

История биологии

С начала XX века до наших дней

Москва
«Книга по Требованию»

УДК 57
ББК 28
И90

И90 История биологии: С начала XX века до наших дней / – М.: Книга по Требованию, 2013. – 659 с.

ISBN 978-5-458-31886-0

Книга является продолжением одноименного издания, вышедшего в 1972 г., в котором изложение доведено до начала XX в. В настоящей книге показано развитие основных биологических дисциплин в XX в., охарактеризованы их современный уровень и стоящие перед ними проблемы. Большое внимание уделено формированию молекулярных отраслей биологии и их роли в преобразовании всего комплекса биологических наук. Подобная книга на русском языке издается впервые. Предназначается для широкого круга научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов биологических факультетов.

ISBN 978-5-458-31886-0

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

ПРЕДИСЛОВИЕ

В 1972 г. Институт истории естествознания и техники АН СССР подготовил к печати «Историю биологии (с древнейших времен до начала XX века)». Настоящая книга является завершением этого издания и доводит изложение до наших дней. Как и первая книга, она подготовлена в тесном сотрудничестве историков биологии со специалистами, разрабатывающими различные разделы биологии. В наш век с глубокой дифференциацией и специализацией биологических исследований написание истории современной биологии одним человеком, который объективно и с одинаковой глубиной освещал бы процесс поступательного развития всех ее отраслей, — почти невыполнимая задача.

В 1967 г. вышел коллективный труд «Развитие биологии в СССР», охватывающий период с 1917 по 1967 г. В этом труде события мировой науки упомянуты лишь вскользь.

Цель настоящей книги — систематическое изложение развития фундаментальных биологических наук с начала XX в. до наших дней, характеристика их современного состояния и стоящих перед ними проблем. Значительное место уделено в ней выявлению логики познавательного процесса в различных областях биологии, а также выяснению того, какими путями был достигнут современный уровень биологических знаний. В связи с этим обращено особое внимание на революционизирующую роль новых методов и средств исследования, приведших за последние 25—30 лет к радикальным изменениям в биологии, на значение молекулярных отраслей исследования для преобразования классических дисциплин.

Вместе с тем в ряде глав показано, как в разных науках зарождалась потребность в комплексном системном изучении биологических явлений, наблюдаемых на разных уровнях организации живого. Связь биологии с практикой иллюстрируется на примерах применения научных достижений и открытий в промышленности, сельском хозяйстве, медицине, в преобразовании окружающей среды.

Трудность воссоздания подлинной картины развития биологии в XX в. определяется прежде всего большой сложностью современной биологической проблематики, порождающей трудоемкость ее историко-критического анализа, глубокой специализацией биологических исследований, гигантским объемом информации, а также малочисленностью обобщающих работ. Такие молодые отрасли, как молекулярная биология, вирусология, этология, космическая биология, вообще еще не стали предметом систематического исторического изучения.

Создание работы по истории науки авторским коллективом почти неизбежно сказывается на цельности задуманного труда. Это выражается в разном видении одних и тех же фактов, в различной подаче материала и стиле изложения, в преимущественном внимании к отдельным направлениям исследований и т. п. Несмотря на все усилия авторского

коллектива и редколлегии, полностью избежать этих недостатков не удалось и в данном труде.

Кроме того, редколлегия столкнулась с тем, что во многих главах, соприкасающихся тематически, излагается, правда, под разным углом зрения один и тот же материал, «развести» который по смежным главам в ряде случаев оказалось невозможным. Таковы, например, главы по молекулярной биологии и молекулярной генетике, изучающие одни и те же классы биополимеров — нуклеиновые кислоты и белки. В значительной степени такой материал содержат также главы по общей микробиологии и вирусологии. В других тематически близких главах известное повторение материала связано с тем, что он излагается в различных аспектах, выявляющих разные стороны одних и тех же биологических явлений. В этом случае приводимые сведения частично дополняют друг друга. Это относится, например, к главам «Физиология животных», «Биологическая химия», «Общая микробиология», «Биофизика», «Цитология» и «Физиология клетки» или — «Физиология растений», «Биологическая химия», «Индивидуальное развитие растений», «Эволюционная биохимия», «Космическая биология». Во всех остальных случаях, чтобы избежать повторений, делаются отсылки на соответствующие главы.

