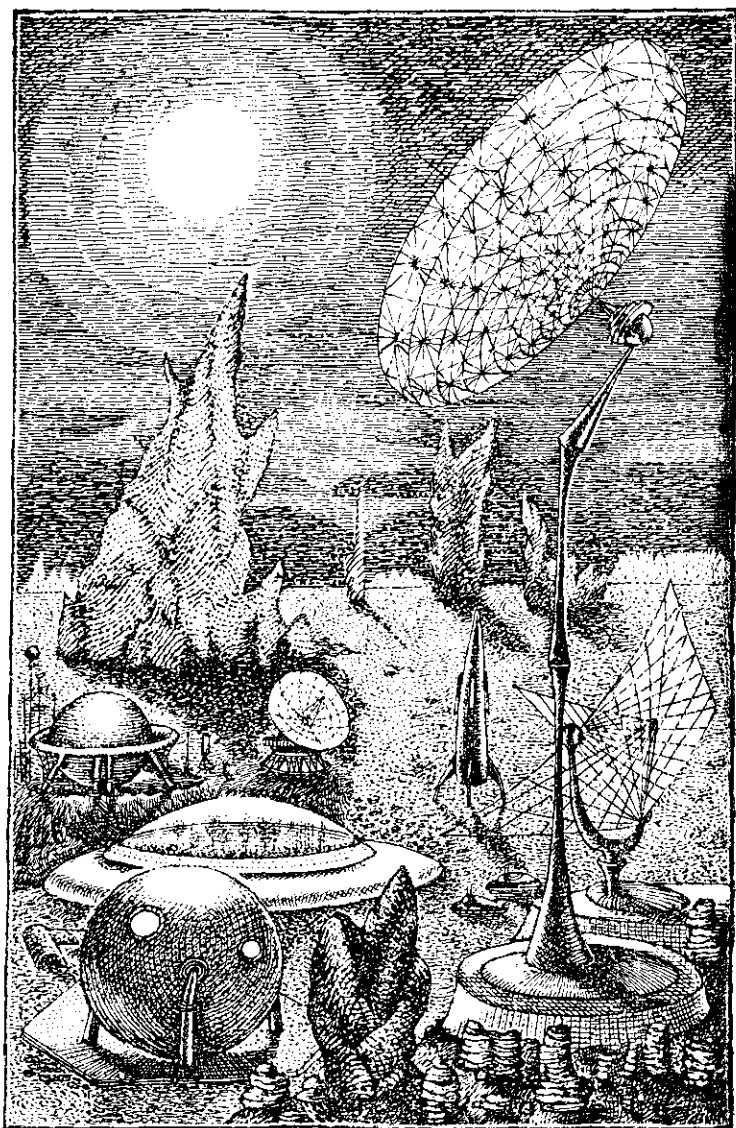


Б. ЛЯПУНОВ

ХИМИЯ ЗАВТРА

ИЗДАТЕЛЬСТВО "ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА"



Б. ЛЯПУНОВ

ХИМИЯ ЗАВТРА

Издательство «Детская литература»
Москва 1967

Химия завтра... О какой химии пойдет речь?

О той, которая разгадывает тайны атомно-молекулярных построек, создает новые соединения, помогает одевать, обувать людей, строить города, машины.

О той, которая разгадывает тайны белковых молекул, составляющих основу живого, и помогает сохранять здоровье человека, продлевать его жизнь, умножать плодородие земли, создавать изобилие продуктов.

Будущее химии кажется сейчас совершеннейшей фантастикой. Материалы по заказу... Синтетический белок... Искусственная пища... Замена вышедших из строя органов человеческого тела... И многое, многое другое.

Об этих «чудесах», становящихся реальностью на наших глазах, или таких, которые суждено будет увидеть только нашим потомкам, вы и прочтете в этой книге.

Оформление В. Зуйкова

Каждый из нас знает, что мы живем в век химии.

Химия помогает обувать и одевать нас, кормить и лечить. Она помогает обставлять наши жилища, украшать нашу жизнь. Она незримо сопутствует всему, с чем мы сталкиваемся ежесекундно, ежедневно.

Проявляете ли вы отснятую фотопленку или пишете авторучкой, смотрите передачу по телевизору или моете руки — так или иначе, прямо либо косвенно вы всегда имеете дело с химией.

По улицам мчатся автомашины, в небе рокочут двигатели самолетов и вертолетов, стремительно разрезают воду теплоходы на подводных крыльях. Здесь тоже немало потрудились химия, для того чтобы человек мог ездить, летать, плавать.

И в космос человек не попал бы без химии. Он не смог бы одержать даже самой скромной победы над земным притяжением. Без химии не было бы спутников, космических ракет, межпланетных станций, не смог бы человек полететь вокруг Земли, послать автоматы к Луне, Венере и Марсу, посмотреть на лунную поверхность «глазами» телекамеры и создать искусственную луну Луны. Он не смог бы проникать в недра Земли и опускаться в глубины морей и океанов.

А о том, что сулит нам химия завтра, знает далеко не каждый. Да это и понятно: горизонты завтрашней химии необъятны.

Если окинуть взглядом достижения созидающей химии наших дней, да к тому же взглядом, устремленным в будущее, то рисуется захватывающая картина.

В полимерные молекулы могут входить почти все элементы Менделеевской таблицы. Сколько же их, полимеров, сотворенных человеком, даст химия завтра!

Химия и сегодня дает нам вместо дерева пластмассы, вместо меха, шерсти и кожи животных — их искусственные заменители. Вместо льна, шерсти, шелка — синтетические волокна. Каковы же будут ее успехи завтра! Она положит конец истреблению животного и растительного мира Земли.

Обратимся теперь еще к одному вопросу: что будет означать полная разгадка тайн белка?

Предупреждение болезней, так как знание всех деталей белковых построек поможет предвидеть и избежать появления их возможных дефектов.

Наследственность по заказу: люди научатся менять, улучшать организм в последующих его поколениях. Не случайно эту задачу по значению сравнивают с овладением термоядерной энергией.

Когда ферменты окажутся в наших руках, мы сможем управлять ростом организмов. Тогда «пища богов» из фантастического романа Уэллса станет былью.

Искусственная мышца — совершенный химический двигатель, когда создадут полимеры, подобные биологическим, составляющим живую мышечную ткань.

И еще одна задача — искусственный фотосинтез. Если его удастся воспроизвести, то в нашем распоряжении будет искусственная пища, созданная из минерального сырья, воды и солнечного света. Химия будущего найдет и другие пути для получения искусственной пищи. И химия тем самым как бы умножит поголовье скота и птицы, расширит наши поля, сады и огороды, она как бы увеличит нашу планету, подарит людям новые земли.

«Среди многочисленных проблем науки есть проблемы совершенно особого порядка. К ним, пожалуй, применимо слово «величественные». . . Это величественные загадки природы, и решение каждой из них открывает окно в совершенно иной мир.

Назовем для примера три такие загадки. Пер-

вая — это загадка космоса. Вторая — загадка строения атомного ядра. Третья — загадка сущности жизни», — говорит член-корреспондент Академии наук СССР Глеб Михайлович Франк.

И всюду здесь, в разгадке этих тайн природы, будет участвовать — прямо или косвенно — химия.

Да, действительно, горизонты завтрашней химии необъятны...

Но мы с вами попытаемся все же совершить небольшое путешествие и пройти по главным путям, которые открываются перед химией в будущем. Многое здесь будет звучать как сказка. Научная сказка... Как фантазия — однако такая, какой суждено сбыться. Я расскажу об открытиях, уже сделанных и обещающих удивительные вещи, расскажу о том, о чем думают и над чем работают ученые, чтобы сделать химию еще более могущественной помощницей во всей нашей жизни. Вместе с ними мы побываем в Мире Мечты, где химии принадлежит главная роль.

И вы убедитесь, что зачастую эта мечта бывает интереснее того, что придумывали фантасты. Мы и им дадим слово: посмотрим, куда вело их воображение; сравним вымысел с жизнью, поговорим с учеными и помечтаем сами. А для мечты у нас будет широкий простор — ведь химия и сейчас всюду, а потом она вместе с физикой и биологией завоюет новые высоты.

Не стоит сразу раскрывать все, о чем говорит эта книга. Коротко и сказать об этом трудно, да и не надо забегать вперед. Одно только хочется заметить: химия Завтра корнями своими глубоко уходит в химию сегодняшнюю. В ней заложены семена того, что должно вырасти и дать свои плоды. Она, по существу, вся устремлена в завтрашний день. Вы узнаете о том, о чем и не подозревали, потому что не всегда по робкому ростку можно угадать, какой вырастет из него цветок. Не пугайтесь «химических премудростей»: в книге вы найдете рассказ, прежде всего, о вещах практических; для их понимания знаний у вас хватит, да и мы позаботились дать, где надо, небольшие справки. Основ-

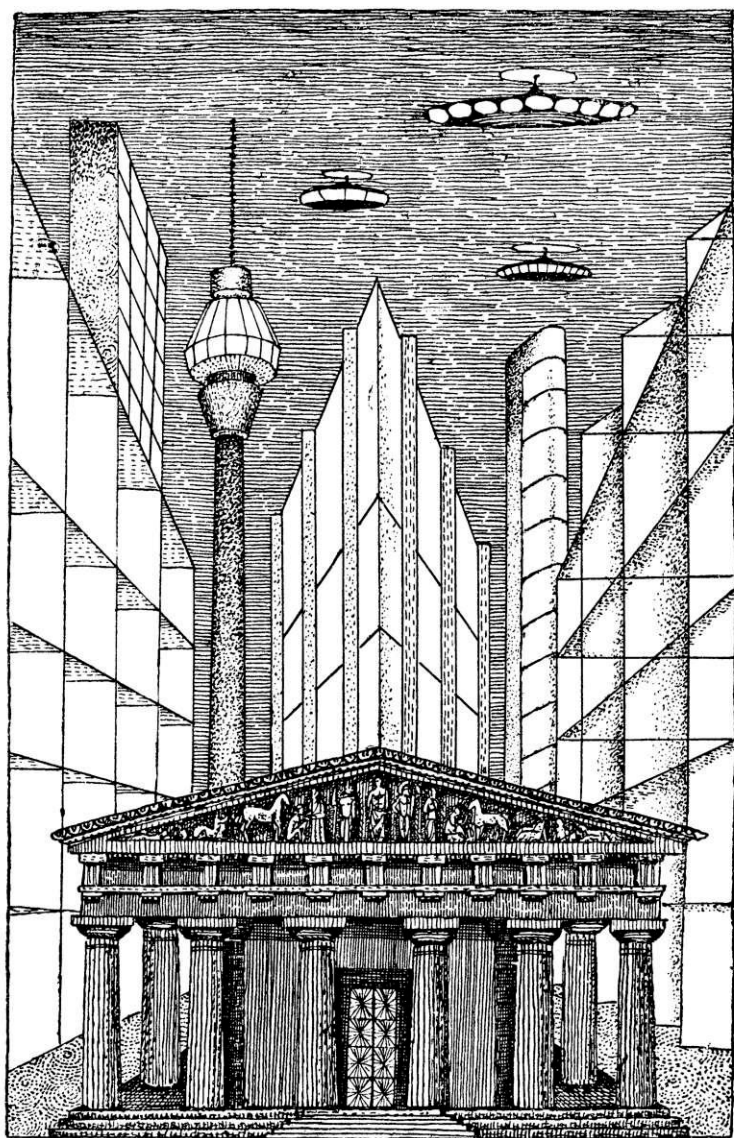
ное же — наше путешествие в Неизведанное. Туда, куда можно пока проникнуть лишь мыслью, но что непременно свершится, и притом на ваших глазах. Возможно, и с вашим участием... Того, кто интересуется будущими делами химии, ждет увлекательная работа. Какая же? Куда ведут дороги, прокладываемые теперь? О них и рассказывается в книге. У нее короткое название — «Химия завтра». Но, как вы убедитесь, за ним кроется и обычное и необычное; и то, что осуществится сравнительно скоро, и то, что предстоит осуществить в конце нашего и даже в следующем веке; и замыслы, казалось бы, далекие от химии, однако, связанные с нею; и надежды, которые сбудутся благодаря ей.

Физика, химия и биология вместе создают сейчас новую картину мира. Этот триумвират главенствует среди наук второй половины XX века. Вместе с ними химия идет в наступление: она продолжает стирать «белые пятна» на карте знаний, она ставит свои достижения и открытия на службу практике. И, не преувеличивая, можно сказать: у химии великое настоящее, но еще более великое будущее. Будущее, ради которого стоит потрудиться.

Итак, в путь — в Завтра!

ЧАСТЬ I

ХИМИЯ— ЛЮДЯМ



Когда смотришь на здание химии сегодня, то невольно бросается в глаза: сколько же новых этажей и пристроек, переходов и комнат появилось в нем! Сколько химий — самых разных — рождается на наших глазах! Пожалуй, никогда еще слово «химия» не было таким емким.

В то же время кое-где убираются капитальные, казалось бы, перегородки, рушатся когда-то незыблемые стены.

Органика и неорганика, например, — между ними сейчас уже нет такой четкой, безоговорочной грани.

Открываются все новые и новые соединения, новые типы химических связей. За сложными формулами, в которых неспециалисту очень трудно разобраться, нередко скрываются удивительные перспективы для практики.

Химия делает такие открытия, что иногда кажется непонятным, почему их не сделали раньше? Ведь благодарный материал вроде бы в изобилии поставляет природа. В действительности, если вести хронологию от истоков, то они уводят довольно далеко от сегодняшних дней.

Сначала придется сказать несколько слов не о будущем, а о прошлом.

«Органическая химия может в настоящее время кого угодно свести с ума. Она представляется дремучим лесом, полным чудесных вещей, огромной чащей без выхода, без конца, куда не осмеливаешься проникнуть».

Слова эти, написанные одним из известных химиков XIX века, проникнуты черным пессимизмом.

Органическая молекула казалась химикам того времени столь сложной постройкой, что разгадать ее секреты они даже и не помышляли.

Как располагаются в ней атомы? Как они ведут себя, встречаясь с другими атомно-молекулярными постройками? Все было для химиков действительно дремучим лесом.

Свет забрезжил лишь тогда, когда появилась теория химического строения. Начали вырисовываться основные законы, повинаясь которым и происходят соединения атомов, возникают сложные молекулы.

Непонятое раньше сразу получило объяснение. Химия вооружилась путеводителем, указавшим дорогу в дебрях.

Теория предсказывала возможность получения нового вещества. Практика создавала его. Полный триумф! Впервые химик стал архитектором мира молекул. Он уже не шел вслепую. Он смог составить план, прежде чем возводить постройку.

Дальнейшее известно. Меньше чем за столетие, прошедшее с той поры, органический синтез вырвался на широчайший простор. Одних только искусственных химических построек появилось великое множество. Каждый день в лабораториях мира создается полторы сотни новых веществ, — утверждает статистика. Каждый день! Сколько же в год, сколько за годы? Миллионы!

Если так пойдет и дальше, то природное отступает перед синтетическим.

Что ж, оправдаются предсказания тех, кто одевает будущее человечество в искусственную одежду, поселяет его в дома из искусственных стройматериалов и потчует искусственной пищей.

Что ж, если и лишится когда-нибудь человек всего, что дает ему природа, он создаст свою природу, вероятно, даже лучшую. Ведь, в сущности, многие планы грядущей жизни в космосе имеют химическую основу во всем — от сооружений внеземных поселков до получения кислорода, воды и пищи лабораторным путем.

Прокладывая дорогу химику, теория не доволь-

ствовалась тем, что было открыто ею на первых порах. Вскоре стала ясной удивительная сложность микроархитектуры вещества.

Молекулы создаются, живут и действуют в пространстве. Пространственное расположение атомов строго определено. Из одного и того же количества одних и тех же атомов природа возводит разные здания. Раньше этого не знали, а потому не могли разгадать многие загадки.

Самое незначительное различие — и вещество уже получается иным. Достаточно одному атому оказаться не на месте, и молекула уже не та.

Такая «игра природы» отнюдь не всегда безобидна. В химии живого, например, это имеет наибольшее значение. Живой организм поразительно чувствителен к тому, как расположены атомы в его молекулах. Стоит чуточку измениться кислородно-водородно-углеродной постройке — и вместо одного вида сахара перед нами другой. Один крайне нужен человеку и животным, другой для них непригоден.

И уж конечно, создавая новые вещества, химики должны были теперь считаться с тончайшими особенностями пространственной структуры будущих молекул. Различия, о которых не подозревали раньше, ярко и отчетливо выступили на первый план. Это понятно: молекула трехмерна, ее изучать должна была бы с геометрической точки зрения не планиметрия, а стереометрия. Потому и появилась стереохимия, «пространственная» химия, и она стала компасом для синтеза новых соединений.

Направленное получение стереоизомеров — нужных нам разновидностей одного и того же молекулярного здания — вот едва ли не генеральная задача в создании второй природы теперь, во второй половине XX века.

Всего две разновидности атомов в углеводородных соединениях — углерод и водород. Чем больше «кирпичиков» в постройке, тем больше возможных вариантов-изомеров. Их может оказаться сотни тысяч, миллионы и даже триллионы. Когда соединение еще более сложное, как у белков, например,

то изомерия так велика, что может быть выражена только очень большими числами. Здесь приходится прибегать уже к степеням.

А сколько все же получается изомеров? Оказывается, и показатель-то степени будет не двух- и не трех-, а четырехзначный.

