широко применяется в области биологической стандартизации веществ, химическая природа которых еще не выяснена точно и которые нельзя стандартизовать по количеству тех или иных химически точно определенных составных частей.

в) Чрезвычайно велика роль математической и статистической теории в правильном планировании биологических экспериментов. Организация испытания нового приема воздействий на организм состоит из трех этапов. Во-первых, создают схему испытания или план исследования, обеспечивающий возможность правильных выводов; во-вторых, подбирают экспериментальные и контрольные группы организмов, которые будут участвовать в испытании; в-третьих, производят статистическую оценку полученных результатов испытания. Внедрение любого нового биотехнического мероприятия и замена им старого, строго говоря, могут быть рекомендованы для практики лишь после статистически

обоснованных испытаний, дающих высокую уверенность в неслучайности полученного эффекта.

г) Последним и наиболее трудным этапом математизации биологических наук, требующим от исследователя знания не только предмета исследования, но и основательного знакомства с математическим методом, надо считать теоретизирование, облеченное в математическую форму. Применение методов дифференциального и интегрального исчисления заключается в том, что исследователь создает рабочую гипотезу о связи тех или иных явлений друг с другом и облещает эту гипотезу в форму дифференциальных уравнений. Решение этих уравнений приводит к тем или иным выводам и следствиям, которые могут быть в дальнейшем проверены на опыте и в случае подтверждения первоначальной гипотезы становятся научной теорией. До сих пор этот этап математизации нашел себе применение в немногих областях математической биологии. Прежде всего, надо указать область общей физиологии и общей биофизики, в частности физиологии процессов, протекающих в нервной системе и в органах чувств. Возникновение математической биофизики обязано трудам Г. Гельмгольца, В. Нернста и П. П. Лазарева. Последнего автора и его школу можно считать основателем математической биофизики в России. Из современных центров, где развивается это направление, наиболее известна очень активная Чикагская школа биофизика Н. Рашевского, автора большого числа монографий.

Второй областью применения математического анализа надо считать область изучения динамики численности популяций различных организмов, в том числе и патогенных. Основоположителем этих исследований надо считать английского маляриолога-эпидемиолога Р. Росса (1911), применившего математику к изучению взаимоотношений между численностью человеческого населения, пораженного малярийным плазмодием и численностью комаров-переносчиков инфекции. Важным этапом в развитии этого направления была экспериментальная проверка в искусственно созданных лабораторных популяциях, разработанных математиками В. Вольтера (Италия) и А. Лотка (США), систем совместных дифференциальных уравнений. Эта проверка выполнена впервые в Институте зоологии Московского государственного университета (Г. Ф. Гаузе, 1932—1936). Этот последний раздел математической биологии тесно соприкасается с проблемой изучения динамики численности промысловых рыб, охотничьих птиц и промысловых пушных зверей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Книги для первоначального ознакомления

- Бызов Л. А. Графические методы в планировании, статистике и учете. Госстатиздат, М., 1952.
- Левинский В. П. Краткий курс вариационной статистики. Учпедгиз, М., 1935.
- Полежаев И. А. Сигнал. О некоторых понятиях кибернетики. «Советское радио», М., 1958.
- Поморский Ю. Л. Новейшие методы вариационной статистики. Л., 1939.
- Сапегин А. А. Вариационная статистика. Сельхозгиз, М., 1937.
- Федоров А. И. Методы математической статистики в биологии и опытном деле. Казахгосиздат, Алма-Ата, 1957.
- Финни Д. Д. Применение статистики в опытном деле (сельское хозяйство). Госстатиздат, М., 1957.

2. Книги для углубленной работы

- Винер Н. Кибернетика. «Советское радио», М., 1958.
- Винер Н. Кибернетика и общество. ИЛ, М., 1958.
- Виньерон А. Обработка результатов физико-химических наблюдений. Госхимтехиздат, М., 1934.
- Гнеденко Б. В. и Хинчин А. Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. Гостехиздат, М., 1952.
- Иогансен В. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности. Сельхозгиз, М.—Л., 1933.
- Митропольский А. К. Техника статистического исчисления. Л., 1951.
- Романовский В. И. Применения математической статистики в опытном деле. М., 1947.
- Романовский В. И. Элементарный курс математической статистики. Госпланиздат, М., 1939.
- Миллс Ф. Статистические методы. Госстатиздат, М., 1958.
- Семендяев К. А. Эмпирические формулы. Гостехтеоретиздат, М., 1933.
- Уишарт Дж. и Сандерс Г. Основы методики полевого опыта. ИЛ., М., 1958.
- Эшби У. Введение в кибернетику. М., 1959.
- Юл Д. и Кендэл М. Теория статистики. Госстатиздат, М., 1960.
- Яковлев К. П. Математическая обработка результатов. Гостехтеоретиздат, М., 1953.