Редколлегия решила не включать в книгу главу по теоретической биологии, призванной служить фундаментом всего сложного, многопланового здания, каковым является система современных биологических наук, и выполнять интегрирующие функции. Включение в труд по истории уже сформировавшихся дисциплин таких отраслей знания, в которых не только нет единства взглядов, но больше дискуссионного, чем прочно обоснованного, было бы, очевидно, преждевременным. Сведения о том, какие существовали подходы к созданию теоретической биологии, и каким разными авторами мыслят ее содержание, читатель найдет во введении и в отдельных главах.

Одним из наиболее сложных вопросов, с которым столкнулась редколлегия при подготовке настоящего труда, оказалось определение структуры книги — от общего композиционного плана до установления необходимого минимума глав, в которых получили бы отражение основные фундаментальные направления биологических исследований XX в. Этот вопрос теснейшим образом связан, с одной стороны, с классификацией биологических наук, а с другой — с порядком их дифференциации в процессе поступательного развития.

Для системы биологических наук предложено много классификаций. В их основе сообразно разным целям, которые преследуют их авторы, лежат разные принципы. Как и в других разделах естествознания, наиболее объективной системой, выявляющей подлинные отношения между науками, следует признать в биологии классификацию по объектам исследования. В XX в. в связи со все более возрастающей интеграцией биологических знаний и выявлением системной многоуровневой организации биологических объектов предмет многих дисциплин утрачивает четкость своих границ. Сложности объекта исследования соответствует сложность взаимоотношений изучающих его наук, строящихся одновременно на принципах иерархии и взаимного наложения. Именно такой сложный характер носят, например, взаимоотношения между основными отраслями молекулярной биологии — молекулярной генетикой, молекулярной биофизикой, биохимией, многими разделами микробиологии и вирусологии и даже физиологии. Аналогичное положение наблюдается в такой комплексной отрасли знания, как биология развития, которая объ-

единяет данные биохимии, генетики, цитологии, эмбриологии и экспериментальной морфологии. Принимая во внимание указанные причины, становится понятным, почему для биологии до сих пор не существует единой общепринятой классификации. Ясно также, что если бы такая классификация и существовала и была положена в основу структуры книги, это бы вовсе не означало, что последняя отражала бы исторический порядок дифференциации биологии.

Если следовать при построении книги принципу хронологии, то встает другая трудность — большие различия между разными науками и отраслями исследования в сроках их зарождения и темпах развития. Собственно, развитие каждой науки имеет свою периодизацию.

Так, в XX в. продолжают существовать и успешно развиваться такие, едва ли не самые «старые» отрасли биологии, как зоология и ботаника. При сохранении в них трех традиционных разделов — морфологии, систематики и географического распространения организмов — их проблематика значительно расширилась. Благодаря новым методам исследования стало возможным решать даже традиционные задачи «инвентаризации» и систематизации органического мира с гораздо большей точностью. Эти науки в XX в., конечно, в значительной мере преобразились. Вместе с тем при анализе развития зоологии и ботаники в XX в. обнаруживается, что оно совершалось относительно плавно, без резких переломов и скачков. Иная картина наблюдалась в физиологии животных и человека. Быстрый прогресс методики и техники исследования уже в первой половине XX в. определил создание научных основ таких новых разделов физиологии, как учение о высшей нервной деятельности, о координации функций центральной нервной системы, а также раскрытие функций вегетативной нервной системы, механизмов возбуждения и торможения и многое другое; в 40—50-х годах произошло коренное техническое перевооружение физиологии, создавшее предпосылки для быстрого перехода исследований в перспективных направлениях на клеточный уровень. Сообразно этим различиям в характере развития содержание зоологии и ботаники — для каждого из этих разделов — изложено в одной главе, а физиологии — в двух.

Ряд отраслей и дисциплин, приобретших в настоящее время ведущее значение в биологии, сформировался совсем недавно. Таковы, например, этология, биология развития, космическая биология, изучение биосферы, биокибернетика. Несмотря на молодость, они переживают сейчас период чрезвычайно интенсивного развития.