Химик — архитектор своеобразный, он «кирпичиков» своих не видит и о здании может судить, лишь когда оно уже готово, когда реакция уже завершена. Он может только управлять ходом превращений, меняя те или иные условия, разрушая и образуя вновь химические связи. Добавим к этому, что и расположение атомов в молекулах, увы, совсем уж не просто. Будь бы иначе — умей мы получить именно тот стереоизомер, какой нужен, мы давно бы уже имели сахар из угля и воды.

Уже полученные стереоизомеры позволяют говорить об открытии новых резервов мира искусственных веществ. Чем дальше, тем их будет больше.

Для такой уверенности есть и иные основания. Они связаны с еще более глубоким проникновением в самые сокровенные секреты материи. Тут химия встречается с физикой, и надо говорить о всевластии не только химических, но и физических законов в недалеком будущем.

Знание структуры, хотя бы и самое глубокое, — далеко не всё. Если бы дело сводилось только к форме постройки, если бы молекулы походили на свои модели, которые иногда можно видеть на выставках или картинках, то задачи химического конструирования похожи были бы на любые другие инженерные задачи.

Но подлинная молекула не походит на сооружение из шариков и палочек, как не походит шарик на настоящий атом и как палочка не заменяет истинную химическую связь.

В дело вмешивается энергетика молекулы. В ней — атомы, состоящие из ядер и электронов, и потому проблема переводится не только на атомно-молекулярный, но и на ядерно-электронный уровень.

И ядра, и электроны, и группы атомов, возникающие либо распадающиеся в ходе реакции, — все эти «строительные детали» химии обладают энергией. При перестройках происходит своего рода энергетический обмен, происходят сложные, уже чисто энергетические процессы.

Исходные молекулы дают заготовки, из них собираются новые молекулы, в новых молекулах возникают опять-таки новые энергетические связи (я чуть было не сказал — химические, что было бы не так уж далеко от истины).

Именно энергия оказывается тем связующим звеном, которое удерживает детали в постройке. А энергия электронов и ядер находится уже в ведении физики, точнее — атомной физики. Ее можно подсчитать, и архитектура молекулы действительно становится похожей на инженерное сооружение, ибо поддается расчету.

Итак, воспользовавшись опытом физики и прибегнув к помощи математики, казалось бы, уже нетрудно вести синтез — во всяком случае, на бумаге. Возможности здесь открываются самые грандиозные.

Инженер-строитель, зная, чем располагает, проектирует будущее здание. Он может поступить и так: задавшись проектом, подобрать затем нужные для его исполнения материалы. Не сумеет ли химик сравняться с инженером, когда у него будут все данные для возведения молекулярной постройки?

Он ведь сумеет определить и размеры будущей молекулы, и прочность ее, и способность вступать в реакции. Короче говоря, в его распоряжении благодаря теории окажется полный химический паспорт будущего синтетического продукта.

Это ли не на грани фантастики? Даже не проводя никаких опытов, только вычисляя, химик-теоретик станет создавать фактически любое вещество. Более того, если он пойдет «с конца», руководствуясь свойствами будущего соединения, то на бумаге определит, какое для этого понадобится сырье и как его следует переработать.

Вы чувствуете, что здесь мы уже добрались до

практики? Химический расчет мог бы стать путеводной звездой для химика-технолога. Блужданию в потемках, которое, увы, еще сопровождает поиски нового, пришел бы конец. Тогда-то химики обрели бы действительно полную власть над веществом.

— Но позвольте, — скажет каждый, кто хоть чуточку знаком с обыкновенной химией, той самой химией, которая буквально на наших глазах творит чудеса превращений, создает разнообразие форм и красок. Той самой химией, которая заставляет исследователя переживать в лаборатории волнующие минуты поиска неизведанного. — Позвольте!

«...Химик что-то кипятил, процеживает, помещивает, то и дело моет посуду, зажигает и тушит огонь под какими-то снадобьями, которые он варит в своей кухне.

Но химику не скучно. Даже когда в лаборатории нет никого, с кем он мог бы перемолвиться словом, он не один. Он ведет разговор с самым интересным, хотя и молчаливым собеседником — с природой. Он задает вопросы, а она отвечает, и отвечает только в том случае, если вопрос правильно поставлен...

Каждому понятно, что увлекает геолога, когда он разыскивает в горах прячущиеся от человеческих глаз руды. Снежные вершины над головой, темные пропасти под ногами — как тут не почувствовать себя лицом к лицу с природой!

Увлекательность работы химика, романтика химии не так бросается в глаза. Немного жидкости за стеклом колбы или нежный осадок кристаллов в пробирке — это не горный пейзаж, поражающий воображение, не ширь океана, не усеянное звездами ночное небо. Но химик видит и здесь природу во всем ее величии, во всей ее мощи. Он знает: в одной капле заключена целая Вселенная, бесчисленные миры атомов.

Краски, звуки, глина, мрамор принимают такие формы, образуют такие сочетания, какие мог создать лишь человеческий разум. Мы называем все это словом «творчество». И это слово одинаково подходит и к труду резчика по дереву, и к труду

скульптора, и к тому, чем живет музыкант, и к тому, что заставляет химика проводить долгие часы в лаборатории».

Так писал М. Ильин, сам инженер-химик и писатель, о работе химика.

— Позвольте, — скажет каждый, кто пусть в маленькой школьной лаборатории на уроке химии хоть на минутку становился экспериментатором, творцом нового, — как же с опытом? Если все будет происходить на бумаге, то во что же превратится искусство химика?

Да, именно искусство! Писал же известный химик-органик Р. Вудворд: «Органический синтез увлекателен, полон приключений и опасностей, он часто требует высокого искусства». Так неужели химическая лаборатория будущего превратится в вычислительное бюро? Где же тут романтика поиска, «приключения и опасности»?

Колбы и пробирки потеснятся, чтобы дать место электронно-вычислительным машинам, интуицию и чутье заменит строгий расчет. Не через одни лишь бесчисленные опыты, а и через математические формулы и расчеты будет идти дорога к новому веществу...

Ответ: нет, до такой степени математизации химии дело, вероятно, никогда не дойдет. Опыт проверяет теорию, только сравнение с ним и дает уверенность, что описанное математикой соответствует истине.

Потому нельзя скидывать со счетов тот опытный багаж, который уже накоплен химией. Наоборот, он будет еще расти. Факты будут и впредь давать пищу теории.

Кстати, именно опыты не раз позволяли химикам сделать ряд выдающихся открытий.

О периодической системе нечего и говорить. Она возникла из обобщения огромного фактического материала. Практика дала примеры и иного рода.

Когда пытались улавливать закономерности в строении какой-либо группы веществ, то нередко встречались с отклонениями. Тогда теория приходила на помощь, объясняя причину непонят-

ного поведения молекул. И подобно тому, как Д. И. Менделеев предсказал неизвестные элементы и описал их свойства, так химики-органики предугадали кое-какие новые соединения, новые реакции. Но это удалось сделать, лишь глубже проникнув в существо атомно-молекулярной архитектуры.

В химии будущего счастливо объединятся теория и опыт. За опытом по-прежнему останется роль неустанного накопителя фактов, теория возьмет на себя объяснение, обобщение, вывод закономерностей. Органический синтез из науки чисто опытной станет превращаться в науку все более точную.

В то же время простор для искусства безусловно сохранится. Владея расчетом, химик сможет возводить еще более изящные молекулярные сооружения и проводить более эффектные реакции.

Впрочем, к чему, спрашивается, красота, если в конечном счете формулу получит производственный, которому важно совсем другое?

Здесь мы подходим к еще одной стороне химического творчества — его связи с жизнью.

Человек настоящего, а будущего тем более, стремится к красоте во всем. Он хочет красиво одеваться, окружить себя красивыми вещами, работать в красивой обстановке. Недаром родилась техническая эстетика, задачи которой сочетать удобство, целесообразность и красоту на производстве.

Химия призвана помочь искусству и эстетике. Она позволяет воплотить самые смелые и неожиданные инженерные замыслы. Она дает большую свободу в выборе формы и цвета. Химические волокна и пластмассы уже меняют внешний вид многого, что нас окружает, включая и облик городов.

А заводы? Само понятие современной архитектуры уже включает в себя «химический элемент». Что-то от химии, от арсенала ее индустрии, в высоких башнях, ажурных переплетках труб, шарах и колоннах... Невольно вспоминается здание Атомiums на Международной выставке в Брюсселе, который имел вид кристаллической решетки молекулы железа, увеличенной в 165 миллиардов раз.

В первую очередь химизация архитектуры относится к заводам самой химии. Они как бы перекидывают мостик к промышленному пейзажу будущего, вносят необычное, которое воспринимается порой как дело рук разумных существ какого-то иного мира. Вероятно, такие формы постепенно разовьются и дальше.

Фантастические рисунки художников переносят нас в обстановку грядущей эпохи, и воплотятся они наяву не без участия химии. Химия обеспечит архитектора материалами. Химия, быть может, подскажет ему новые сочетания линий и красок, новые формы. Когда развернется строительство в космосе, то «небесные архитекторы» смогут кое-что позаимствовать из опыта молекулярных построек природы и химии.

Часто, создавая новое вещество, идут поначалу длинным и сложным путем. Но бывает и так, что сама структурная формула подсказывает возможность усовершенствовать, упростить синтез. Рассматривая ее как постройку, удается подметить те лишние звенья, которые можно устранить, придав сооружению простоту, законченность и стройность. Отсюда и сокращение хода синтеза — результат для практики немаловажный.

И выяснилось, что природа, ведя свой синтез — в растениях например, — тоже строит по принципу наибольшего совершенства молекулярных форм. За многие миллиарды лет она отточила свое мастерство химика — архитектора молекул.

Человек, соединив свой разум, фантазию и изобретательность с математическими способностями электронной машины, будет свободно конструировать новые соединения.

Без помощи машинной математики химия уже не сможет обойтись. Слишком сложными получаются уравнения даже для самых простых молекул, слишком велик объем вычислений даже для самых простых реакций.

Обычно приводится такой любопытный пример. Чтобы провести расчеты для атома урана, понадобилось бы такое количество бумаги, на изготовле-

ние которой не хватило бы сырья во всей Солнечной системе!

Поэтому, с одной стороны, пользуются приближенными методами. А с другой стороны, прогресс электронно-вычислительной техники и математики вселяет новые надежды. Совершенно очевидно, что в будущем такая связь химии и счетно-решающих устройств станет основой для движения вперед.

Математика сказала свое слово, она внесла в химию свежую струю, помогла привлечь новейшую физику для объяснения многих «каверз» органики. Теперь «приключения и опасности», а значит, и искусство органического синтеза неразрывно связаны с ультрамикроструктурой вещества. Пришлось заглянуть в самые глубочайшие недра микромира, куда раньше химики не заглядывали.

Это — уже настоящее. Машина получает сведения о свойствах атомов разных сортов. Всего несколько секунд — и она выдает ответ, предсказывая, какие вещества и с какими свойствами можно из заданных атомов создать!

Пока что машина-химик имеет дело лишь с несколькими видами атомного сырья, но и тут экономятся годы человеческого труда. Пока что она предсказывает вещества, но ведь она сможет и конструировать их по заданным ей, нужным нам свойствам, скажет, из каких атомов и как синтезировать.

Сюда надо добавить еще и физику: то, что происходит с атомами и молекулами, это и в ее ведении.

Ход реакции физика вместе с химней опишет математическим языком. Химические формулы будут выражены математически. А отсюда уже один шаг до электронной автоматики.

Математика моделирует великое множество самых различных явлений — от движения спутников до какого-либо заводского процесса.

Техника умеет создавать «электрическую картину» многих явлений, преобразуя изменения разных величин в разные электрические токи.

Она может создавать и «электрические моде-

ли» различных процессов. На языке математики многие не похожие друг на друга явления описываются совершенно одинаково.

Вместо «настоящего» явления, скажем, действия сил на летящую ракету, составляется электрическая цепь, где токи, напряжения и другие величины, с какими имеет дело электротехника, заменят определенные силы, скорости, нагрузки. То и другое явления описываются совершенно одинаковыми формулами.

А для математики безразлично, что именно мы решаем. Формулы-то ведь одни и те же. Поэтому по изменению электрических величин можно судить о других, их «заменителях», о том, что делается с ракетой, когда меняются условия полета.

Как, например, узнать, что сделать, чтобы точно выдержать заданный режим — температуру, давление, плотность? Меняются одни величины, какими же будут другие? Опять уравнение, и языком математики можно описать технологические процессы — хотя бы получения материала. И электромодель даст ответ с поразительной быстротой.

Перебрав все варианты, машина остановится на наилучшем. Она подскажет, как устроить химический реактор, как наладить его работу.

Какую же, в конце концов, ставит цель это вторжение математики и физики в химию?

Проверяя себя опытом, теория должна добыть как можно больше сведений о строении молекул. Она должна выяснить, какая существует связь между молекулярной архитектурой и свойствами самих молекул — физическими, химическими, биологическими. В далекой перспективе физика, химия, биология должны вместе нарисовать единую картину мира.

Однако молекул — и тех, что уже созданы, и тех, какие еще создадут, — фактически бесконечное множество. Если каждую из них изучать отдельно, работа окажется невыполнимой. Но для соединений удастся, вероятно, построить какую-то классификацию, установить какой-то порядок, сис-

тому. Тогда и появится возможность разобраться в безумной сложности органики и предсказать, какие новые ее детища могут появиться.

Уже сейчас раздвинулись рамки «синтетического» творчества. А потом они раздвинутся еще шире. Будут создаваться разнообразные материалы с наперед заданными свойствами, какие потребуются людям.

Творец новых веществ, химия прокладывает дорогу к неведомым сейчас тайникам превращений. Раскрываются секреты химических реакций, механизмов химических связей и всего того, что происходит с молекулами, атомами, группами атомов, ионами, электронами. И открытия, уже сделанные сегодня, прокладывают пути в будущее иной раз неожиданные и очень важные для химической практики завтрашнего дня.

Мы привыкли считать, что молекулы состоят из атомов. Но возможно ли, чтобы не атомы, а целые молекулы или ионы послужили стройматериалом тоже для молекулярного здания, только более сложной кладки?

Оказалось, что в природе существует множество таких сложных построек — комплексов. В центре — атом или ион, комплексообразователь. Это может быть и металл, и почти любой из элементов периодической системы. Вокруг него находятся связанные с ним группы атомов или ионы. Это — лиганды. Они могут располагаться в вершинах невидимых многоугольников или многогранников — квадрата или тетраэдра, куба или октаэдра и других. Связи от центрального атома могут расходиться как клешни краба или щупальца осьминога.

К комплексам неприменимы обычные представления о химических связях. Поэтому говорят, что они — настоящее чудо химического мира. И в чем тут дело, какие силы удерживают лиганды вокруг комплексообразователя, до конца не выяснено.

«Комплексное соединение — очень сложное «содружество», в нем каждый из «союзников» испытывает влияние своего соседа... Все составные части комплекса перестраиваются, приспособляясь к

совместному существованию... Комбинируя атомы металлов с разными атомами, ионами, молекулами, способными выступать в роли лигандов, можно получать необычные, иногда очень ценные вещества, и число таких комбинаций может быть как угодно большим», — пишет член-корреспондент Академии наук СССР К. Яцимирский.

Комплексы мы найдем в солях морской воды и минералах, в крови и хлорофилле — в природе живой и неживой. Более того, усложненные молекулы — комплексы — неизбежный спутник множества реакций. Можно сказать, что и мы построены из комплексов и с комплексами имеем дело на каждом шагу.

Стоит заменить какую-либо из частей, его образующих, и резко меняются свойства. Нерастворимое становится растворимым, появляется другая окраска, меняются электрические и магнитные свойства. Потому-то, имея дело с комплексами, легко получать совершенно необычные вещества.

Связывая в комплекс ионы, можно удалить соли и из жесткой воды сделать мягкую. Комплексные соединения — иониты — легко притягивают и задерживают и золото из морской воды, и любой другой драгоценный металл, где бы он ни находился. Чистый уран стали извлекать из руд именно с помощью комплексов. Мы не познакомились бы ни с редкоземельными, ни с трансурановыми элементами, не приди нам на подмогу комплексы.

Теперь — мостик в будущее. Где химия комплексов найдет себе место? Всюду, где будут добывать рассеянные, редкие элементы. Полеми деятельности для нее станут океан и земные недра.

Но это далеко не все. Она уже сейчас дает самые разные и притом необыкновенно полезные вещества — от антистарителей для полимеров до катализаторов, от присадок к бензину против детонации до консервантов, сохраняющих масло, фрукты, мясо и даже кровь. Среди комплексов — наилучшие красители, яркие и стойкие. И, конечно, комплексы найдут широкое применение в малой, бытовой химии и в медицине. Они способны, напри-

мер, удалять из организма сильнейшие яды. Комплексы станут орудием тонкого химического анализа.

Из газа этилена, не прибегая к сильному нагреву и давлениям — этим обычным орудиям химиков, заставляющим молекулы вступать в реакции, можно получить твердый полиэтилен. Такое удивительное превращение происходит в присутствии катализатора-комплекса. Кто знает, быть может, среди комплексов найдутся ускорители и для других реакций полимеризации?

Оказалось, что в многообразном мире всевозможных искусственных соединений существуют удивительные молекулярные постройки без химических связей.

Впервые, Впрочем, о них узнали полтора века назад, но как-то даже не поверили, что такое может быть. А факты накапливались. Наконец, уже специально синтезировали соединение, которого в природе никогда еще не встречали и которое построено иначе, чем все другие.

Оно образовалось не под действием обычных химических сил. Молекулы в нем соединены, как звенья цепочки. Можно все сооружение сделать из колец, причем сцеплять их по-разному, например закручивая и переплетая цепи в узлы.

Химия до сих пор такого строительного принципа не знала. Катенанами (от слова «катена» — цепь) называли эти удивившие химиков соединения.