VII. КАК ПИСАТЬ НАУЧНЫЕ РАБОТЫ

Борьба каждой новой научной мысли должна идти в двух направлениях: внешняя — против тех, кто косно и непродуманно борется против новых течений, и внутренняя, которая должна одинаково определенно и решительно бороться внутри — за ясность своих постановок и глубину и обоснованность выводов.

А. Е. Ферман. «Геохимия», т. I, стр. 8, 1933.

Главная обязанность ученого не в том, чтобы пытаться доказать непогрешимость своих мнений, а в том, чтобы всегда быть готовым отказаться от всякого воззрения, оказавшегося ошибочным.

М. Бергто (1827—1907), французский химик-органик.

Последним, заключительным этапом всякого научного исследования является изложение полученных результатов или для отчета, или для опубликования в печати. Судьба опубликованной работы в высокой степени зависит от того, как она написана. Хорошо и ясно изложенная работа быстрее станет достоянием науки и скорее принесет практическую пользу по сравнению с работой, неуклюже и туманно изложенной. Умение писать научные работы редко обнаруживается у начинающего ученого сразу, оно вырабатывается в итоге систематического упражнения в этом деле и изучения образцовых по изложению работ других ученых.

Первым шагом в писании работы должно быть составление плана изложения материала. Название работы должно быть кратким и отражать основное содержание исследования; очень хорошо, если в заглавии удастся отразить основ-

ной вывод проделанной работы. Часто случается, что взятая первоначально тема по ходу работы несколько меняет свое направление; при писании работы надо это учитывать и давать заглавие соответственно действительному содержанию работы. Название должно составляться так, чтобы при классификации работы по названию не было никаких сомнений в том, к какой области знаний относится исследование. В случае упоминания в заглавии малоизвестного русского или латинского названия организма или другого объекта необходимо в скобках указать его систематическое положение (тип, класс, географический район). Можно рекомендовать такой план изложения.

I. Введение:

А. Суть проблемы; объем работы; отношение к другим проблемам; значение теоретическое и практическое.

Б. Обзор основной литературы вопроса.

В. Предмет исследования.

Г. Время и место выполнения исследования.

II. Материал и методы исследования.

III. Описание опытов или наблюдений.

IV. Обсуждение полученных результатов:

А. Сопоставление оригинальных данных с данными других исследователей.

Б. Основные принципы, причинные соотношения и обобщения, которые вытекают из сделанных опытов и наблюдений.

В. Исключения и противоречия с другими теориями.

V Резюме — выводы в такой форме, что их можно поместить в реферативном журнале.

VI. Литература, на которую в работе сделаны ссылки.

В случае написания большой работы или диссертации материал должен быть разбит на главы с тщательно продуманным содержанием каждой из них и заглавиями. Даже небольшая статья в один печатный лист (40 000 печатных знаков) очень выигрывает, если она разбита на параграфы, имеющие каждый свой заголовок.

После того как составлен план работы, надо взять папки по числу основных разделов работы и распределить по ним имеющийся материал. Оригинальные цифровые материалы надо по возможности сводить в таблицы. Таблицы должны иметь подробные заголовки общего содержания и тщательно составленные заголовки отдельных подразделений.

После того как папки наполнились распределенным по ним материалом, надо расположить его в пределах папки в

строгой логической или исторической последовательности и приступить к изложению отдельных разделов. При подготовке к печати статьи для определенного журнала надо тщательно изучить правила для авторов, обычно печатаемые на обложке журнала. Знание этих правил очень облегчает прохождение статьи через редакцию журнала. Ссылки на литературу делают разными путями: 1) в тексте при упоминании того или иного автора рядом с ним в скобках ставится год выхода в свет его работы, 2) работы, расположенные в списке в алфавитном порядке, нумеруются, и в тексте в скобках помещаются эти номера. После того как работа или отчет написаны, желательно на некоторое время (недели на две) отложить их в стол, а затем прочесть вновь с самой строгой самокритической оценкой. Полезно помнить очень яркое выражение писателя Ибсена: «Творить — то значит над собой нелicenseмерный суд держать».