По изложенным причинам разработать единую периодизацию для всей биологии чрезвычайно трудно. Основная из них заключается в том, что разные науки достигают состояния относительной зрелости в разное время. Главным же критерием того, что данная наука сложилась, мы считаем не начало исследований, сознательно направленных на достижение ее целей, а становление ее теоретической основы. В этом смысле генетика и экология — всецело детища XX в.

Книга состоит из четырех частей. В первой части освещена история тех наук, которые изучают закономерности строения и жизнедеятельности основных разделов органического мира. Вопросы индивидуального и исторического развития затрагиваются в них лишь попутно и выделены в специальные разделы. В эту часть наряду с такими традиционными отраслями, как зоология, ботаника, физиология животных и растений, вошла также биологическая химия, изучающая молекулярные основы процессов жизнедеятельности. Сравнительно большой объем этой части отражает огромное многообразие живой природы.

Вторая часть включает дисциплины, изучающие субклеточные и молекулярные структуры, обеспечивающие устойчивость индивидуального развития организмов и преемственность их видовых и индивидуальных свойств. Сюда входят цитология, физиология клетки, генетика, сформировавшиеся или получившие интенсивное развитие только в XX в.

Третья часть посвящена исследованию закономерностей исторического развития живого — от биогеоценотических и популяционно-видовых до молекулярных, обобщаемых эволюционной теорией. Прибавление к названиям наук, рассматриваемых в этой части, определения «эволюционный» вовсе не означает, что остальные науки (представленные в других частях книги), например зоология, ботаника, генетика, экология, не достигли эволюционного этапа развития; в XX в. все биологические науки стали эволюционными. В данном случае рассматриваются только эволюционные направления, которые приобрели известную самостоятельность.

В четвертой части прослеживается становление и развитие отраслей биологии, возникших лишь в течение последних десятилетий. Наряду с дисциплинами, изучающими биологические явления на молекулярном уровне, здесь рассмотрены и такие направления, отражающие тенденцию к комплексному и интегрированному исследованию жизненных явлений на всех уровнях организации, как изучение биосферы и космическая биология. В этой части дан также анализ применения математических и кибернетических методов в биологии, получивших развитие с конца 40-х годов.

В работе по истории науки первостепенное значение имеет датирование описываемых открытий (публикаций). Приводимые в скобках фамилии авторов и годы, как правило, не являются ссылками на библиографию. Включение всех публикаций в список литературы потребовало бы значительного увеличения объема книги. Список литературы, составленный по главам, содержит необходимый минимум источников (оригинальные исследования, составившие важный этап в развитии данной дисциплины, работы по ее истории и обзоры), дающих общее представление о развитии соответствующей отрасли биологии. Он подготовлен Е. Б. Баглай; иллюстрации подобраны Е. М. Сенченковой.

Редколлегия выражает сердечную благодарность многочисленным научным коллективам и научным работникам, которые своими замечаниями и предложениями в процессе работы над рукописью способствовали ее улучшению.

ВВЕДЕНИЕ

XX в. ознаменовался огромным прогрессом биологических знаний, относительным и абсолютным возрастанием роли биологии среди других отраслей естествознания. Крупные успехи биологии XX столетия, определившие ее превращение из науки преимущественно описательной в науку преимущественно экспериментальную и точную, вооруженную новейшими методами и техническими средствами исследования, тесно связаны с достижениями физики, химии, математики, техники — всего естествознания в целом. Вместе с тем они явились результатом закономерного развития проблем самой биологии, следствием внутреннего движения познавательного процесса в этой области знания. Каковы же характерные черты этого движения?

В XX в. в большой степени усилился процесс дифференциации биологических наук. Он сопровождался все более углубляющейся специализацией. В результате этого процесса одна за другой возникли новые отрасли знания, которых не существовало в XIX в. Таковы генетика, молекулярная биология, радиобиология, цитология, вирусология, этология, биология развития и др. В рамках этих и старых, традиционных наук возникли отдельные дисциплины, области и направления исследований, претендующие на автономное существование. Так, в генетике выделились радиационная, молекулярная, популяционная, эволюционная, медицинская генетика, генетика микроорганизмов и т. д.; в физиологии животных и человека — сравнительная и эволюционная физиология, учение о высшей нервной деятельности, нейрофизиология, клиническая физиология, эндокринология, иммунология и пр. В итоге современная биология включает сотни наук, отраслей и направлений, образующих очень сложную и многоплановую систему и является наиболее разветвленной частью естествознания.