Здесь химия неожиданно нашла союзника в математике, в той ее области, которая казалась до сих пор весьма и весьма отвлеченной, далекой от практики, — в топологии.

Топологию интересует, каковы формы различных фигур, как они могут взаимно располагаться, как преобразовать их, не разрывая. Это похоже даже на фокус. И действительно, среди тех хитроумных геометрических построений, которыми занимается топология, часто встречаются математические головоломки. Из ленты, перекрутив ее и склеив концы, получают необыкновенное кольцо (кольцо Мебиуса). Если ленту теперь разрезать пополам вдоль,

она не распадется на два кольца, а превратится в более узкое перекрученное кольцо. Если же разрезать ленту по трети ширины, получится два сцепленных кольца, подобно катенану. Кольца могут быть соединены и более сложно.

Катенаны — одно из самых молодых детищ химического синтеза. Их нужно искать в природе — они там должны быть. Их свойства нужно изучать, потому что необычное строение этих цепочек может очень многое дать и химии, и физике, и биологии.

Современная химия открывает новое даже там, где все хорошо известно, где ничего интересного, казалось бы, уже найти нельзя.

Элементы, для которых в таблице Д. И. Менделеева не было предусмотрено места и для них пришлось пристраивать к ней особую, нулевую группу. Элементы, которые не вступали ни в какие реакции. Элементы, которые за свое химическое упрямство получили прозвище инертных, или благородных. Кроме того, они на Земле еще и редкие.

Да и как могли они иметь иные свойства? Ведь внешние электронные оболочки и гелия, и аргона, и неона, и криптона, и ксенона, и радона — всех шести членов семейства инертных — полностью «укомплектованы» электронами. Поэтому они не могут ни отдавать свои электроны, ни забирать чужие.

Внешние оболочки их атомов устойчивы, и укоренилось мнение, что устойчивость эту ничем поколебать нельзя. На самом же деле она оказалась мифом.

Открыты были и гидраты аргона, криптона и ксенона — любопытные соединения. В них молекулы газов включены в кристаллическую решетку воды. Обошлось здесь без обычной химической связи.

Как-то, еще давно, вспомнили о фторе — самом агрессивном из элементов, — фторе, который соединяется решительно со всеми элементами и не может оставаться в одиночестве, повсюду выискивает себе компаньонов. Не сможет ли он расшевелить инертные атомы?

Изучая соединения фтора с платиной, химики случайно получили новое вещество. В его молекулы, кроме фтора и платины, вошел ксенон. Впервые инертность инертного была поколеблена. Произошло это несколько лет назад. Затем попытались соединить ксенон с одним фтором. И снова удача! А теперь появились окислы, фториды и другие соединения более тяжелых, инертных газов — не только ксенона, но и криптона, и радона.

Среди них — взрывчатка, она успешно может соперничать с любой другой, хотя сейчас еще слишком дорога. Среди них — будущие медицинские препараты. Наконец, новые соединения оказались очень удобны, чтобы в них сохранять и неустойчивый фтор, и устойчивый ксенон. Из такой «кладовой» легко добыть оба газа.

Легкие же газы — гелий и неон — остались пока непокоренными, и справиться с ними будет гораздо труднее. Труднее — не обязательно невозможно. Важно, что химия инертных родилась и сделала первый и, можно сказать, блестящий шаг.

Своим рождением она загадала и новые загадки.

С одной стороны, надо выяснить до конца, почему же столь странно повела себя нулевая группа, откуда взялись у нее скрытые резервы химических связей. С другой стороны, надо разобраться и в свойствах ее соседей — благородных платиновых металлов из восьмой группы. У них тоже малая химическая активность, и они тоже не зря называются благородными. А окиси галогенов (это уже седьмая группа) и кислородные соединения инертных газов оказались по свойствам похожими.

Нет ли здесь какой-либо закономерности, не понадобится ли в будущем перестроить частично периодическую систему? Пока говорят одно: инертным надо подыскать иное название, старое определенно не годится.

Сегодняшняя химия выясняет сложность того, что представлялось простым.

Реакция редко идет в одну стадию, мы же наблюдаем лишь ее начало и конец. Начало — исход-

ные вещества, сырье. Конец — продукты, то, что намечалось получить. А все остальное, фактически все превращения, весь ход процесса, остается, говоря языком кинематографа, за кадром. Ибо от написанного на бумаге до реальности — дистанция огромного размера.

На самом деле в химическом реакторе разыгрывается «пьеса» из многих актов. Участники ее появляются и исчезают, они не доживают до финала. Но именно от них и зависит конечный результат. Если подобрать ключик, который повлияет на этих участников «спектакля» — на свободные радикалы, ионы, комплексы, — то мы получим еще одно могучее средство вмешательства в химический процесс.

Химия будущего заставит посмотреть и на сами химические процессы совершенно по-другому. Речь пойдет на этот раз не о том, что делается с молекулами, а об ином, не менее важном.

Прежде чем встретиться, молекулы должны пройти какой-то путь. Встреча порой происходит не один на один, а в присутствии третьего. Этот третий — катализатор. После встречи, после всех превращений, новые, уже преобразованные молекулы должны уйти, покинуть «арену».

Главное — средняя часть «пьесы», в ней и заключен весь химизм, вся сущность происходящего. Чтобы реакция шла быстрее, чтобы обеспечить встречу молекул, которые не стоят на месте, а хаотически двигаются в потоке, и применяют нагрев, давление, используют катализаторы.

Но эта часть целиком зависит от первой и третьей. И выходит, что не только химические превращения, а и транспортировка молекул определяет успех не меньше, чем сам ход молекулярной встречи.

От явлений, разыгрывающихся в микромире, приходится поэтому переходить к событиям макроскопическим. Надо знать, что происходит с жидкостями, газами, твердыми частичками, когда они движутся с большими скоростями и смешиваются между собой.

Надо еще иметь в виду, что здесь участвует и

тепло, которое выделяется либо поглощается. Особенно это трудно узнать и учесть, когда арена, где разыгрываются события, не колба и не пробирка, а огромный химический реактор.

В нем одновременно и непрерывно идут все три действия. Они поэтому переплетены между собой и влияют друг на друга. И финал будет намного успешнее, когда химики узнают все тонкости происходящего за стенками реактора.

Здесь скрыт ключ к поискам наилучшей технологии и, более того, к тому, как сами эти поиски ускорить.

Обычный путь от лаборатории до завода может занять десять—пятнадцать лет. Почему? Да потому, что, проводя испытания, мы постепенно переходим ко все более крупным масштабам — от крохотной пробирки до огромного заводского реактора.

Всякий раз нужно было бы создавать новый, увеличенный реактор, и всякий раз начинать сначала. Мы поэтому вынуждены менять всякий раз обстановку «спектакля». Движения, обмены массами и теплом, скорости, количества продуктов получаются иными.

Химия будущего сможет отказаться от этой постепенности, от дорогостоящих и затяжных опытных работ. Она проверит себя на малом — на модели, а математический расчет проделает все остальное.

Уже теперь получается выигрыш во времени, по крайней мере, раз в пять.

Колба—завод, а промежуток между ними заполняет математика. Это и есть химическая индустрия завтрашнего дня.

Мало получить новое вещество, его еще нужно сделать материалом. Нужно добиться, чтобы он обладал всеми качествами, какие потребует от него технолог. Ведь не полимер сам по себе, а изделие из него — вот конечная цель. Скорейший и лучший переход от лаборатории к заводу — одна из самых важных проблем химии сегодня.

Именно математизация даст ответ на волнующие химика-технолога вопросы. Электронная ма-

шина скажет, как перейти от завода в колбе к заводу настоящему. Она сразу выберет наивыгоднейшее решение, учтет требования «большого» и «малого», примирит физику и химию в одном компактном и высокоскоростном химическом реакторе.

Нельзя, конечно, представлять себе, что все обстоит чрезвычайно просто. Математизация химии только еще начинается, и помощь математики пока не так велика, как хотелось бы. Стоит чуть измениться условиям в реакторе, и перевод на язык формул уже осложняется. Одно дело, например, если катализатор лежит неподвижным слоем, и совсем другое, если он вскипает в газовой струе. Но и здесь можно быть уверенными, что, в конце концов, даже самые сложные процессы поддадутся описанию.

Математика позволяет рассчитать, как лучше всего провести реакцию, какую избрать аппаратуру. Отсюда путь к автоматике на химическом заводе.

Автоматика призвана поддерживать на производстве что-либо постоянным — давление или температуру, определенный химический состав. И оказывается, для успешного хода реакции не всегда бывает выгодно сохранять все время один и тот же режим. Его нужно менять, чтобы превращения шли в наивыгоднейших условиях. Химикам нужна не просто автоматика, а программное управление, не простые автоматы, а саморегулирующиеся кибернетические устройства.

Кибернетика даст возможность проводить реакции при столь больших давлениях и скоростях, которые граничат со взрывом, при температурах в тысячи и даже десятки тысяч градусов и, наоборот, при сверхнизких температурах и высоком вакууме.

Поиски катализаторов перестанут походить на блуждание в потемках, как нередко бывало до сих пор. Тысячи опытов или иногда счастливый случай — все это отойдет в прошлое. Перебрав в своей электронной памяти свойства всех известных ей веществ, машина порекомендует ускоритель для любой реакции.

Вот почему так нужна будет кибернетика химии. Химия имеет дело с великим множеством соединений. Сведения о них — это целая библиотека, и, чтобы можно было быстро пользоваться ею, выход один — призвать на помощь электронный информатор.

Новое вторгается в жизнь властно и незаметно. К нему довольно быстро привыкаешь, столь быстро, что кажется — всегда было так. Химия вместе с физикой сделали привычным много непривычного, а невозможное — возможным.

Химия овладеет и высокими, и низкими температурами, научится использовать невидимки-радикалы и реакции, идущие в особых условиях, о каких и не подозревали раньше. Она овладеет высокими скоростями, с быстротой молнии перестраивая молекулярные постройки.

Она научится помогать производству, все больше вытесняя металлорежущие станки, все шире применяя химические методы обработки металла. Наконец, в списке ее достижений — уже не лабораторных, а промышленных — появятся новейшие, по заказу инженеров созданные, искусственные материалы множества назначений.

Металл можно сделать еще прочнее. Можно получить тончайшую проволоку, которая будет сверхпрочной. И можно, наконец, рассчитывать, что в будущем металлургии добьются многократного увеличения прочности, используя все резервы, скрытые в атомно-молекулярной структуре вещества.

Перспективы открываются самые радужные: легчайшие, почти невесомые мосты, облегченные до предела машины, изящные сооружения из металла немислимых сейчас размеров... В технике фактически произойдет переворот. Будет достигнута наибольшая прочность при наименьшем весе, а ведь этого и добиваются сейчас инженеры.

До сих пор материалы «второй природы» большей частью заменяли металлический сплав. Они позволяли экономить дефицитный материал, давали возможность обходиться без дорогих редких металлов. В будущем же создадут такой материал,

который будет обладать невероятным сочетанием свойств, какого от металла не получишь.

Такое под силу только химикам.

Невиданные нагрузки. «Равнодушие» к температуре — от сильнейшей жары до холода абсолютного нуля. Стойкость к износу. И, наконец, неизменность, сохранность всех этих качеств в течение многих лет.

Могут быть и другие претензии к материалам. В одних случаях от них потребуется упругость, в других — жесткость. Может оказаться необходимым, чтобы материал хорошо проводил электрический ток, а может понадобиться идеальная изоляция. О легкости я здесь даже не упомянул. Ясно, как важно для каждой машины избавиться от лишнего веса.

Пластмассы можно легко формовать, потому что они при нагреве размягчаются, при охлаждении же твердеют, сохраняя прочность. Из них легко выдуть пленку.

Если армировать пластмассу — укрепить ее каркасом, ввести наполнитель, — она станет еще прочнее, не потеряв эластичности. Если вспенить пластмассу, получится полимерная пена, которая тоже очень прочна и, кроме того, чрезвычайно легка. И, наконец, если сделать то и другое, получится армированный пенопласт — еще более совершенный материал.

Воздав должное полимерам, нельзя забывать и об обратной стороне медали. Всякую вещь надо оценивать всесторонне. Есть у полимеров такой недостаток, о котором часто не упоминают.

Свет и кислород — враги полимеров. Из-за них желтеют, становятся хрупкими и, в конце концов, рассыпаются изделия из пластмасс. Поэтому нужны специальные добавки, мешающие такой порче, а сырье для пластмасс должно быть очень чистым. Тогда, например, пленка из полихлорвинила годами сможет выдержать жаркое солнце и не побойтся кислорода.

То, что происходит со временем с полимерами, подобно старению или болезни. И с тем и с другим

борются лекарствами. Пытаются «лечить» и полимеры, для них ищут и находят «лекарства». Полимеры будущего обретут еще одно качество — долговечность.

Мы успели привыкнуть к великому разнообразию синтетики — и технической, и бытовой. Химические новинки появляются чуть ли не каждый день — и мы воспринимаем это как должное.

Сотни их созданы, десятки прочно вошли в обиход. Произошло это как-то незаметно, и теперь даже странно представить себе, что не было когда-то капрона и нейлона, силона и поролона, и прочая, и прочая, и прочая...

И думается, когда пытаешься заглянуть в Завтра: вот так же неощутимо и неотвратимо химия еще глубже проникнет грядущую жизнь. Быть может, даже и не стоит придумывать названия потомкам всех этих орлонов и силиконов: названий не хватит, пусть просто будет синтетический материал, какой кому нужен.

Творец живого — природа создала больше миллиона разных веществ всего из нескольких элементов с углеродом во главе. Из всех остальных ею были сделаны только десятки тысяч соединений. Десятки тысяч и миллион! Неужели здесь так быстро исчерпались возможности природы?

Или, быть может, мы просто не знаем еще всего? И действительно, появились новые факты. Неорганика, оказывается, сумела кое-где вклиниться в органику. Это произошло буквально на самых жизненно важных участках.

Казалось, с химическим царем живой природы — углеродом — другим элементам соревноваться трудно. Казалось, ему одному, одним углеродистым соединениям обязано все разнообразие жизни на нашей планете.

Но попробовали заменить углерод его родственником из царства неорганики — кремнием. Возникла новая химия, перекинувшая мост между двумя старыми, — кремнийорганика.

Она дала массу нужнейших веществ, которых так много, что их невозможно даже перечислить.

Созданные кремнийорганикой полимеры обладают удивительными свойствами. Они устойчивы и к теплу, и к холоду, не пропускают воду, не проводят электроток, не боятся ни кислот, ни щелочей, они соперничают по прочности со сталью. Среди них — пластики и каучук, смазки и топлива, катализаторы, антидетонаторы и полупроводники, лекарства и ядохимикаты.

Здесь, на стыке органики и неорганики, рождаются вещества, вбирающие в себя качества обеих групп. Для синтеза здесь открываются поистине необозримые перспективы. Все элементы в той или иной степени становятся родоначальниками целых семейств соединений.

Будущее обещает совмещение, казалось бы, несовместимого. Материал теплостойкий и эластичный в то же время — это невозможно для химии «старой». А такой полимер будет создан, и он оставит далеко позади не только природные, но и современные искусственные материалы.

Открыто полимерное строение и многих неорганических веществ.

Природные полимеры — это и алмаз (вероятно, алмазный кристалл — одна гигантская молекула). Это — расплавленная и охлажденная сера, которая образует тогда длинные молекулярные цепи. Да и кое-какие другие природные элементы — вроде углерода в форме графита, селена, мышьяка и сурьмы — тоже полимеры. Если же перейти к соединениям, то придется затронуть, пожалуй, всю массу земного шара, ибо ее образуют полимерные соединения кремния, алюминия, магния, кислорода и многих других, чуть ли не всех элементов периодической системы.

И уже родилось новое, неизвестное до сих пор вещество. Предсказана была, а затем и создана еще одна разновидность чистого углерода. Ее называли карбином. Если алмаз — полимер с пространственным строением молекул, графит — с плоским строением, то карбин — линейный полимер. В природе его не нашли. Этот неорганический полимер — дело рук человека. Он оказался превос-

ходным полупроводником и отличным материалом для фотоэлементов.

Для неорганики открытие полимерного строения многих веществ — шаг к созданию совершенно фантастического количества новых соединений с самыми неожиданными свойствами.

Синтез неорганический возьмет лучшее из мира углеродных молекул и придаст им качества, для органики недостижимые, что совершенно понятно. У углерода есть не только достоинства, но и недостатки. Как только воспользовались кремнием, появилось семейство теплостойких материалов.

Пластмасса горюча, к этому мы привыкли. Но ведь она может быть и негорючей! Цепи неорганических молекул должны составить основу жаростойкого полимерного материала. Тогда появятся обшивки для космических кораблей и самолетов, «вечные» автомобильные шины и жаростойкие химические реакторы.

Уже есть полимерный бесцементный бетон. Уже есть неорганические волокна — стеклянные и базальтовые, и не только бетон, но и цемент и другие стройматериалы.

Теперь неорганическим синтезом заменяют природный. И самое тугоплавкое из всех нам известных веществ уже не природное, а синтетическое. Первенство по твердости держит уже не естественный алмаз, а искусственный боразон. Негорючий каучук без углерода, очень прочное волокно из соединений серы — вот первые новинки химии неорганических полимеров.

Фтороорганика означает стойкие против воды, огня, излучений, легкие и прочные материалы. А кроме того, это материалы для атомной и атомно-ракетной техники, техники полупроводниковой и лазерной.