Работа должна быть переписана начисто самим автором. Очень полезно до сдачи рукописи в печать дать ее на просмотр руководителю, друзьям и более старшим товарищам. Можно считать категорически обязательным для начинающих ученых до сдачи работы в печать обсуждение ее в научном кружке или научном обществе. Замечания слушателей подчас позволяют исправить то, что не бросилось в глаза автору, а также подметить то, что казалось незначительным.

Необходимо остановиться особо на значении научной критики. Французский философ В. Кузэн (1792—1867) чрезвычайно метко сказал: «Критика — это жизнь науки». В самом деле, современная наука есть дело коллективное, она стала развиваться после застоя в средние века только тогда, когда в XVII веке создались академии, научные общества и стали выходить научные журналы. Нет большего удовольствия для ученого, чем наблюдать за интересом к проделанной им работе товарищей по науке. Только при этом условии работа отдельного ученого входит в плоть и кровь стройной системы знаний, именуемой наукой. Не бывает случаев непогрешимости ученого в отдельных вопросах науки. Даже у таких классиков научной биологии XIX века, как Дарвин и Пастер, можно найти работы, не подтвержденные позднейшими исследователями. Научная критика может проявляться двояко. Иногда публикуют статьи, написанные специально по поводу ранее вышедших работ того или иного ученого. Чаще же всего обсуждение работ других авторов, их оценка и критика помещаются в разделах научных работ, посвященных обсуждению литературы вопроса. Наконец, известны случаи, когда

сам автор новой теории или нового открытия в последующих работах честно признавал свою ошибку и отказывался от опубликованных им ранее данных. Критика должна всегда носить строго объективный и лишенный личных моментов характер.

Надо отметить еще одно обстоятельство, связанное с опубликованием научных материалов. Обычно бывает, что за недостатком места не все материалы работы могут быть напечатаны. Между тем они: 1) представляют общий интерес, так как являются обоснованием выводов работ и 2) могут быть в дальнейшем переработаны по-новому и послужить основой для других работ. Желательно поэтому сдавать их (таблицы измерений, дневники и т. д.) на хранение либо в лабораторию, где выполнена работа, либо в какую-либо библиотеку. В печатной работе при этом важно указать, где хранятся эти материалы и где они могут быть использованы.

Долг каждого ученого по отношению к проделанной научной работе или положить ее результаты в основу какого-либо практического мероприятия, инструкции по тому или иному учреждению, или опубликовать ее в печати для возможности использования другими научными работниками или деятелями практики.

Заканчивая эти краткие обращения к начинающим биологам, вспоминаю слова Д. И. Менделеева, одного из величайших ученых прошлого века. Он писал много лет назад: «Зная как свободно, привольно и радостно живет в научной области, хочется, чтобы в нее вошли многие».

В нашей стране, где наука лежит в основе жизни сегодняшнего дня и в основе строительства нашего будущего, слова Д. И. Менделеева звучат по-новому и особенно убедительно.

Автор этой брошюры будет удовлетворен, если его советы хоть несколько облегчат первые творческие шаги нашей научной смены на ниве столь увлекательной науки, как наука о живых организмах и их роли в жизни планеты и космоса.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
I. Положение биологии среди других естественнонаучных дисциплин и практическая значимость отдельных достижений современной биологии	5
II. Как пополняются ряды ученых-биологов и какие качества нужны для того, чтобы успешно работать в области науки. История науки и ее значение для дальнейшего развития науки	9
Литература	13
III. Использование научной литературы	16
Литература	25
IV. О различных направлениях в современной биологии	26
А. Специализация в области биологии	26
Б. Выбор конкретной темы	30
V. Планирование работы, сбор материалов и их обработка	33
1. Метод работы	33
2. Единство полевых и лабораторных исследований природы	34
3. Методика и техника работы	34
4. Личное оборудование биолога	36
5. Составление плана работы	36
6. Ведение записей	36
Литература	37
VI. Роль математики в современной биологической науке	40
Литература	47
VII. Как писать научные работы	48

**Владимир Владимирович
Алпатов**

НАЧИНАЮЩЕМУ НАТУРАЛИСТУ-БИОЛОГУ

Редактор **Н. А. Соколова**
Технический редактор **М. С. Ермаков**

Сдано в набор 11/II 1961 г.	Подписано к печати 2/VI 1961 г.
Л-28218	Формат 60×90 ¹ / ₁₆
Заказ 159	Тираж 13 000
	Учетн. изд. л. 2,95 Печ. л. 3,25
	Цена 10 коп.

Издательство Московского университета, Москва, Ленинские горы.
Типография Издательства МГУ (филиал), Москва, Моховая, 9.