Процесс дифференциации и специализации в биологии продолжается и в наши дни.

В связи с прогрессирующим разветвлением биологических наук, усложнением методики и техники биологического наблюдения и эксперимента и с необходимостью получения точной количественной характеристики изучаемых явлений в XX в. все реже встречаются ученые-энциклопедисты, способные охватить в научном поиске одновременно несколько проблем из различных областей биологии. Роль таких ученых перешла к научным коллективам лабораторий и исследовательских центров.

Уже начиная с первых десятилетий XX в. специалисты разных отраслей биологии стали приходить к заключению, что важнейшие проявления жизнедеятельности — обмен веществ и энергии, дыхание, передача и реализация наследственной информации — связаны с процессами, протекающими в организмах на субклеточном и молекулярном уровнях. Однако до середины 40-х годов непосредственный анализ этих процессов

был почти невозможен из-за отсутствия соответствующих технических средств и недостаточной зрелости самих биологических дисциплин.

Вторая половина 40-х годов — важный рубеж в истории биологии XX в. С этого момента началось широкое проникновение в дотоле совершенно недоступную для познания область элементарных процессов жизнедеятельности, совершающихся на молекулярном уровне. Чрезвычайно быстрыми темпами стали развиваться новые представления о биохимических основах жизни, изменившие весь облик биологии. Возникла совершенно новая отрасль — молекулярная биология, стремящаяся раскрыть биологические функции молекул различных химических веществ и пути их реализации. Успехи в изучении жизненных явлений на субклеточном и молекулярном уровнях вели к быстрому отпочкованию все новых и новых отраслей и направлений. Так возникла биохимическая эмбриология, изучающая химические основы регуляции роста, дифференциации и развития организмов на эмбриональных стадиях, биохимическая (молекулярная) генетика, радиоэкология. Часто объекты исследования молекулярных отраслей биологии оказываются столь близкими, что их разграничение становится условным. Все это свидетельствует о том, что биология вступила в стадию коренных, революционных преобразований, являющихся составной частью общей научно-технической революции.

За 25 лет существования молекулярной биологии сделаны открытия огромного значения: выяснена структура и механизм биологических функций молекул ДНК, всех типов РНК и рибосом; расшифрован генетический код и доказана его универсальность; произведен химический, а затем и биологический (ферментативный) синтез гена, в том числе гена человека, *in vitro*; благодаря раскрытию принципа матричного синтеза разрешена кардинальная общепроизводственная проблема специфичности биосинтеза белка; обнаружены два принципа воспроизведения молекулярных и надмолекулярных структур — редупликация (у ДНК) и «самосборка» (у ферментов, рибосом, хромосом, вирусов и т. д.); разработан подход к изучению механизмов регуляции генной активности; открыта обратная транскрипция — синтез ДНК на основе РНК; расшифрована последовательность расположения аминокислот более чем в 200 белках, выяснены их вторичная структура и способ укладки полипептидных нитей в молекуле (третичная и четвертичная структура); доказана нуклеопротеидная структура хромосом, вирусов и фагов; изучены механизмы функционирования дыхательных пигментов; установлено биохимическое единство основных процессов жизнедеятельности почти во всем органическом мире. Уже простой перечень этих открытий, который можно было бы легко продолжить, свидетельствует о крутом подъеме биологии во второй половине XX в. Важнейшим общим итогом развития молекулярной биологии явилось то, что наше понимание совокупности жизненных явлений как двуединого процесса обмена веществ — экзо- и эндотермического — неизмеримо углубилось благодаря раскрытию потока информации, пронизывающего собой все уровни биологической организации. Составляя фундамент жизни, обмен веществ и поток информации служат наиболее общей основой единства биологических наук.