Это и автомобиль будущего. О нем пишет американский ученый Дж. Саймонс. «Фтороорганические соединения смогут улучшить наши автомобили. Фтороуглеродное смазочное масло не надо заменять свежим. Жидкий фтороуглерод заменит антифриз и никогда не даст ржавчины. Шины из

фтороуглеродных каучуков совершенно не будут портиться, и их не надо будет менять. Обивочная ткань на сиденьях будет огнеупорной и не боящейся пыли. Охлаждающей жидкостью из радиатора можно будет загасить пламя, если все же машина загорится. У автомобиля — фторопластовый корпус. И двигатель будет у него не поршневой, а газотурбинный. Вращать турбину будут пары фтороуглерода...»

Ученые выяснили, что бор может образовывать необычные соединения с водородом — не с целыми, а с дробными связями. И поэтому в молекуле диборана, например, один атом водорода связан сразу с двумя атомами бора, а бор имеет четыре связи вместо положенных ему, трехвалентному, трех.

Поиски лучших ракетных топлив привели к открытию и более сложных боро-углеродо-водородных построек — барена и необарена. Они замечательны своей необычной химической структурой. В молекуле барена, например, углерод оказался шестивалентным, что несказанно изумило химиков.

Барен и необарен — бороорганические соединения, первые из этого вновь открытого класса. Они чрезвычайно устойчивы, не боятся ни нагрева, ни сильных окислителей. В будущем они послужат основой для получения ряда веществ, применение которых полностью сейчас предугадать еще невозможно.

Говоря о металлоорганике, химики имеют в виду такие ее перспективы, как полимер легче воды, прозрачнее воздуха и прочнее стали. Им видится полимер, который может служить преобразователем энергии: он будет поглощать энергию космических лучей и превращать ее в тепло или свет.

Металлоорганика открыла новый, ранее неизвестный вид соединений: два углеродных цикла, две конструкции из атомов, расположенных в вершинах многоугольников, — и между ними атом металла. Металл соединяет их, образуя очень прочное вещество. Он зажат между циклами, как начинка в сэндвиче между двумя ломтями хлеба. Свойства его неожиданны: марганцевый «бутер-

брод» — отличный антидетонатор, бутерброд с железом — ферроцен — очень прочен и послужил родоначальником новых красителей.

Сандвич-соединения представляют загадку для классической химии. В ферроцене, например, железо получается вроде бы десятивалентным! Видимо, здесь действуют какие-то пока неизвестные нам закономерности.

Требования к материалам будущего многогранны, и универсальную синтетику создать невозможно. Все же химия стремится к сочетанию качеств, которые природа не может объединить.

В дополнение к старому, давно всем известному стеклу химия, например, создаст новые, поистине чудо-стекла.

Уже есть совершенно небьющееся стекло. Оно так прочно, что даже тонкий стеклянный лист нельзя разбить сильным ударом. Тяжелый стальной шар отскочит от него как мячик.

Появится стекло прочнее металла — в стеклянной капсуле можно будет опуститься даже на дно глубочайшей океанской впадины, где давление более тысячи атмосфер.

А ситалл — новый материал, родственник стекла — выдерживает давление, которое не выдерживает сталь. К тому же он не боится кислот и высокой температуры, не растрескается, если его после нагрева опустить в воду.

Из стекла пока что не делают рельсы и станки, но лишь пока... Когда появится ковкое и пластичное стекло, то и это станет возможным.

Стекло с пленочным покрытием, защищающее от солнца, стекло с электропроводящей пленкой, отапливающее помещение...

Большое будущее также и у старого знакомого — кварцевого стекла, чрезвычайно прочного и пропускающего ультрафиолетовые и инфракрасные лучи.

Еще одно применение стекла, о котором не подозревали даже фантасты. Предполагают, что из стекла удастся, возможно, изготовить светопроводы. По каналам из стекловолокна с отражающими

стенками будут передавать изображения и даже свет, выработанный мощными генераторами — лазерами. Свет транспортируется, почти не ослабляясь и, конечно, не выходя наружу. Так можно будет со светостанций подавать освещение в дома и на заводы. Более того, свет подберут нужного состава и оттенка — скажем, дневной и вечерний — и централизованно доставят потребителям, которым тогда не понадобятся громоздкие осветительные электроприборы.

Действительность догнала, а во многом и перегнала фантастику об искусственных материалах. Непромокаемые, немнущиеся, сверхпрочные и так далее, и тому подобное... Если говорить об одежде, то теперь ее без химии уже трудно представить. Вот лишь несколько примеров — и известных, и малоизвестных.

Белые рубашки и платья, к которым не пристаёт грязь, — вместо стирки их надо только прополоскать в воде. Куртки и пальто из заменителей кожи легкие и удобные. И выходная и рабочая одежда, которая отлично защищает от холода. Одежда, в которой можно не бояться огня, воды, кислот и щелочей. Ткань, к которой не пристаёт никакая грязь, даже масло. Ткань из пустотелого химического волокна, которая согревает не хуже, чем ватная подкладка. Антимикробные костюмы для врачей и медсестер. Лечебное белье для больных. «Складные» плащи, косынки, куртки, береты, тренировочные и даже вечерние костюмы — все это умещается в кармане.

Ткани, окрашенные синтетическими красками, которые придают одежде яркий, нарядный вид. И, наконец, одежда специального назначения, для тех, кто работает на переднем крае науки — атомников, космонавтов, а в недалеком будущем — подводников (гидронавтов).

Химия, и только химия даст полимеры легкие, прочные, стойкие, эластичные, выдерживающие десятки тысяч градусов тепла и холод, близкий к абсолютному нулю; материалы магнитные и полупроводниковые, материалы, меняющие свои свойства.

Армированные пластики, которые будут прочнее металла и легче его по крайней мере в несколько раз. Полимеры-ионообменники, которые будут очищать любые вещества, извлекать ценные элементы из растворов. Полимеры, которые будут сверхпроводниками и при обычной температуре.

Полимерный каучук, полностью заменяющий натуральный, эластичный, но теплостойкий.

Химические волокна не хуже натуральных и дешевле их; волокна негорючие, негниющие, волокна-ионообменники и полупроводники. Пористые полимерные тела. Химически обработанный, немнущийся хлопок.

Искусственные волокна, которые будут лучше природного асбеста и помогут пустить в оборот запасы бросового каменного сырья. Полимерные краски, стойкие и яркие; разноцветные волокна, которые не надо красить, они окрашены сами по себе, и цветная синтетика.

Химически обработанная негниющая и негорючая древесина.

Полимерные туманы и дымы, защищающие поля и сады от морозов.

Обивочные полимерные покрытия, не боящиеся пыли.

Полупроводники сейчас очень дороги, и они работают пока только в приборах и радиоэлектронной аппаратуре. Полупроводники сейчас — сверхчистые вещества, а добиться сверхвысокой чистоты — труднейшая задача.

Иное дело, если полупроводник полимерный. Более дешевый, потому что сырья для него пока вполне достаточно, потому что получать его оказалось бы проще и сделать из него удастся что угодно — и ткани, и пленки, и волокна, и порошки. Решилась бы проблема мощных преобразователей света и тепла в электроток.

Среди полимерных полупроводников есть и такие, которые могут служить катализаторами. Вот прекрасный материал для стенок химических реакторов! Но живая клетка — тоже реактор. И, создавая искусственные полимеры, мы тем самым де-

даем шаг к живой природе, учимся у нее и разгадываем ее загадки.

Это — полимеры самого ближайшего будущего. Это заказ, который химия начинает выполнять уже сегодня. И он показывает, что химия действительно сможет удовлетворить самого прихотливого заказчика.

Синтетическая ткань должна быть не только прочной, но и красивой. Синтетические волокна надо окрасить. Дело, казалось бы, несложное: заготовка для полимерных волокон представляет собой расплав, жидкость. Добавить туда краску — что может быть проще?

Однако... Жидкость может быть горячей — значит, краситель должен быть термостойким. Волокно и краситель — оба детища химии — не должны вредить друг другу. И, наконец, ткань носят, а значит, стирают и гладят.

Если волокно выдерживает все это, должна выдержать и краска. От красителя требуется, кроме того, чтобы он не выцветал на свету и не линял.

Хотя созданы многие тысячи красителей, такого идеального сочетания качеств нет ни в одном. Далеко не для всех искусственных тканей подобраны подходящие красители.

На палитре у художника несколько чистых тонов. Из них он составляет все нужные ему оттенки. А сколько таких основных цветов должно быть в палитре химии? Пока их приходится создавать много.

Но обходятся же полиграфия и цветное кино всего тремя красками — желтой, голубой и пурпурной. Может быть, и для химических волокон хватит той же тройки?

«Если такую идею удастся осуществить, это будет настоящей революцией и в химии красителей, и, главное, в производстве полимерных изделий — красивых, долговечных», — говорит советский химик Е. П. Фокин.

Еще одна задача для создателей полимерного мира.

Сверхпроводящий полимер? Проводник, который проводит ток без потерь, и к тому же при комнатной температуре? Может ли существовать подобное чудо?

Ведь известно, что сверхпроводимость в металлах наступает лишь при сверхнизких температурах. Для электропередач это не годится — линию пришлось бы охлаждать жидким гелием, что на Земле, конечно, совершенно невозможно. Поддерживать глубокий холод удалось бы только в космосе, но там вряд ли понадобилось бы тянуть провода для передачи энергии.

Фантасты до сих пор мечтали лишь об аккумуляторах из сверхпроводников, где запасалась бы электроэнергия от космических гелиостанций. Такой энергосклад можно было бы переправлять на Землю, защитив его жидким гелием.

А теперь химия предлагает иное решение — пригодное для земных нужд. Теория предсказывает возможность создания полимерного сверхпроводящего материала. Он будет сверхпроводником при комнатной, а может быть, и более высокой температуре. Это — реальное будущее, но оно кажется нам теперь столь же удивительным, как мечта фантаста. Каким же оно видится ученым?

Передача энергии без потерь — совсем без потерь! Сверхмощные электромагниты. Электрические машины, работающие практически вечно. Новые совершенные ускорители частиц и счетно-вычислительные устройства. Это пока не слишком удивляет. А дальше?

Сверхпроводниковые электромагниты будут пасть на своеобразной подушке, образованной магнитным полем. «Пассажиры и груз проносятся без трения над дорогой со сверхпроводящим покрытием, как на ковче-самолете; или представим себе катание на магнитных лыжах по сверхпроводящим склонам...» Такую картинку рисует американский физик профессор А. Литтл.

Очень многого ждет от химии космонавтика.

Вот заметка о настоящем; она рассказывает о том, что есть уже сегодня.

В пакете — порошок. По обеим сторонам его — горючие слои. Их поджигают, и материал начинает вспучиваться от тепла, и вырастает... палатка или домик.

Не наводит ли она на размышления о будущем — о домах, которые растут на наших глазах «сами по себе»?

Подобные дома могли бы найти применение при возведении построек на Луне. Конструкцию их пришлось бы сделать несколько иной. Заготовкой послужила бы ткань, пропитанная синтетической смолой. Она мягкая, и ее легко уложить в пакет. Если затем пустить раздувающий газ, то дом примет нужную форму, скажем, шара. А далее газообразный же катализатор заставит смолу превратиться в твердый полимер.

В перспективе — пластмассы, способные служить одновременно и конструкцией и горючим. Из них можно будет сооружать баки для двигателей космических кораблей.

Поиски новых полимеров и сплавов тем более нужны, что в космосе материал должен работать и при высоких и при сверхнизких температурах, в вакууме и невесомости.

Диапазон применений химических материалов обширен. Из специального пластика можно изготовить «липкую» обувь для космонавта и облицовку кабины космического корабля: человек сможет спокойно ходить, будучи невесомым.

Силиконовым полимерам не страшна радиация, они не теряют эластичность при температурах даже близких к абсолютному нулю и не боятся также температур высоких, не проводят электроток — вот, видимо, один из перспективных материалов для космического скафандра.

И еще одно: космонавтов надо обезопасить от «чужих» микробов, если они встретятся на незнакомых планетах. А это вполне вероятно — микробная жизнь вездесуща! Поэтому для изготовления одежды космонавтов будет использована бактерицидная ткань. В молекулы такой синтетики введут вещества, убивающие бактерии и грибки.

Если на какой-нибудь планете встретятся окислы азота, то космонавтам понадобятся противокислотные костюмы, ибо это ядовитые вещества, которые, соединяясь с водой, дают азотную кислоту.

Выдвигалась химическая гипотеза природы Марса. Не придает ли ему красноватый цвет двуокись азота? Не состоят ли белые шапки у полюсов из твердой четырехокиси? С потеплением края шапок превращаются в тяжелый рыжий газ, который ползет к экватору. Появляются и зеленые пятна из-за других окислов азота. Пыльные бури тоже могут быть обязаны своим происхождением азотным соединениям, которых в теплое время становится больше. И вот в такой необычной обстановке — если подобное предположение верно — можно было бы высадиться только в кислотоупорном скафандре.

Атмосферы планет-гигантов содержат аммиак и метан. Поэтому, чтобы защитить лабораторию-автомат, предназначенную для разведки такой планеты, понадобятся материалы, на которые не действовали бы агрессивные газы.

«Лунная архитектура — это зарытые в грунт жилые и рабочие помещения, подземные — вернее, подлунные — залы с серебристыми сводами, переходящими в неестественно тонкие колонны, легкие металлические зонты и навесы над входами и площадками для транспорта, огромные, сияющие на солнце спины аэростатических конструкций над строительными площадками и горными выработками, необычные формы оранжерей, тончайшие и высокие мачты радиосвязи».

Таким представляется облик лунных поселений архитекторам. Чтобы претворить их проекты в жизнь, от химиков потребуются, прежде всего, синтетический материал для куполов, армированные пластики для опор и легкие сплавы для навесов и мачт. Понадобится и новое остекление для оранжерей — пропускающее ультрафиолетовые лучи, стойкое против радиации и микрометеоритной бомбардировки.

Внутреннюю обшивку для подлунных помеще-

ний тоже устроят из надувных элементов. Такие конструкции удобно доставить на Луну, удобно и собрать из них станцию — если, конечно, пленки будут легкие, тонкие и прочные. Под надувными куполами люди смогут обходиться без скафандров. Если же все-таки метеорит его пробьет, то будет время перейти в другие этажи. Пробоину в куполе нетрудно заделать.

Вернемся из космоса на Землю.

«Бесспорно, люди в XXI веке будут одеты только в синтетические ткани, будут иметь обувь, изготовленную из искусственной кожи, и шубы из синтетического меха, будут окружены предметами, сделанными из искусственных материалов» — так пишет академик А. Н. Несмеянов.

Очень любопытно прикинуть, сможет ли природа обеспечить химию сырьем для создания «второй природы». Ведь уже примерно через четверть века полимерных материалов будут производить едва ли не меньше, чем стали, и потребности химии очень велики.

Но всего пяти, быть может, шести процентов добываемой сейчас нефти для этого вполне хватило бы. Да и химия завтра научится использовать нефть с большей выгодой, чем теперь. Если и не тонна на тонну, то, во всяком случае, больше половины ее сумеют превратить в полимеры.

К тому же разве одна нефть—сырье для «второй природы»? К ней надо добавить уголь, торф, природные газы. Сюда же добавится древесина и всевозможные отходы.

Уносятся в воздух, выливаются в воду, выкидываются, сжигаются, по всякому уничтожаются колоссальные ценности. Растраниживаются десятки, если не сотни миллионов рублей. Нет, химия будущего положит такому расточительству конец.

Химия войдет в каждое производство, даже далекое от химического, чтобы не дать пропасть появляющимся там отходам. Отходы, отбросы — само слово говорит, куда им была дорога. Была, а дальше не будет!

Ведь в них часто оказываются и ценнейшие

редкие элементы, за которыми ныне охотятся с большим трудом. В них — драгоценные металлы, золото и серебро. В них — заготовки для удобрений, для пластиков, для стройматериалов. И притом все это, если прикинуть в масштабах страны, — не говоря уж целого мира! — выражается огромным тоннажем.

Цех химии подключится к фабрике или заводу, к теплоэлектроцентрали, превратив их в комбинат — химикометаллургический или энергохимический.

Сырье для химии поставляют и будут поставлять все земные оболочки, все стихии — земля, воздух, вода. Сырьем для нее станут и всевозможные горные породы, и зеленая масса растений, и магма глубочайших недр, и газы атмосферы.

Быть может, глубоко под землей находится настоящий рудный пояс, который обеспечит нас на многие века и медью, и цинком, и свинцом, и оловом, и другими элементами.

Быть может, из газов, скопившихся там, из вод, которым помогут выбраться на поверхность, станут извлекать нужные химикам вещества.

Атмосферного химического сырья хватит на необозримые времена. Азота в воздухе столько, что на каждый гектар поверхности Земли его приходится около тридцати миллионов тонн! Внушительны числа и для кислорода, и для некоторых редких газов. И недаром академик Ферсман говорил об атмосфере как грандиозном, практически неисчерпаемом источнике химического сырья.

Близок локоть, да не укусишь. Эта пословица как нельзя лучше приложима к океану. И, пожалуй, ничто так не привлекало воображение, как возможность добычи золота из морской воды. Блеск желтого металла виднелся многим в голубизне вод. В каждой капельке его растворено столько, что весь Мировой океан подарил бы каждому жителю Земли слиток в четыре тонны! И это число совершенно реально. Дело только за тем, чтобы найти дешевый способ извлечь близкое, да недоступное богатство.

До сих пор все попытки оставались неудачными. И вот, наконец, химия обещает в будущем верный путь. Ионообменные смолы — иониты — способны выловить из раствора ничтожно малые количества вещества, вплоть до последней молекулы, отсеять только то, что нам нужно, поймать неуловимое, затерянное среди бесчисленного множества молекул.

Водоросли и специально выведенные морские животные, жадно поглощающие золотые атомы, послужат «живой рудой». Но фантасты прошли мимо другого богатства, которое, пожалуй, даже дороже золота. Это редкие, рассеянные элементы, крайне нужные технике. Их, несомненно, станут извлекать из морской воды.

На каждого жителя Земли приходится почти по половине кубического километра морской воды. Вот что кроется за этим.

Шестьдесят тонн серебра, сто тонн тория и молибдена — тоже на душу населения! Можно добавить, что растворенных в Мировом океане солей хватило бы, чтобы покрыть всю поверхность планеты слоем сорокапятиметровой толщины. Пятьдесят тысяч триллионов тонн! Запасов хватит на многие века.

К тому же всего элементов в таблице Менделеева — без трансурановых, неустойчивых, — примерно вдвое больше, чем открыто в морской воде. Можно думать, что есть в ней и другая их половина, она только ускользала от химиков до сих пор. Просто здесь оказываются бессильными современные методы химического анализа. А так как чувствительность его все возрастает, то со временем найдутся в морской воде и остальные элементы. Даже если их опять-таки будет крайне мало, в пересчете на весь Мировой океан получится солидный результат.

Океан содержит во много раз больше элементов, чем все, вместе взятые, известные сейчас месторождения суши. Вот где поистине необозримое поле деятельности для химии будущего!

Постепенно опустошаются залежи полезных ископаемых в верхних «этажах» нашей планеты. Все

дальше вглубь уходят нефтяные скважины и шахтные стволы. А в недалеком будущем геологам придется забираться в глубокие недра в поисках многих металлов и других нужных людям элементов.

Но как добыть то, что запрятано в десятках километров под поверхностью Земли? Ведь там невозможно устроить шахту или рудник, даже если работу поручить автоматам. Слишком сложно, слишком дорого и — что весьма существенно — ненадежно. Да и как поднимать со столь больших глубин многие тысячи кубометров породы?

Понадобится нечто принципиально иное, и его даст химия, которая поможет добывать из-под земли только полезное.

Пользуясь растворителями, она руду переведет в раствор; пользуясь электричеством, из раствора извлечет металл. Уголь она превратит в газ, некоторые минералы — в пар. А с жидкостью, газом и паром обращаться куда легче — их можно заставить подниматься по скважинам. Куда легче и переработать такое сырье.

Поглощать атомы только одного сорта могут некоторые бактерии. Они «выедают» серу — и появляются серные залежи, они накапливают и другие элементы. Они могут добывать золото из золотосодержащих пород. Возможно, что конкреции — куски железомарганцевой руды, в изобилии разбросанные по дну океанов, — тоже работа бактерий. Так почему бы не использовать их работу и не создать с помощью невидимок искусственные минеральные склады на глубинах, а бедные месторождения превратить в богатые?

Меньше недели нужно одной бактерии, чтобы потомство ее заняло объем, равный всему Мировому океану, — если все новорожденные остались бы в живых. Быть может, удастся вывести такие их виды, которые будут размножаться еще быстрее и, главное, еще лучше извлекать растворенные в воде элементы?

Да и не одни только бактерии, вероятно, смогут извлекать для нас химические богатства из воды. Этим займутся и морские животные, в чьих телах

тоже накапливаются, причем избирательно, многие элементы. Есть среди них такие, в крови которых ванадия в миллиард раз больше, чем в морской воде. И уже есть питомники, где с квадратного метра получают полтора-два килограмма этих животных — настоящей живой руды.

Металлургические, металлохимические, биохимические обогатительные фабрики заработают в недрах земли. И — никаких фабрик в обычном смысле слова, никаких машин, никаких перевозок и никаких отходов! Химия, физика, биология, геология вместе: для такого союза уже родилось новое слово — геотехнология, и ей предстоит атаковать недра.

* * *

Многого добьется химия еще до конца XX века. А что будет потом, каких новых успехов от нее можно ждать после 2000 года, сейчас трудно предвидеть. Скажу словами знаменитого французского химика Марселена Бертло: «Власть химии безгранична...» Власть, позволяющая людям творить вторую природу для людей.

ФАНТАСТЫ ПРЕДЛАГАЮТ...

...Крутая спираль светится на солнце миллионами опалесцирующих стен из пластмассы, фарфоровыми ребрами каркасов из плавленого камня, креплениями из полированного металла. Каждый виток постепенно поднимается к центру, и на головокружительной высоте висят легкие мосты, балконы и выступы садов. Вертикальные ниши разделяют массивы зданий. И нет среди них ни одного, фасад которого не открыт полностью солнцу, ветрам, небу и звездам...

Это из фантастического романа И. Ефремова «Туманность Андромеды». Наверное, мечтает автор, когда-нибудь (допустим, в XXXII веке) люди увидят Землю с космической высоты вот такой.

...Вдоль тридцатых градусов широты в северном и южном полушариях протянулась непрерывная цепь городских поселений, сосредоточенных у берегов теплых морей, в зоне без зимы... К северу от северного жилого пояса простирается гигантская зона лугов и степей, где пасутся бесчисленные стада домашних животных. К югу (в северном полушарии) и к северу (в южном) были пояса сухих и жарких пустынь, ныне превращенных в сады. В зоне тропиков сосредоточено производство растительного питания и древесины, в тысячу раз более выгодное, чем в холодных климатических зонах...

Всю планету обвивает Спиральная Дорога, исполнинскими мостами соединяющая через проливы все материки. Сотни тысяч людей могут быстро перенестись из жилой зоны в степную, полевую, горную, где нет постоянных городов, а лишь временные лагеря мастеров животноводства, посевов, лесной и горной промышленности. Полная автоматизация всех заводов и электростанций сделала ненужным строительство при них городов и больших селений — там находятся лишь дома для немногих дежурных: наблюдателей, механиков и монтеров...

Кстати, о дорогах. Еще один вариант предлагают фантасты братья Стругацкие (для XXII века!).

Удивительные самодвижущиеся дороги... Их начали строить давно, и теперь они тянулись через многие города, образуя непрерывную разветвленную материковую систему от Пиренеев до Тянь-Шаня и на юге через равнины Китая до Ханоя, а в Америке — от порта Юкон до Огненной Земли. Дороги эти (собственно, не дороги, а поток чего-то среднего между живым и неживым) не потребляют энергии и не боятся времени, будучи разрушенными, восстанавливаются сами, легко взбираются на горы и перебрасываются мостами через пропасти. Они будут существовать и двигаться вечно — до тех пор, пока светит Солнце и цел земной шар.

Большая Дорога текла шестью ровными серыми потоками, полосами, которые двигались с разными скоростями и отделялись барьерами. Скрип, шуршание, шелест... Дорога действительно ползла.

* * *

Интересно, какие идеи рождались у фантастов, мечтавших о новых сплавах и материалах.

Жюль Верн пользуется, например, в одном из своих романов необыкновенными сплавами — непроницаемым для тепла и, наоборот, с повышенной теплопроводностью. Герберт Уэллс придумал невесомый сплав, кэворит, защищающий от тяготения.

Очень заманчиво было бы создать такую дико-

винку! Забавный фокус с кусочком, который вырывается из рук и сам собой взлетает к потолку... Самолет из невесомого материала, которому ничего не стоит облететь даже вокруг земного шара... Или ковер-самолет (почти невесомый, иначе прощай, земной шар!), своего рода плот для воздушного океана, на котором можно парить без крыльев — разве это не увлекательный спорт?

Любопытны подобные «изобретения» фантастов, однако даже и наилегчайший сплав, будь бы он создан, проблему борьбы с тяжестью не решит. Вот если физики отыщут гипотетические гравитоны, «частицы тяготения», докажут, что они есть на самом деле, тогда, пожалуй, станет уместным говорить и о защитных экранах, и о невесомых летательных аппаратах, и о невесомых космических кораблях.

* * *

Обращаясь к веществам с необычайными свойствами, фантасты не прошли и мимо антипода невесомому «чуду» — материалу сверхтяжелому. Их крайне привлекала идея воспроизвести на Земле вещество звезды чудовищной плотности — «белого карлика» (БК). Кусочек размером с наперсток, вес — тысячи, а то и миллионы тонн! Для природы ведь это не фантастика. Не попробовать ли поспорить с ней?

И воображение создает вещество, которое существует лишь в отдаленнейших краях Вселенной либо... совсем рядом с нами, где-то в глубинах нашей планеты. Правда, в недрах земных, а тем более в звездных, оно еще и нагрето. У фантастов же с БК искусственного происхождения вполне удобно обращаться.

А вот другой материал — «нейтрид» — необычайно большой плотности, невероятной прочности и инертности, устойчивый против всех и всяческих воздействий... Идеальный новый материал атомно-космического века...

А что он мог бы дать?

Вместо бетонных громадин атомных реакторов

появились бы маленькие компактные установки. Нейтридная тонкая броня защитила бы даже от атомного взрыва. Нейтридовые резцы резали бы как масло любой самый твердый металл. Подземный ход из нейтрида проник бы до центра Земли, а ракета пролетела бы через раскаленную атмосферу Солнца. Многие дерзкие проекты, которые упираются в отсутствие сверхпрочного вещества, получили бы путевку в жизнь.

* * *

Ассортимент материалов будет неполон, если не сказать о том, что приготовили фантасты для путешествий и освоения всех стихий.

В первую очередь, это сплавы, которые намного лучше современных.

Из сверхжароупорной стали с теплозащитной изоляцией строят подземный корабль, чтобы создать на большой глубине геотермическую электростанцию. Иначе не забраться на многие километры в недра Земли.

Из особо прочного сплава, способного выдерживать огромные давления, изготавливают подводные корабли для путешествий в глубины Океана. В скафандре из прочнейшего материала можно выйти за борт лодки на дно.

Вот подводный поселок из какой-то прозрачной пластмассы. По своей необычайной твердости, легкости, кислото- и жаростойкости эта удивительная пластмасса превосходит все известные стали и сплавы металлов.

Одна крупинка «георастворителя» на кубометр воды — и водяная струя под сильным давлением разъедает почти мгновенно самую твердую горную породу. Даже через базальт можно легко продвигаться вглубь. Чтобы не было обвалов, с помощью той же химии, применяя сильный нагрев и высокие давления, сразу же вокруг шахтного ствола создают искусственную гранитную оболочку.

Путешественники-геонавты отправляются к центру Земли.

Минерализатор цементирует свод из размельченной горной породы, которую оставляет за собой подземоход. Он придает размельченной породе монолитность гранита. За подземоходом остаются своды, способные выдержать тяжесть гигантского столба земли.

«Синтезаторы» перерабатывают любую породу в воду и кислород для геонавтов.

Кто, как не химия и металлургия, помогут освоить глубины Океана и недра Земли?

* * *

Самые необычайные идеи разбросаны на страницах фантастики, особенно ранней, когда горизонты новой химии и физики еще были скрыты далью времен.

Герои фантастических романов находят в природе не только новые, ранее неизвестные соединения, но и новые, нам незнакомые элементы. На Земле это едва ли возможно, поэтому поиски ведут в космосе. И на Венере обнаруживают «инфрарадий» — мощный источник энергии, и там же еще «ультразолото» — более стойкий, чем известный нам благородный желтый металл. На Луне, Марсе и астероидах находят даже неведомый элемент, помогающий преодолевать притяжение планет. Это, уж конечно, чистейшая фантастика...

* * *

Что предлагают фантасты для строительства в космосе?

Из полимерных материалов они возводят поселки на Венере и Марсе, строят лунные городки. Даже если для защиты от метеоритов и излучений помещают жилища в подлунье и маленький герметический мирок прячут в толще скал, все равно прибегают к помощи синтетики. Из нее делают прозрачные крыши оранжерей, купола обсерваторий, портативную мебель и много других бытовых вещей. Это могли бы отчасти взять уже из нашего

обихода космонавты, ставшие первыми жителями иных миров.

А обитаемые спутники — от самых скромных, с экипажем в несколько человек, до настоящих городов в межпланетном пространстве, с многотысячным населением?

Из сверхпластиков, победителей в соревновании с металлами, конструируют внеземные станции. Из них делают скафандры, нужные и в открытом космосе, и на Луне, и на планетах. И ведь в самом деле, только химия будущего, пожалуй, способна дать материал для костюма, в котором одинаково безопасно и в чудовищной жаре ближайшего к Солнцу Меркурия, и в чудовищном холоде самого далекого Плутона.

Если же перенестись в будущее весьма отдаленное, лет на тысячу вперед, то вот, например, какие «космические» материалы упоминает фантаст И. Ефремов в романе «Туманность Андромеды».

Силиколл — прозрачный материал из волокнистых кремнийорганических соединений. Из него изготовлены шлемы скафандров звездолетчиков, исследующих неведомые планеты других звезд.

Силикобор — сплав карбидов бора и кремния — очень твердый и прозрачный материал. Из него сделали наблюдательные башенки, в которых звездолетчики могли находиться, выйдя из корабля.

Фантасты начала XX века редко пробовали предугадать успехи именно химической науки. Ведь ясно, что они располагали слишком малым для смелого полета воображения. Они могли только смутно догадываться, на какой простор выйдет химия, когда поиски нового развернутся полным ходом. Вот как один из них писал о химии будущего.

«Химия еще в XX веке овладела целым рядом тайн и секретов природы. Последующие века тоже не прошли бесследно для этой науки. Теперь нет такого материала и даже химического элемента, которые не могли бы быть искусственно изготовлены на наших заводах. Неорганизованные толпы молекул мы заставили работать по строгому плану...»

Так говорит путешественнику, который перенесся на тысячу лет вперед (на машине времени — у Уэллса были подражатели), житель грядущей эпохи.

Он рассказывает и о том, что люди поставили себе на службу и химическую кладовую атмосферы, и глубочайшие недра Земли, и недра атома.

Еще штрих из впечатлений путешественника. И то, о чем он пишет, не могло сбыться, если бы не вмешательство химии.

«... Комната, куда мы вошли, имела шесть симметрично расположенных стен из полупрозрачного, холодного (я провел рукой по его гладкой поверхности) камня, вдоль которых были расставлены в кажущемся беспорядке пять-шесть мягких кресел. В углах комнаты, прямо из-под пола, тоже сделанного из какого-то незнакомого мне материала, подымались стройные стволы пальм, сплетавшихся над нашими головами в роскошный купол из листьев. Сквозь ветви блистала небесная полуденная синева, и я готов был бы поклясться, что это самое настоящее небо, если бы сам не видел полчаса тому назад заходящее солнце.

Перед каждым креслом медленно раздвинулись плитки пола, и оттуда поднялись небольшие круглые колонки-столики из того же полупрозрачного вещества, что и окружающие нас стены. На столиках стояло несколько закрытых блюд и сосудов из серебристого металла, красиво перевитых между собою гибкими, шелковистыми прядями неизвестного мне растения. Тонкий, неуловимый запах, похожий на аромат жасмина, наполнял всю комнату.

Нежное дуновение, напоенное ароматом неведомых мне цветов, шевелило наши волосы, и мягкие переливы света, лившиеся точно из-под свода перевившихся над нами пальмовых листьев, дополняли общую картину нашего пиршества, создавая в целом изумительно гармоничное сочетание света, звуков, вкусов и запахов...»

Я невольно увлекся этой картинкой XXX века... Да-да, тридцатого! Роман о том, что будет через тысячу лет, писался довольно давно.

До появления химии, справедливо названной ныне новой, оставался еще немалый путь. И все же фантастом владело ощущение будущего могущества химии — настоящей повелительницы вещества.

Несомненно, рисуя автор подобное в наше время, он, вероятно, захотел бы удивлять гостей из XX века дарами какой-либо сверхсинтетики далекого Завтра.

То, что приоткрывается уже сейчас для будущего, не отдаленного вереницей веков, пожалуй, более удивительно, чем нарисованная когда-то картина.

И мы, а не далекие наши потомки, уже стали свидетелями расцвета химии, создавшей вторую природу, стали жителями века синтетики.

«Получение новых сложнейших синтетических веществ с заданными свойствами, которые будут конкурировать с неизмеримо более бедным ассортиментом природных, требует объединенных усилий химии, физики и многих других наук.

Мы часто смешиваем понятия «материал» и «вещество». Но вещество — это только сырье. Нужно уметь перерабатывать его в физические тела, служащие техническим потребностям, в материалы.

Тут задача физико-химической механики — науки о превращении веществ в материалы — состоит прежде всего в повышении прочности материалов. Все реальные твердые тела пронизаны множеством изъянов, дефектов в структуре. Предотвратив в технологических процессах возникновение дефектов, мы решим фантастическую задачу: получим, по существу, материалы того же химического состава, что и естественные, но с механической прочностью в десятки и сотни раз более высокой», — говорит академик П. А. Ребиндер.

* * *

Химия создает уже теперь целое семейство материалов, основа которых не углерод, а кремний. И вот что пишут об их будущем химики А. Колпа-

ков и В. Лосев: «Кремнийорганическая химия очень молода: ей нет еще и двадцати пяти лет. Широким фронтом идут химики в наступление на мир кремнийорганических соединений, таящих в себе возможности, о которых мы не имеем и смутного представления.

Материалы с еще более чудесными свойствами, какие будут получены в ближайшие десятилетия, позволят человеку еще полнее подчинить себе природу Земли, освоить космос. Нашему мысленному взору рисуются отважные исследователи глубоких недр планеты: одетые в кремнийорганические скафандры, беспрепятственно пробиваются они в раскаленных ущельях глубинных земных пород, преодолевают реки магмы, моря кипящей геотермальной воды. Космонавты, которые высадутся на другие планеты, будут уверенно путешествовать по дневной стороне Меркурия (сравнительно с ней мифический ад показался бы прохладной аллеей), взбираться на ледяные вершины Плутона, плыть по болотистым джунглям Венеры. Обитаемые искусственные спутники и будущие «эфирные» города в пространстве вокруг Земли наверняка потребуют для своего строительства огромных количеств новых, еще более высокоценных кремнийорганических материалов».