Современный прогресс молекулярной биологии и биологии в целом стал возможен благодаря разработке и широкому применению новых методов и средств исследования, базирующихся на достижениях физики, химии, математики, техники — электронной микроскопии, рентгеноструктурного анализа, метода меченых атомов, ультрацентрифугирования, хроматографии, точных приборов, работающих на повышенных скоростях

и частью или полностью автоматизированных (ультрацентрифуги, ультрамикротомы, микроманипуляторы, электрокардиографы, электроэнцефалографы, полиграфы, спектрофотометры, масс-спектрографы, осциллографы и многие другие). Созданы также новые методы прижизненных исследований (культуры клеток, тканей и органов, маркировка эмбрионов, применение радиоактивных изотопов и пр.). Уже работают лаборатории, в которых можно изучать действие любых комбинаций климатических и физико-химических факторов (биотроны, фитотроны).

Проникновение в биологию принципов и методов физики и химии, определившее ее глубокие качественные преобразования, по вполне понятным причинам ограничилось в основном низшими уровнями биологической организации — до организменного включительно. Что касается высокого эффекта, который был получен от приложения этих наук к изучению живых объектов, то он определялся последовательным проведением метода редукции — объяснения закономерностей вышележащего уровня организации через свойства нижележащего уровня. Так, очень многие особенности в протекании внутриклеточных биохимических процессов удалось понять, исходя из чисто физико-химических взаимодействий между молекулами биополимеров. Наконец, прогресс в изучении молекулярных основ жизни был обусловлен переходом к использованию наиболее просто организованных объектов — бактерий, вирусов и фагов, работа с которыми имела большие методические преимущества.

Возникновение новых и прежде всего молекулярных отраслей биологии, способствовавших раскрытию многих сокровенных тайн жизни, может породить ошибочное впечатление, будто прежние, традиционные биологические науки утратили свое значение. Подобное заключение было бы ошибочно уже с методологической точки зрения, ибо познание организма как сложной многоуровневой и интегрированной системы, с одной стороны, и всех форм его взаимодействия с окружающими условиями (абиотическими и биотическими), с другой, требует изучения этих явлений на всех уровнях организации. Поскольку в непрерывно совершающемся круговороте жизни нет второстепенных звеньев и поскольку выпадение хотя бы одного звена из системы иерархических зависимостей живой природы неминуемо нарушило бы этот круговорот, не может быть и второстепенных наук, изучающих эти звенья. К такому же выводу приводит анализ достижений конкретных биологических дисциплин.

В XX в. в существовавших ранее биологических науках были сделаны открытия большого теоретического и практического значения, свидетельствующие о качественном росте и интенсивном развитии этих наук. Крупнейшим этапом в мировой физиологии явилось открытие в начале XX в. И. П. Павловым условных рефлексов и создание им на этой основе объективного метода изучения высшей нервной деятельности. Разработка представлений о соотношении коры и подкорковых центров, о единстве процессов возбуждения и торможения, о функциях вегетативной нервной системы, открытие медиаторов, раскрытие физиологических и биохимических основ мышечного сокращения и установление энергетического единства двигательной функции вообще, выделение и синтез ферментов, гормонов, витаминов и других биологически активных веществ заложили фундамент современной физиологии. Не меньшее значение имели и достижения физиологии растений, особенно изучение химизма фотосинтеза, участвующих в нем пигментов и прежде всего хлорофилла, который удалось искусственно синтезировать; исследование физиологии роста и развития, создание теории иммунитета растений и т. д.

Следует отметить, что под влиянием успехов исследований на молекулярном уровне традиционные описательные дисциплины испытали преобразование, наполняясь новым содержанием. В результате между старыми и новыми науками начался процесс взаимопроникновения. Таковы, например, взаимоотношения морфологии с биохимией.

Открытие морфологами с помощью электронного микроскопа мембранной организации многих важнейших компонентов клетки, обнаружение в цитоплазме разветвлений сети субмикроскопических канальцев, данные о структурной взаимосвязи субклеточных частиц — все это вело к мысли о возможной роли этих систем как морфологической основы деятельности клетки. Параллельно успехи биохимических исследований, в частности, разработка методов фракционирования различных субклеточных частиц, позволили связать с ними те или иные стороны обменных процессов. В результате благодаря сопоставлению данных электронно-микроскопического анализа с данными об обменных процессах совершился переход к качественно новому уровню исследований, когда биохимик уже не может не учитывать субмикроскопическую организацию, а морфолог оказывается в состоянии оперировать данными биохимии, выявляя не только общее функциональное, но и конкретное биохимическое значение тех или иных ультраструктур. Наступил момент, когда синтез данных ультраструктурного анализа, с одной стороны, и биохимических — с другой, стал проводить один и тот же исследователь и нередко на одном и том же препарате. В итоге морфологические, биохимические и физиологические проблемы объединились столь тесно, что их стало невозможно изучать отдельно друг от друга.

Рассмотренные примеры взаимодействия конкретных биологических наук достаточно убедительно отражают общую тенденцию последнего времени — стремление к фронтальному изучению явлений жизни на всех уровнях организации. Говоря о клетке как арене действия всех функциональных процессов организма, Г. М. Франк отмечал, что «решающие успехи в биологической науке, если речь идет о физике и химии живого, не могут быть достигнуты лишь рассмотрением молекулярных явлений, а требуют проекции и на следующие, более сложные этажи организации и системы явлений. Сейчас вряд ли нужно спорить о примате того или иного подхода. Не вызывает сомнений, что решающие результаты будут получены не в области молекулярно-биологических или, наоборот, цитохимических или цитологических исследований, в узком смысле слова, но лишь при широком сочетании обоих подходов и создании комплексных представлений о закономерностях жизнедеятельности клетки с обязательным рассмотрением химических и физических сторон явлений»¹.

Успехи биологии в XX в. в большой мере связаны с широким применением экспериментального метода и распространением метода моделирования. Именно в XX в. в наиболее полном виде раскрылись его богатые познавательные возможности. Как и в случае с классическими биологическими науками, распространение экспериментального метода не означало, однако, что старые методы — описательный, сравнительный и исторический — изжили себя и перестали служить научному исследованию. Как свидетельствует развитие биологии в нашем столетии, наиболее крупные обобщения явились результатом синтеза данных, полученных разными методами или на основе их сочетания. Более того, тра-

¹ Структура и функция клетки. М., «Мир», 1964, стр. 6.

диционные методы исследования продолжают успешно «работать» в наши дни и в чистом виде. Так, несмотря на зрелость систематики, до сих пор не закончена «инвентаризация» животного и растительного мира. Об этом свидетельствуют ежегодно появляющиеся описания десятков новых видов среди самых различных систематических групп и даже среди позвоночных. В некоторых разделах биологии применение экспериментального метода вообще невозможно. Это относится, например, к палеонтологии и проблеме поиска внеземных форм жизни. Основное значение здесь имеют описательный и сравнительный методы.

Наряду с дифференциацией для биологии XX в. характерна все усиливающаяся интеграция существующих отраслей и направлений, проявляющаяся в возникновении комплексных, «синтетических» дисциплин и областей исследований. Процесс объединения биологических знаний достигается также созданием новых дисциплин, занимающихся изучением живого с наиболее общих позиций (теория систем, биокibernетика и т. п.). Более того, процесс интеграции с его масштабами и глубиной развития — отличительная черта биологии XX в. У него есть и еще одна характерная особенность: если дифференциация осуществлялась под воздействием внутренних потребностей развития самой науки и всей совокупности детерминирующих это развитие внешних факторов общественного порядка, т. е. в этом смысле шла стихийно, то процесс интеграции носит в значительной мере осознанный характер, приобретая значение важного методологического принципа. В этом смысле интеграция уже начинает активно воздействовать на характер дифференциации, в известной мере подчиняя ее своей стратегии. Интеграция связана с растущим пониманием целостности изучаемых объектов и процессов, со стремлением познать тот или иной феномен в его динамике, развитии — от зарождения до исчезновения.