* * *

Химия должна будет найти новые и лучшие, чем сегодняшние, вещества — преобразователи энергии.

«Заглядывая в будущее, — говорит академик Н. Н. Семенов, — можно представить себе, что когда-нибудь вообще исчезнут четкие грани между материалом, машиной и источником энергии. Появится какая-то совершенно новая форма существования материи, когда материал сам будет служить источником энергии, сам будет передавать ее или потреблять для реализации каких-либо процессов».

Ученый приводит в качестве примера кристаллы и даже отдельные молекулы, которые служат пере-

датчиками и преобразователями энергии, — полупроводники, лазеры. Он подчеркивает, что преобразования в них вызываются только свойствами самого материала, только особенностями его внутренней структуры.

* * *

Мечтая о термоядерной энергии, фантасты представляли не раз, как зажгутся маленькие искусственные солнца. Такие солнца они размещали и на спутниках Земли — чтобы менять на ней климат. Или, в более отдаленном будущем, когда настоящее Солнце начнет угасать, заменить его и не дать жизни погибнуть.

Конечно, речь шла и о расцвете чисто «земной» энергетики — энергетики для насущных повседневных человеческих нужд. Подобная мечта осуществима, ученые пишут о том же самом. И, что интересно, они обращают внимание на возможности, которые открывает здесь химия. Ведь не только одни неорганические полимеры могут выступить в роли преобразователей энергии, утилизируя свет искусственных солнц. Профессор Е. М. Балабанов замечает: «Возможно, в будущем будет выгодно с помощью термоядерных реакций и ускоренного фотосинтеза создавать искусственное химическое топливо, используя его затем как горючее на транспорте и электростанциях».

* * *

«Новые стройматериалы изменят облик городов. Тонкостенные, легкие, изящные сооружения — их легко отапливать, потому что стены их задерживают тепло. Чтобы их построить, не нужно много материала. Многоцветные и, когда нужно, прозрачные, внешне как будто бы невесомые и хрупкие, а на деле — чрезвычайно прочные, они позволят создавать совершенно сказочные города с обилием света, зелени и воздуха».

Фантастическая картина, но нарисована она не фантастом. Так говорит академик П. А. Ребиндер.

«Замена окон с мелкими переплетами цельными зеркальными стеклами преобразит облик городов. Вместо серого, вечно нуждающегося в ремонте асфальта, мы покроем улицы цветными вечными плитами, а тротуары мозаичными панелями, к тому же дешевыми и стойкими. Весь город получит праздничное звучание. Улицы будут дополнять архитектуру домов, так как для оформления площадей, зданий, метро будут использоваться в неограниченном количестве цветные новые стекла-ситаллы. Ситалловые черепичные детали не только украсят, но и упрочнят крыши домов, они не будут нуждаться в окраске. Цвет и свет волеются в ансамбль наших городов и сел, будут окружать людей в труде и повседневном быту».

Фантастическая картина, но нарисована она опять-таки не фантастом. Так говорил о городе будущего профессор И. И. Китайгородский.

ХИМИЯ «ГОРЯЧАЯ» И ХИМИЯ «ХОЛОДНАЯ»

При высокой температуре все в мире молекул становится иным — другие действуют законы, другие правила и исключения. И, конечно, все это связано с большими скоростями частиц.

Их пойдем мы в пламени. Красивый сине-зеленый центр огненного язычка, синий ореол вокруг него — все это видимое проявление скрытого механизма горения.

С точки зрения химика, горение — это цепь реакций, отрыв атомов и атомных групп, разрушение и образование молекул.

Не одна, а множество реакций следуют друг за другом; не один, а множество продуктов образуется в огне. Одни разрушаются, другие возникают. И мы даже можем описать, как и в каком порядке идут превращения. В пламени возникает плазма, в которой перемешаны осколки молекул — ионы, электроны и еще не успевшие ионизироваться атомы.

Огромная скорость химических реакций в плазме еще непривычна химикам, хотя огонь людям известен с незапамятных времен. Вот, кстати, характерный пример того, как простое, всем известное на самом деле оказывается сложным и долгое время остается неразгаданной тайной.

Горение для нас во многом уже не загадка. Приборы дали возможность наблюдать происходящее в пламени, а теория помогла набросать, хотя и в общих чертах, его картину.

Оказывается, все химические превращения в горящем газе успевают происходить всего за стотысячную долю секунды. Все частички разгоняются почти до тысячи метров в секунду!

Когда горение происходит в чистом кислороде, то времени требуется и того меньше. Не проходит и одной миллионной доли секунды, как совершается весь вихрь сменяющих друг друга реакций. Фактически тогда происходит взрыв.

Потому так трудно разобраться во всех тонкостях процесса горения, а разобраться крайне необходимо. Горение — цепь химических реакций, сопровождаемых выделением энергии. Им пользуется вся армия тепловых двигателей. О реакциях в пламени особенно важно как можно больше знать инженерам, строящим самолеты и ракеты — самые скоростные машины нашего века. Тогда они смогут подчинить себе бушующее пламя, сделать так, чтобы использовать топливо возможно лучше.

Надо добиться возможности регулировать по нашему желанию скорость сгорания топлива, вмешиваться в ход реакции, улавливать, если нужно, таинственные промежуточные продукты, которые остаются невидимками, возникая и тотчас исчезая. Надо избежать и появления вредных соединений, разъедающих, например, металл.

Так проблема пламени оказывается связанной с долговечностью двигателей. Связана она и с химией.

Химические превращения, идущие обычно медленно, в плазме совершаются мгновенно. Побочные реакции обычно не принимают в расчет. Однако здесь они начинают играть решающую роль. Удастся получить такие соединения, которые иначе трудно либо вовсе невозможно получить. Удастся вовлечь в химический кругооборот такие элементы, которые при обычных температурах использовать можно лишь с большим трудом.

Нагретые газы могут реагировать не только между собой — они взаимодействуют и с твердыми веществами. Это происходит в двигателях — поршневых и турбинных, воздушно-реактивных и ракетных. В них сгорает топливо и образуются потоки сильно нагретых и быстротекущих газов, идет каскад сложнейших реакций с участием газообразных и твердых веществ. Это и химическая лаборатория, и, пожалуй, даже химический завод в миниатюре.

«Энтузиасты утверждают, что реактивный двигатель является прообразом химического завода будущего», — пишет американский ученый Райде-науэр.

Правда, в двигателях вся «продукция» выбрасывается на ветер, хотя и не без пользы, конечно. Энергия, освобожденная при сгорании, движет самолеты и ракеты, и самолет летит намного быстрее звука, а ракета преодолевает притяжение Земли.

Но уже научились извлекать пользу из струй горящего газа для нужд земных. Можно, оказывается, прямо из пламени вылавливать ценные вещества — промежуточные продукты горения.

Нельзя ли их заставить работать еще эффективнее? Раз они особенно активны, то, быть может, имеет смысл извлечь их из одной реакции и подключить в другую. Тогда пойдут такие превращения, которые обычно не происходят. Мы сумеем получить вещества, какие до сих пор получить не удавалось.

Молекулы в пламени дробятся на осколки, группы атомов. На ничтожную долю секунды они освобождаются от своих связей внутри молекулы, становятся свободными радикалами. Одни из них появляются и тотчас исчезают, на смену им возникают другие. Реакция не затухает, она разрастается, захватывая все новые и новые молекулы.

Неустойчивые, исчезающие, как только они сделают свое дело, свободные радикалы послужат в руках химиков еще одним орудием для управления ходом реакций.

Свободные радикалы оказались той отмычкой, которая открывает многие двери. Они способны за-

ставить вступить в цепную реакцию обычно устойчивые молекулы. С их помощью можно регулировать величину молекулярных построек, когда создаются полимеры.

Уже рождается еще один вид химического реактора — плазмотрон. В нем работает разреженный газ, нагретый до температуры в тысячи и десятки тысяч градусов. Недаром химию плазмы называют «звездной».

Высочайший нагрев позволяет проводить реакции без катализаторов и давлений и вдобавок быстро, минуя многие промежуточные этапы. Можно получать окислы азота из воздуха. Можно получать и полимерные материалы, и металлоорганические соединения.

Плазмохимик является одновременно и плазмометаллургом. Плазменной струей можно резать, сваривать, распылять и наплавлять металл, наносить на него всевозможные защитные покрытия. Metallурги мечтают о том, как плазма сделает ненужными гигантские металлургические агрегаты, а металлургию позволит полностью автоматизировать, включая плавку.

Плазмотрон — это еще и бурильщик, прокладывающий скважины и даже большие туннели в горных породах.

Газовый разряд, при котором образуется плазменная газовая струя и при высоких температурах идут сложные процессы — молекулы распадаются на осколки, — вот что происходит в плазмотроне. Вместо нейтральных молекул получается смесь ионов, свободных радикалов и других частиц с высокой энергией. В струе плазмотрона могут происходить реакции, невозможные при обычных для химии температурах.

Когда в плазменную струю попадает другой газ, менее нагретый, он перемешивается и тоже становится участником превращений. Эти превращения протекают в тысячные, десятитысячные и даже еще меньшие доли секунды. За такие ничтожные промежутки времени успевает совершиться распад одних, перестройка и создание других соединений. Поэтому

плазмохимия есть одновременно и химия высоких скоростей.

Только при высокой скорости и можно задержать участников реакции лишь настолько, чтобы получить нужные «горячие» частицы и не дать им измениться. Плазмохимия есть одновременно и химия горячих атомов.

Но ведь получив вещество в плазмотроне, надо его сохранить, чтобы оно не разложилось в той же сильно нагретой газовой струе. Для этого применения быстрое охлаждение, причем именно в той зоне плазмы, где это нужно, и именно в тот момент, когда это нужно. Конечно, рассчитать работу плазмотрона могут только быстродействующие электронно-вычислительные машины. Только они в состоянии наилучшим образом определить технологию процессов, длящихся мгновения.

Сейчас плазма возникает в плазмотроне, а в будущем, возможно, «химическую» плазму станут получать, как отходы в термоядерных реакторах, а также под действием ядерного излучения.

«Совершенно новой областью знания становится химия неорганических веществ при высоких температурах — 3000—5000°C. Уже сейчас изучение химических процессов в электрической плазме приобретает острый практический интерес. В будущем, когда будет решена проблема управляемой термоядерной реакции и когда такие температуры будут «отходами производства», проведение химических реакций при температурах 3000—5000° сделается, вероятно, основным в ряде технологических процессов, в частности при получении азотных удобрений», — говорит академик Н. Н. Семенов.

Химия высоких скоростей и высоких температур — новая глава в этой древней науке. И, кто знает, сколько увлекательных открытий предстоит сделать тем, кто занимается ими!

Новые открытия сулят и продвижение далеко вниз по температурной шкале. Уже выяснилось, что замороженные вещества могут реагировать между собой на глубоком холоде. Притом быстро, иногда даже быстрее, чем жидкости и газы при

температурах повышенных. Хотя это кажется невероятным даже ученым, но, видимо, появился принципиально новый путь создания полимеров.

Оказалось, что свободные радикалы — те самые, что возникают при высоких температурах, — можно заморозить, и при сверхнизких температурах они живут уже не тысячные доли секунды, а намного дольше. Отсюда намечается путь, например, к топливу для ракетных двигателей невиданных мощностей. Энергия освобождается при рекомбинации свободных радикалов — при слиянии их в устойчивые молекулы.

Возможно, в будущем появится еще и химия низких и сверхнизких температур — криохимия.

ХИМИЯ ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ

Высокое давление — еще одно орудие химиков. Оно ускоряет химические превращения и помогает получать больше готового продукта. Неудивительно поэтому, что оно участвует в производстве искусственных удобрений, пластмасс и многого другого.

Перестраивая молекулы с помощью высоких давлений, можно получить новые химические соединения. И десятки тысяч атмосфер в химической лаборатории уже не редкость. Тысячи атмосфер уже теперь не редкость на заводах, где возводят постройки из атомов и молекул.

Напомню историю с атмосферным азотом. Он составляет три четверти воздуха, но, чтобы его использовать, надо заставить пассивный, инертный азот вступать в соединения, связать его с другими элементами, например с кислородом.

Пробовали получить окислы азота, прибегая только к нагреву. Попытка окончилась неудачей, так же как и попытка получить аммиак — азотно-водородное соединение. Реакции шли слишком медленно. И только тогда, когда применили катализаторы и высокие давления, добились успеха. Миллионы тонн ценнейшего сырья были извлечены из кладовой атмосферы.

Неудачей кончались и все попытки создать искусственный алмаз — до тех пор, пока не объединили усилия высоких температур и давлений.

Химия высоких давлений, несомненно, таит много неожиданностей, причем даже не такого характера, какие известны сейчас. Не только ускорение реакций, не только получение соединений, которые обычно не получаются, и не только новое обличье, новые свойства у старых, давно известных веществ. . Высокие и даже сверхвысокие давления в сотни тысяч атмосфер — далеко не предел.

Уже удалось под действием высоких давлений и низких температур получить из нитрида бора боразон — вещество тверже алмаза. Интересно, что нитрид бора — неметалл — приобрел свойства металла. И лауреат Нобелевской премии американский химик У. Либби, впервые совершивший это удивительное превращение, сказал, что, повысив давление до миллиона атмосфер, мы откроем новый мир химических и физических явлений.

В лаборатории сейчас рекорд — десять миллионов атмосфер (почти в три раза больше, чем в центре Земли). На очереди — пятнадцать миллионов. При таком ультравысоком сжатии атомы разрушаются, и вещество, вероятно, превращается в своего рода плазму, в смесь ядер и электронов. О химических реакциях тогда трудно говорить.

Но пусть давление таково, что атомы еще целы, они только сжаты, но удерживают свои электроны. Что будет, если под «пресс» высоких давлений попадут разные атомы? Возможно, они обменяются электронами. И давление вынудит их сделать это гораздо быстрее: реакция, если она пойдет, убыстрится во множество раз.

Давление может послужить той силой, которая раздробит молекулы на атомы, создаст свободные радикалы, вещества станут необычайно активными. То была бы химия скоростная, даже сверхскоростная, химия высоких энергий.

Но откуда взять большое давление? Оказалось, что ультразвук способен образовывать в жидкости пузырьки. Пузырек-крошка заполняется парами и

газами, он расширяется и лопается, как бы взрываясь. При таком микровзрыве резко возрастает давление. Оно крошит молекулы жидкости и газов.

Воду, например, можно насытить азотом, водородом, кислородом. Ультразвук поможет окислить азот, соединит азот и водород в аммиачные молекулы и... здесь лучше всего пока ограничиться этими, уже известными примерами. Из бензола уже пробовали таким путем приготовить фенол — сырье для капрона.

Заглядывая же в будущее ультразвуковой химии — новой ветви химии высоких давлений, — можно предсказать самые удивительные перспективы: синтез новых соединений сложнейшего состава, реакции, которые пойдут без катализаторов и громоздких установок для высоких давлений.

А глубины Океана природа как будто нарочно приготовила для того, чтобы поместить там установки химии высоких давлений. И уже выдвинута идея подводного химического завода. Он сможет работать на подводном же сырье: нефти, природном газе, минералах, добытых со дна Океана, или же на «жидкой руде» — океанской воде. Возможно, такие заводы станут основой химической индустрии покоренного Океана.

ХИМИЯ И ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Электричество давно идет рядом с химией. Электролизом извлекают разные элементы из различных солей. С помощью электричества осаждают слой одного металла, чтобы защитить другой металл от разрушения.

Электричество уже участвует в целом ряде химических превращений. А в будущем оно станет проникать в химию все шире и шире.

Электрический разряд — вот еще одно средство, которое, подобно катализатору, вызывает и ускоряет реакции.

Оказывается, даже микровзрыв, вызванный электрическим разрядом, может дать энергию для

перестройки вещества, и химическим реактором становится ванна с жидкостью, через которую пропускаются импульсы тока.

Искра, вероятно, может заставить вступить в реакцию любые соединения и любые элементы. Она будет окислять, восстанавливать, разлагать и соединять. Управляя искусственной молнией, можно менять ее каталитическое действие.

Возможно, именно электрическими будут заводы по производству азотной кислоты из воздуха и воды. Возможно, именно электроразрядные установки станут производить озон из кислорода воздуха. Озон же нужен химикам для множества дел.

Электричество в руках химика — это мощное средство тончайшего и направленного воздействия на вещество. С его помощью можно соединять молекулы и части молекул — вести электросинтез. Мощные электрические силы «сшивают» хрупкие сложные молекулы, причем в определенных местах. Никаким другим способом не удастся этого проделать. Именно электричество было одним из средств, которое заставило инертные газы соединиться с фтором и окисью фтора.

Электролизом легко наносить полимерные покрытия на металлы, ткани и те же самые пластмассы. Покрытие можно вдобавок сделать не только твердым, но, если нужно, и нерастворимым, непроницаемым или клейким.

Электроразрядная установка станет мощным химическим реактором.

Химики считают, что в периодической системе нет ни одного металла, который бы нельзя было получить электрохимическим путем. Они говорят: недалек тот день, когда электрохимия найдет способ получения железа из руды.

И электрохимия же сможет создавать сложные органические молекулы — заготовки будущих волокон. Электричество станет «сваривать» молекулы, строя из простых молекул более сложные, сможет получать очень чистые вещества.