Одним из проявлений процесса интеграции является возникновение новых отраслей знания, стоящих на стыках разных, часто далеких друг от друга наук. Так, на границах биологии, с одной стороны, физики и химии — с другой, зародились биохимия, биофизика, геохимия, радиобиология, космическая биология. Классическим примером союза столь далеких отраслей, как биология и техника, стала бионика — наука, использующая принципы организации и функционирования живых организмов для усовершенствования технических устройств, создания новых типов приборов, автоматов и систем управления. На стыках биологии с медициной возникли паразитология, гельминтология, патологическая анатомия, фитопатология, медицинская энтомология. Примером новой быстро развивающейся дисциплины, возникшей благодаря контакту самих биологических наук, может служить этология, изучающая закономерности поведения животных. Основными истоками ее формирования стали экология, зоопсихология и физиология высшей нервной деятельности.

Если проанализировать тенденцию, ведущую от дифференциации к интеграции, то в развитии многих наук, ставших детищем XX в., можно обнаружить следующую общую закономерность. Процесс формирования основ новой теории, выработки ее особого языка и кристаллизации соответствующих понятий на первом этапе неизбежно требует от возникающего научного направления самоизоляции от других, даже родственных дисциплин и направлений. В этих условиях происходит консолидация положений новой науки, их превращение в замкнутую логическую систему. По мере ее внутреннего развития начинает ощущаться узость прежних подходов, которая легко обнаруживается при ретроспективном взгляде

де. Начинаются поиски контактов с родственными течениями и заимствование от них сначала элементов, способных более или менее естественно войти в данную систему, а затем таких, которые могут быть объединены с ней после заполнения эмпирическим материалом некоторых, ставших теперь явными, пограничных зон. Обнаружение и заполнение пробелов, существующих на стыках близких наук, становится на этом этапе главной задачей научных направлений, ищущих контакта друг с другом. В итоге они вступают в период взаимной ассимиляции идей и методов.

Такова история генетики, экологии, этологии, биологии развития.

Интеграции биологических знаний в большей мере способствовало широкое проникновение в биологию математики и кибернетики. Она коснулась прежде всего отраслей, изучающих высшие (надорганизменные) уровни организации жизни. Достаточно вспомнить, например, математические модели борьбы за существование (А. Лотка, В. Вольтерра, Г. Ф. Гаузе, А. Н. Колмогоров и др.), способствовавшие пониманию единства пространственно-временной организации, адаптации и эволюции живого. Потребности создания синтетической картины живой природы определили быстрое развитие экологии, биоценологии, учения о биосфере. Оно стимулировалось также запросами практики — сельскохозяйственного производства, различных видов промысла, лесоводства и т. д. Прогрессу указанных наук способствовала еще одна мощная причина — прогрессирувавшее ухудшение состояния окружающей среды и обеднение природных комплексов, принявшие в XX в. угрожающие масштабы. В итоге комплекс экологических наук в широком понимании этого термина стал по своей значимости после молекулярных отраслей как бы вторым полюсом современной биологии, концентрирующим вокруг себя наибольшие усилия исследователей.

К числу важнейших достижений экологии следует отнести учение о биотическом потенциале и причинах динамики численности животных, разработку системы жизненных форм животных и растений, учение о природной очаговости трансмиссивных болезней и паразитоценозах, исследование биологических ритмов (в том числе «биологических часов»), раскрытие механизмов внутрипопуляционного гомеостаза, создание концепции биогеоценоза (экосистемы) и экологической сукцессии, разработку методов оценки биологической продуктивности экосистем и определение продуктивности для различных биогеографических комплексов. Современные экологические исследования все больше ориентируются на раскрытие энергетических основ жизни биотических сообществ, их адаптивных особенностей и продуктивности в различных условиях. Экология стала ведущей научной основой охраны живой природы и реконструкции окружающей среды.

Крупным событием в биологии XX в. явилось раскрытие биологической роли популяций как формы существования и эволюции вида и обнаружение их сложного строения. К популяционной проблематике обратились биологи самых различных специальностей. На основе синтеза полученных ими данных стало формироваться учение о популяции как системе, интегрирующей определенные морфологические, генетические, физиологические, экологические и этологические свойства входящих в нее особей, связанных пространственно-временными отношениями. Будучи типичной междисциплинарной комплексной отраслью биологии, учение о популяции дает наиболее яркое представление о системном единстве биологических явлений и изучающих их наук.