Оно и теперь выручает там, где другим путем провести синтез невозможно. Когда же электро-

энергия будет дешевле, электрохимия займет одно из первых мест в химической технологии.

С другой стороны, химия проникает в электротехнику и становится союзницей электроники. Вместе они создают новые электронные приборы — хемотроны. По существу, это крошечный химический элемент. В нем происходят обычные для электрохимии процессы, и проявляют они себя таким образом, что легко поддаются управлению.

Нужен миниатюрный электросчетчик. Для этого в ячейке между электродами ставят перегородку. Когда идет ток, на ней с одной стороны накапливается растворенное в электролите вещество. Зная, сколько его отложилось, можно определить, сколько прошло электричества. А отсюда — еще один тип запоминающего устройства для электронно-вычислительных машин.

Нужно измерить давление. В ячейке опять помещают перегородку, на этот раз с небольшим отверстием. Электролит может перетекать из одной части ячейки в другую. Чем больше давление, тем больше перетечет жидкости, тем сильнее изменится ток в цепи.

Приборы эти могут быть разных размеров. Есть счетчик, который помещается в наперстке! Самый маленький хемотрон меньше спичечной головки. Вот как миниатюрны хемотронные приборы, хотя здесь они и уступают полупроводникам.

Для их работы не нужны громоздкие источники тока. Потому-то ими интересуется в первую очередь космонавтика: на ракете каждый грамм на вес золота! Поэтому ими интересуется медицина — ей ведь тоже необходимы приборы-крошки.

Трудно предвидеть, где еще будут работать хемотронные ячейки.

Хемотронные приборы-крошки не будут бояться жары, а потому появятся на разведчиках земных недр, которые попадут в царство высоких температур; они окажутся на ракетах и межпланетных станциях, которые полетят вблизи Солнца или опустятся на «жаркие» планеты — Меркурий и Венеру.

Химия с помощью хемотроники сможет управлять своим собственным производством. И сделает она это органично, «забираясь» в самое существо происходящих превращений. Ведь работает в хемотроне ион — частица вещества, получившая заряд и нередко участвующая в реакции.

Ионы послужат сигнализаторами происходящего в химическом реакторе. Вещества как бы сами с помощью хемотрона доложат о том, что с ними делается: какова их концентрация, плотность, давление, какова скорость потоков. И все это будет «сказано» ионами, выражено электротоком, который появится в приборе и который легко уже передать в электронный автомат. Он мгновенно определит, нет ли отклонений, идет ли реакция так, как надо, и выдаст управляющую команду.

И, что очень важно, хемотрону безразлично, какие вещества находятся в реакторе — пусть даже самые ядовитые, агрессивные. Хемотрон дополнит арсенал электроники, он сделает то, что недоступно полупроводникам.

Электролит хемотрона может реагировать на свет. Не путь ли это к хемотрону-фотоэлементу?

Хемотроника — еще шаг к тому, чтобы позаимствовать полезный опыт природы. Живая клетка — это всегда химическое производство, и работающая в ней «автоматика» напоминает хемотронную систему.

ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Прямое превращение химической энергии в электричество совершается в обычных электрохимических источниках тока. Они применяются в тех случаях, когда все другие генераторы непригодны, и даже не раз летали в космос вместе с солнечными батареями.

Сейчас пришло время вернуться к старой идее, но воплотив ее по-иному. Подобных примеров можно было бы найти в технике немало. То же случилось и в электрохимии.

Гальванический элемент в прежнем его виде не может конкурировать с другими генераторами тока.

Для него нужны дорогие дефицитные цветные металлы, электролит и электроды приходится часто менять. Потому обычные батареи недолговечны и неэкономичны. На подводной лодке или на спутнике с этим приходится мириться. Но электрохимия занимает скромное место даже в «малой» энергетике, а о большой уже нечего и говорить.

Появился новый генератор тока — топливный элемент. В нем тоже есть ванна с электролитом и электроды. Только все вещества — участники реакции — непрерывно подводятся, а отходы удаляются. Объем элемента уже роли не играет, и запас исходных веществ практически неограничен, а потому неограничен и срок службы.

По-другому устроены и электроды. Теперь они не участвуют в реакции и не разрушаются, они только служат для подвода горючего и окислителя. Их делают пористыми, покрывают катализаторами и продувают через них газ либо прогоняют под давлением жидкость.

Теперь назовем действующих лиц. Газ — это водород, или окись углерода, или природный углеводород. Можно воспользоваться продуктами перегонки угля, газами, которые сопутствуют нефти или получают из нее. Годится и жидкое углеводородное топливо.

Главным действующим лицом все же будет водород. Это его молекулы распадаются на атомы, ионизируются, идут к другому электроду, снова претерпевают ряд превращений, пока на другом электроде не появится вода. Между электродами возникает ток.

Если использовать углеродистое топливо, то тоже будут идти сложные электрохимические процессы с участием электролита, которого, правда, расходуется очень немного. Словом, здесь и открывается дорога для того, чтобы химическую энергию, скрытую в виде топлива в недрах Земли, пустить в дело, и притом куда выгоднее, чем до сих пор.

Отработавшие в элементе вещества можно восстанавливать, чтобы снова пускать в работу. Это, вероятно, удастся сделать химическим же путем,

либо воспользоваться излучениями ядерного реактора, либо, наконец, энергией Солнца.

Если топливом будет служить, например, окись азота и хлор, то в топливном элементе образуется хлористый нитрозил. Под действием солнечного света он вновь распадается, обеспечивая элемент топливом.

Инженеры предполагают, что со временем, когда научатся получать дешевое электрохимическое горючее и повысят мощность топливных батарей, топливными элементами заменят бензиновый двигатель. Мечта об электромобиле станет, наконец, явью. Тогда легковые автомобили, автобусы, грузовики не будут загрязнять воздух. Автотранспорт станет бесшумным.

Топливные элементы преобразят сам автомобиль. «Химической» автомашине не понадобятся обычные системы питания топливом, смазки, зажигания. Не нужна будет и обычная коробка передач.

Более полно использовать топливо, перестать выбрасывать тепло с выхлопными газами — вот что обещает в будущем электрохимия. А затем постепенно, начав с малого — с установок на сотни и тысячи киловатт, — новые источники тока начнут завоевывать прочные позиции и в большой энергетике. И электроток, который они будут давать, обойдется намного дешевле.

Топливные элементы для большой энергетики потребуют от химии новых поисков. Надо добиться, чтобы химические реакции в них протекали как можно быстрее. Только тогда они дадут достаточную мощность. Надо избежать коррозии электродов да и самих сосудов, в которых хранится электролит, — для них придется разработать новые материалы, например керамические.

Возникла еще одна мысль: скомбинировать топливный элемент с ядерным реактором. Может быть, частицы, которые образуются при атомном распаде, смогут стать поставщиками горючего для топливного элемента, разлагая воду на водород и кислород? Ведь эти частицы способны разрушать молекулы, перегруппировывать атомы. Проблема пита-

ния новой энергоустановки была бы решена. Конечно, такая комбинация потребуется не всюду, а лишь там, где трудно добыть другое топливо.

Топливные элементы уже получили первое применение в космосе — они работали на кораблях-спутниках «Джеминай».

Электролитом может послужить и морская вода. Не потому ли думают оборудовать подводные лодки топливными элементами?

Нельзя все наши топливные ресурсы отдать энергетике, но и нельзя все их отдать химии. Топливо должно стать энергохимическим сырьем. И вместо теплоэлектроцентралей появятся энерго-технологические комбинаты. Кстати сказать, они будут работать совершенно без отходов, дадут не только множество химических продуктов, но и обеспечат горючим новейшие преобразователи энергии — топливные элементы.

Стоит подумать и над тем, как аккумулировать энергию. Электрохимические аккумуляторы дороги и несовершенны, но электрохимия, создавая топливные элементы, осваивает прямое преобразование химической энергии в электрическую. А ведь возможно и обратное превращение. Не будет ли топливный элемент служить и как аккумулятор?

Аккумуляирование энергии особенно важно для солнечных станций, работающих только днем. Выдвигается идея использовать вместе водородно-кислородный топливный элемент и электролизер, разлагающий воду на водород и кислород. Солнечные батареи будут днем давать ток в сеть и для электролиза, обеспечивая элемент на ночь топливом.

Предлагают использовать в топливном элементе и бактерии. Для этого их вместе с питательной средой надо подать к одному из электродов, а к другому подвести кислород. Разлагая и окисляя органические вещества, они выделяют водород, который и служит топливом в элементе.

Такие бактерии есть в океане; там для них в придонных слоях изобилие пищи. Есть они и в желудке человека, и, может быть, этим воспользуются, чтобы обеспечить электроэнергией космонав-

тов. И вообще биохимическая энергетика разовьется всюду, где получаются отходы органических веществ — например, на пищевых комбинатах, на животноводческих фермах.

ХИМИЯ РАДИАЦИОННАЯ

Нагрев и давление «сшивают» из молекул-одиночек длинные молекулярные цепочки, исходный мономер превращают в нужный полимер.

Все это выглядит заманчиво и, главное, просто. На деле же оказывается иное. Нужен еще помощник — катализатор. К тому же нередко мешают примеси, от которых избавиться сложно. Не надо думать, конечно, что трудности вообще непреодолимы. Иначе не было бы всего огромного семейства пластмасс.

Но можно сделать и так: подвести к молекулам энергию другим путем — обстрелять их частицами, тогда высокие температура и давление уже не понадобятся, как не понадобится и катализатор.

Химик, создающий полимеры, отчасти чем-то напоминает садовника. Он выращивает большие молекулы и простые цепочки, короткие или длинные, и кустики с боковыми ветвями; и соединяет одно с другим, получая все более и более сложные химические «деревья». Он может сделать прививку: к молекуле одного полимера «привить» молекулу другого и получить гибрид.

И тогда из полимера жаростойкого, но портящегося в бензине или масле и полимера бензостойкого, но не переносящего жары возникает материал, которому не страшны ни нагрев, ни масло, ни бензин.

Прививка на растении приживается сама по себе. Химику же приходится «пришивать» молекулы, и он может здесь воспользоваться радиацией. Излучения помогут возводить новые молекулярные постройки. Они полимеризуют вещества, которые иначе больших молекул не образуют.

Вот перед нами маленькое озеро жидкого моно-

мера. Облучим эту заготовку. И что же? Жидкость сразу застынет, превратится в прозрачный кусок плексигласа — органического стекла. Теперь перед нами не жидкий мономер, а твердый, кристаллический полимер. Никаких операций с ним не надо производить: ни греть, ни растворять, ни перемалывать.

Можно превратить жидкий мономер и в волокно. А отсюда уже недалеко и до готовой ткани.

Радиационная химия могла бы решить и другую задачу: энергией излучений заставить соединиться азот и кислород воздуха. Тогда мы получили бы возможность готовить удобрения прямо из атмосферы, потому что двуокись азота — превосходное сырье. Давний этот замысел осуществится сравнительно простым путем благодаря радиационной химии.

Ядерный реактор станет и химическим заводом. Ведь радиоактивные осколки — это носители энергии, которая может перестраивать вещество. Из воды в нем получают водород — заготовку для многих химических реакций. Водород в нем же соединится с углеродом, причем произойдет это проще, чем обычно, без повышенного давления. В конечном итоге, в реакторе синтезируются аммиак и спирты, углеводороды и фтороуглероды.

Радиационная химия — это преодоление невозможного. Те превращения, которые она вызывает, недоступны обычной химии. И пусть многое, о чем мы здесь рассказали, пока еще рождено лишь в лаборатории. От лаборатории до производства — один шаг, и он будет сделан в ближайшее время.

ЧИСТОЕ ВЕЩЕСТВО

Наш век по-прежнему остался веком железа. Точнее было бы сказать — веком стали, то есть железа с добавками углерода и других элементов. Загрязняя железо, мы его облагораживаем. Только сталь, а отнюдь не чистое железо и служит основным материалом техники наших дней.

О том, что чистое железо таит в себе неожиданные свойства, могли раньше лишь подозревать. Ведь наводила же на эту мысль знаменитая колонна в Индии, которая, не изменяясь, не окисляясь, стоит уже много веков. Но химия до недавнего времени не умела получать очень чистые вещества. Когда же она научилась это делать, то многие вещества предстали в новом виде. Отсюда произошло их второе рождение, отсюда их широкое вторжение в жизнь.

Германий, например, так бы и остался где-то на задворках, если бы не оказалось, что в чистом виде он отличный полупроводник.

Придется, вероятно, пересмотреть прежние представления об элементах главных и второстепенных. Придется пересмотреть и заявки, которые сделает химия будущего на сырье.

Чистота откроет истинные свойства вещества. Неизвестно, какие неожиданности преподнесет вещество, в котором не будет почти ни одного постороннего атома или молекулы. Само понятие о чистоте со временем будет меняться, один посторонний атом будет приходиться уже не на миллионы, а на триллионы атомов.

А достигим ли верхний предел, можно ли изгнать все примеси, получить идеально чистое вещество? Оказывается, на практике этот идеал недостижим. Чем меньше остается «грязи», тем труднее ее удалять, труднее вылавливать оставшиеся одиночные атомы. Кроме того, вещество невозможно изолировать, оно всегда будет соседствовать с чем-то — даже если поместить его в вакуум. Ведь и идеальный вакуум тоже недостижим. В итоге произойдет обмен, взаимодействие, и какое-то, хотя бы ничтожно малое, загрязнение все же остается.

Достигнуть как можно более высокой чистоты — задача заманчивая. Тогда выявляются подлинные свойства вещества, и зачастую совершенно неожиданные. Химики говорят, что чистота — уже современная — представила им знакомое в новом свете. Металлы хрупкие и ржавеющие оказались эластичными и стойкими, а твердые — мягкими.

Уже теперь можно обнаружить один посторонний атом среди миллиарда основных. И такой точности добиваются не ради рекорда. Столь высокая степень чистоты необходима, чтобы, например, полупроводник германий был полупроводником.

Обычные методы непригодны для контроля качества в ультрачистой металлургии. Разрабатываются новые методы анализа. В будущем химия сможет обнаружить один атом среди сотни триллионов других.

За сверхчистыми веществами стоят сверхжаростойкие сплавы.

Атомная техника требует материалов наивысшей чистоты. Даже миллионная доля процента примесей бора к урану сделает работу реактора невозможной.

Их потребует термоядерная энергетика, основа которой — плазма, нагретая до миллионов градусов.

Что еще обещает химия ультрачистых веществ?

Материалы, побывавшие в ядерном реакторе, загрязнены радиоактивными осколками. Эти примеси надо удалить, остаться должны лишь самые ничтожные их количества. Если бы можно было добиться такой очистки, то произошел бы переворот в технике и быту.

«Его не могут представить себе даже авторы фантастических романов», — замечает академик И. И. Черняев. И он набрасывает действительно сверхфантастическую картинку.

Суда, летательные аппараты, электростанции могли бы использовать энергию распада ядер активных элементов почти полностью. Применение в быту атомной энергии возросло бы настолько, что способы ее использования оказались бы совершенно несравнимыми по своему многообразию с использованием пара и электричества в настоящее время. Наступила бы эра полной перестройки бытовых приборов, а также орудий и приемов техники и сельского хозяйства.

Сверхочистка нужна и для целей химического синтеза. Например, техника уже сейчас требует ма-

териалов с различными магнитными и электрическими свойствами. Для того чтобы их создать, химики должны дать сверхчистые вещества, ввести в них специальные добавки — столько, сколько требуется, и так, как требуется.

Судьба всех новых способов прямого превращения тепловой энергии в электрическую связана с созданием дешевых полупроводниковых материалов высокой степени чистоты. Один процент примесей — и полупроводник перестает быть полупроводником. А потому «загрязненность» допускается не более миллионной или даже миллиардной доли процента. Иногда требования бывают и еще жестче. И судьба всех проектов, вроде солнечных батарей на крышах домов, либо мощной электростанции на космическом корабле, или внеземной станции, оказывается в руках химиков. Можно было бы уже сейчас устроить домовую солнечную электростанцию на полупроводниках, если бы она не стоила свыше миллиона рублей и не занимала бы огромную площадь.

Когда появятся высокоэкономичные полупроводниковые термобатареи и фотоэлементы, гелиотехника начнет свое победное шествие по нашей планете.

Солнечные батареи разместились бы на крышах зданий, и заводы, животноводческие фермы, дома получили бы дешевый электроток. Для них хватило бы места даже на крышах автомашин.

Быть может, стоило бы занять батареями хотя бы небольшую часть пустынь. Это поможет добыть воду из подземных пресных озер, даст жизнь заводам и городам, возникшим в пустынных районах.

Полупроводниковыми батареями можно было бы покрыть склоны гор и любые другие пространства, где достаточно солнца и которые нельзя никак использовать по-другому. Наконец, и на искусственно созданных в океане островах найдется место для гелиостанций.

И даже если мы не займем солнечными батареями ни пустыни, ни склоны гор, ни поверхность океанов, ни даже Луну — как это иногда предла-

гают, все равно Солнце даст нам немало для наших повседневных нужд, для того, что зовется «малой» энергетикой.

Повышенные требования к чистоте материалов предъявляют химикам все новые и новые отрасли техники. В будущем эти требования намного расширятся.

Вероятно, самым подходящим местом для получения сверхчистых веществ было бы межзвездное пространство. На Луне и внеземных станциях в будущем разместят химические заводы.

ПОМОЩНИКИ ХИМИКОВ

У химиков есть чудесные ускорители — катализаторы. Не меняясь сами, они заставляют взаимодействовать другие вещества. Если реакция идет недостаточно быстро, они ее ускоряют. Если она идет слишком бурно — замедляют. Правда, тогда это будут «катализаторы наоборот» — ингибиторы.

Размах скоростей различных превращений необычайно широк. Миллионные доли секунды длится взрыв, топливо сгорает за тысячные доли секунды, а ржавчина на влажном железе появляется через несколько часов. И быстрые, и медленные процессы совершаются повседневно и вне нас, и в нас самих. Ибо ведь и человек — «химическая фабрика», перерабатывающая пищу и кислород.

Иногда химия выступает в роли «ускорителя времени». Она изменяет счет на геологических часах, сжимает тысячелетия чуть ли не до мгновения.

Природе потребовались миллиарды лет, чтобы превратить растения в каменный уголь. Современные химики повторили примерно то же самое за восемнадцать дней. Они обработали полуфабрикат, извлеченный из древесных опилок. Результат: бурый уголь. Продолжили опыт, и еще через несколько суток был готов настоящий каменный уголь.

Сама жизнь поставила перед химиками проблему научиться замедлять или ускорять реакции.

Потому и понадобилось найти вещества, способные решить такую задачу.

Впереди — улучшение старых и создание новых химических ускорителей. Надо добиваться более сильного их действия и, что очень важно, при невысоких температурах. Иначе появятся примеси, нужного вещества получится меньше и оно не будет чистым.

Как ни велик выбор, его надо расширять. Разве все возможные реакции уже осуществлены? Разве всегда химическое производство идет самым дешевым и коротким путем? И разве всегда химик, перестраивая молекулы, делает это именно так, как лучше всего? Здесь и должны помочь катализаторы — и старые и новые.

Если бы удалось составить каталог катализаторов, то можно было бы сразу, а не вслепую воспользоваться единственно необходимым.

Катализаторам мы будем обязаны тем, что дешевое сырье — уголь и древесина, известь и вода — даст изобилие синтетики (от каучука и топлива до медикаментов и пластмасс).

Фантасты предлагают чудодейственный катализатор, легко разлагающий воду: водородно-кислородное топливо получается без всякого электролиза, самым наипростейшим путем. Автомашины вместо бензина можно заправлять обычной водой. Удобно, не правда ли?

Инженеры строят двигатели на газообразном горючем — уже не прежние газогенераторы, работающие на деревянных чурках. Вместо бензина — аммиак. И, быть может, из воды и воздуха с помощью небольшого ядерного реактора станут получать горючее для автомашин. Особенно удобным это было бы для вездеходов, которые смогли бы заправляться водой из любого водоема. Так химия с помощью атомной энергетики воплотит в жизнь мечту фантастов о превращении воды в топливо.

Новые катализаторы позволят из простых веществ получать сложнейшие. Они помогут брать из воздуха азот, вовлекая его в различные химические соединения, использовать экономично солнечную

энергию в фотохимических преобразователях, заставить работать искусственные мышцы. Полимеры — жаростойкие и высокопрочные — тоже окажутся «делом их рук».

И, вероятно, катализаторы будущего позволят найти путь к превращению угля и воды в пищевые и технические жиры, над чем уже долго бьются химики.

Чрезвычайно активные катализаторы помогут преобразовывать солнечную радиацию — и, возможно, не только видимый свет — в другие виды энергии. Появятся фото- и термоэлементы столь совершенные, что они станут промышленными источниками тока. Когда-то их к. п. д. не превышал доли процента, потом он возрос до семи—десяти. Повышение еще в несколько раз вполне реально.

А ингибиторы — замедлители реакций — смогут предотвращать гибель металла от коррозии, старение пластмасс, порчу пищевых продуктов, быть может, даже помогут бороться с лучевой болезнью и злокачественными опухолями.

Очень многому здесь может химия научиться у природы.

Уникальному, идеально налаженному производству, которое существует в клетке, могли бы позавидовать инженеры-химики. То, что на заводах совершается при высоких температурах и давлениях, в ней происходит при комнатной температуре и давлении ровно в одну атмосферу, и притом намного быстрее.

В чем же дело? Да в том, что природа расчленила химический процесс на многие этапы, и каждый шаг уже не требует столь большой затраты энергии. На каждом этапе работают свои ускорители-ферменты.

Здесь-то и скрыт секрет того совершенства, с каким мы сталкиваемся в живой клетке. Командуют в ней ферменты — достаточно сложно устроенные белковые молекулы.

Эти биологические ускорители заставляют протекать химические реакции в организме в десятки и сотни тысяч раз быстрее. Именно от них зависит

обмен веществ. О необычайной химической активности ферментов говорит такой факт. Под действием воды крахмал превращается в сахар. И ферменты ускоряют эту реакцию в десятки тысяч раз. Иначе пища в желудке переваривалась бы месяцами...

Ферменты — ключи жизни. Ими обладают все существа — от самых простейших и мельчайших до человека. Они есть в растениях, и не будь их — не было бы фотосинтеза. Вот почему академик Н. Д. Зелинский говорил, что ферменты перебрасывают мост между живым и неживым, помогают создавать живое, органическое тело.

Природные ускорители куда сложнее наших искусственных, но зато они и намного энергичнее. Их действие неизмеримо сильнее, чем у тех, которые создаются в лабораториях.

Ферментов известно несколько сот. Однако строение многих из них остается загадкой, и разгадать ее очень важно.

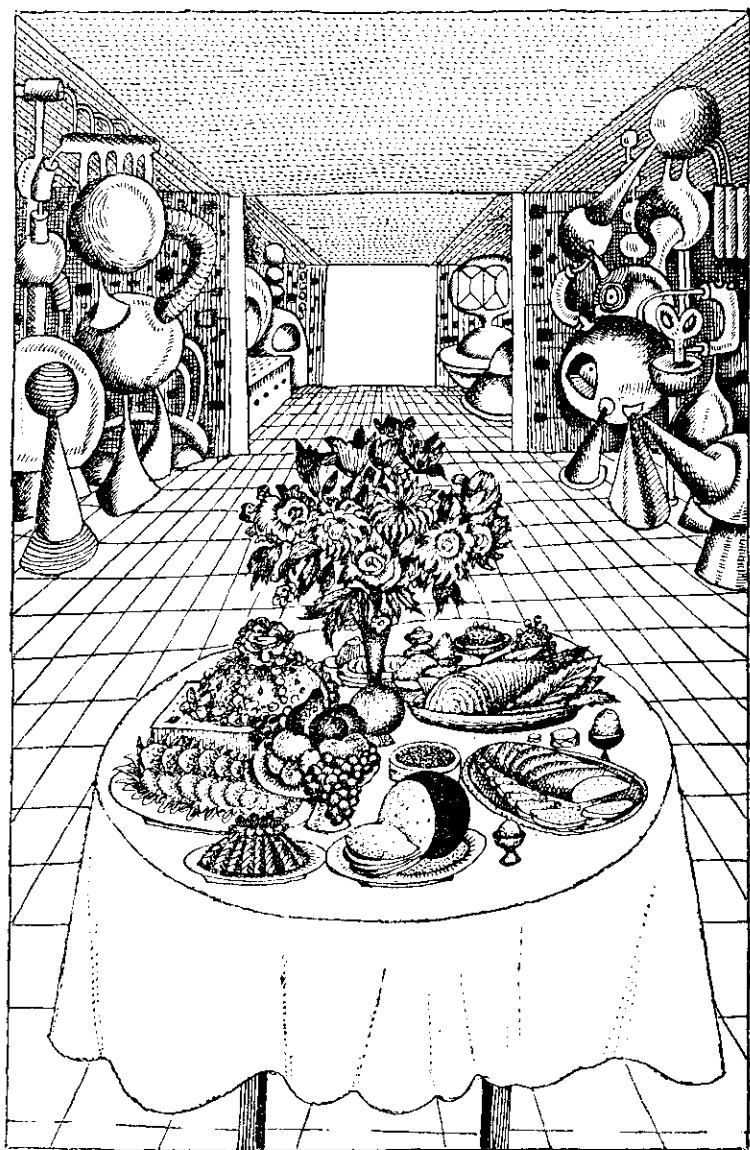
Во-первых, потому, что ферменты не только катализаторы, которые разлагают, обезвреживают вредные вещества, ускоряют окисление веществ полезных, но и переносят атомы или группы атомов от молекулы к молекуле, когда это бывает нужно организму.

Во-вторых, они служат защитниками от неожиданных химических опасностей: стоит появиться в организме яду, как ферменты тотчас начинают его разрушать. И ведь любопытно, что борьба с вредными насекомыми сильно осложнилась благодаря ферментам. В организме насекомых выработались противоядия, и уничтожать насекомых стало куда труднее.

В-третьих, и потому, что среди ферментов есть химические аккумуляторы энергии. Энергия требуется и для создания белков, и для работы мышц, для сохранения постоянной температуры тела — словом, для любого проявления нормальной жизни организма.

ЧАСТЬ II

В ШКОЛЕ
ВЕЛИКОГО
ХИМИКА



Заглядывая вперед, химик-технолог не сможет пройти мимо опыта живой природы — этого поистине Великого Химика, искуснейшего из искусных.

Что дало бы нам овладение секретами живой химии?

Если мы сможем, подобно ей, обойтись без высоких давлений и температур, значит, не понадобятся дорогие материалы. Стекло, вероятно, заняло бы на химических заводах место стали.

Высочайшая надежность? Пока она недостижима, говорят ученые. Надо еще разобраться во всех тонкостях природной кибернетики. Они не сомневаются, что со временем это удастся сделать. У нас часто пользуются выражением «умные машины». Но только природа поможет сделать их по-настоящему умными.

Наши катализаторы в сотни и тысячи раз менее активны, чем ферменты животного и растительного мира — катализаторы природные. Они еще не обладают столь высокой избирательностью — способностью ускорять только одну реакцию из многих сотен.

А ведь те же самые реакции, в которых участвуют ферменты, мы встретим и на наших химических заводах.

Мы не будем, конечно, слепо копировать природу. В сложных молекулах ферментов лишь частичка, лишь активный центр служит всему причиной. Выходит, можно создать упрощенную постройку. Биохимики выделяют ферменты из живых тканей. Химикам же придется из большого ассорти-

мента молекул неживой материи создать искусственно подобие живого фермента. Думают даже, что в искусственных ферментах обойдутся... без белка.

Спрашивается: сравнивается ли по силе действия биокатализатор искусственный с природным? Да и будет ли годиться для наших целей ферментный осколок, только одна его активная часть? И, наконец, выполнят ли свою роль так, как нужно, катализаторы, устроенные проще, чем белки?

Опыты дали утвердительный ответ. Правда, не всегда удается догнать природу, получить столь же энергичный фермент. Но ведь это сейчас, а в будущем, может быть, будет иначе! Есть к тому же случаи, когда создавали даже более активные биологические вещества, чем природные.

Сегодняшняя практика подтверждает, что соревноваться в создании ферментов с природой вполне возможно. В то же время эти успехи таят в себе загадку для теории.

Если работоспособны более простые вещества, то зачем природе понадобились такие сложности? И только ли в одной активности дело? Не выполняют ли ферменты еще какую-то роль? Не могла же искусница-природа допустить столь неоправданные излишества или какие-то просчеты!

Большинство ферментов в клетке, оказывается, сосредоточено в митохондриях — особых тельцах, разделенных перегородками. Такая конструкция непроизвольна: недаром же, если митохондрии постепенно разрушаются, они вновь восстанавливаются, и опять с теми же перегородками. По-видимому, все эти сложные сооружения составляют часть химического завода клетки.

Чтобы создать химический завод, столь же совершенный, как клеточный, биохимикам предстоит немало поработать.

Ферменты возникли в первом же живом комочке белка. С тех пор несметное число тысячелетий природа совершенствовала это свое создание, как и другие детали белковых молекул. А если создать модель химической системы, которая станет саморазвиваться подобно живому белку?

Разумеется, такую эволюцию надо сжать во времени. Ее можно направить и необязательно по проторенному пути, а выбрать другой вариант, не только более короткий, но и чем-то более интересный. У природы, как мастера эволюции, тоже были в запасе разные варианты.

Клетка устроена одинаково у людей и животных. Но люди и животные суши не могут пить морскую воду, а обитатели моря и одна-единственная птица — альбатрос — могут. У альбатроса имеется солевая железа, клетки которой работают несколько иначе. Сложная система клеточных «насосов» опресняет воду и выбрасывает соли.

Если уж природа придумала такое хитроумное приспособление, то почему бы и человеку, создав саморазвивающуюся химическую систему, не попробовать вести искусственную эволюцию по-своему?

Сине-зеленые водоросли работают, строят белок не только на свету, но и в темноте, если к питательному раствору добавлять глюкозу. Химическое производство в них легко переналаживается. И это тоже показатель высокого совершенства. Перевести же химзавод с одного вида топлива на другой — для нас целая реконструкция.

Учителями химиков должны стать и бактерии. Как много дала бы химии будущего разгадка секретов их химического «производства»! С помощью своих ферментных систем они могут делать удивительные вещи.

Есть бактерии, которые синтезируют белки, питаясь окисью углерода, а она смертельна для человека даже в самой малой дозе. Есть бактерии, окисляющие железо, превращающие серу в серную кислоту, использующие гремучий газ, который не взрывается при этом.

Невидимки легко и просто связывают атмосферный азот в разные соединения: тот самый азот, который химики долго не могли заставить вступать в реакции и успеха добились лишь с помощью высоких давлений и температур. То, что происходит в клубеньковых бактериях, живущих на корнях бобовых растений и связывающих азот, будет воспроиз-

ведено искусственно. Тогда покажутся анахронизмом дорогие, громоздкие, огромные машины и аппараты современной химической индустрии.

Катализаторы бактериальных клеток весьма совершенны. Мы не умеем иногда получать нужный нам продукт в чистом виде, без «спутников». А бактерии способны на это.

Мы еще не умеем получать кое-какие вещества, которые легко вырабатываются бактериями. Уже тысячи химических реакций, самых разнообразных, проводят для нас микроорганизмы. В будущем мы научимся управлять, руководить их работой.

Мы наладим в широких масштабах синтез всевозможных соединений — антибиотиков и витаминов, углеводов, белков и жиров, стимуляторов роста, добычу полезного нам всюду, где оно есть. И, что очень важно, мы выведем новые виды бактерий, заставим их синтезировать именно то, что нужно нам. Новые поколения, выведенные искусственным путем, могут оказаться намного производительнее своих предков: отличий здесь не меньше, чем у домашних животных и культурных растений от диких.

Совершенно необычное применение в биохимии уже нашла вычислительная техника. Электронные машины рассчитывают рацион питания для бактерий: первый опыт, который поможет воспользоваться электроникой для управления микробиологическим синтезом. Большие биохимические заводы, производящие корма и пищу, будут управляться кибернетически.

Вполне серьезно геологи говорят уже теперь о возможности создавать месторождения руд — не за миллионы лет, как в природе, а гораздо быстрее. Бактерии в этом помогут, ибо они работники и в подземных кладовых.

Пример неожиданной проблемы, которую химия выдвигает и которую она же должна решить. Тару изготавливают из негорючей пластмассы. Поэтому уничтожить ее невозможно. Но если ввести в нее уже при изготовлении бактерии, то они потом съедят пластик.

Какой откроется простор, когда разгадают многие загадки живого!

Вот один из первых примеров удачной учебы химиков у природы.

Из крови осьминога извлекли вещество, способное собирать медь, растворенную в морской воде. Затем создали подобное вещество искусственно. Оно задерживало не только медь, но и уран, и притом полностью.

Тогда пошли еще дальше: появился еще один химический «аккумулятор» — для золота. Собрали его вроде бы очень мало — меньше полтора миллионной доли грамма из ста литров. Но Океан велик, а технология чрезвычайно проста. Если пропускать морскую воду через небольшие плотины, поставив на ее пути химический аккумулятор, то можно добыть немало драгоценного металла.

Химики могут поучиться у природы секретам растительных конструкций. Они узнали, что растения состоят в основном из углеводов или похожих на них веществ. Эти вещества особенно подходят для создания прочных и своеобразных архитектурных сооружений. Природа умело распределила материал, применила армировку, — волокна, составляющие остов, выдерживают наибольшую нагрузку, они не менее прочны, чем сталь.

Измельчая и затем уплотняя вещества, готовя из них материал — строительный, конструкционный, — мы, по существу, берем урок у природы.

Кости и мышцы животных, стволы, стебли растений состоят из множества волокон, зерен, пленок. Поэтому материал надо, подражая природе, строить из мельчайших частичек. Сначала надо его раздробить, а потом сблизить между собой частицы, избегая опасных крупных пор и пустот.

Химическое формование тоже заимствовано у природы. Кожа, мышцы, сосуды, все живые ткани образуются не из заготовок, а получают из первичного сырья сразу как готовое изделие. Этот способ станет одним из важнейших в химической технологии будущего.

Паутина, оказывается, изготавливается пауком

точно по заказу. Для разных своих надобностей паук делает и разную нить: эластичную — для ловчей сети, прочную — для подвески, объемную, похожую на шерсть — для кокона, хранилища яиц.

Мы стремимся подражать пауку, создавая искусственные волокна, но нам это удастся пока что хуже. И в поисках путей к синтетическим волокнам с заранее заданными свойствами нам стоит внимательнее присмотреться к работе паука. Он, как и шелкопряд, проделывает совсем просто то, что нам дается с большим трудом.

Возможно, химикам в будущем удастся создать искусственный белок, в котором искусственные же молекулы с заложенной в них наследственной информацией будут управлять синтезом, выращивать волокнообразные полимеры с заранее заданными свойствами. Искусственно воссоздадут происходящее в живых тканях, где молекулы, обладая наследственной памятью, руководят «строительством» белков.

Присмотревшись к шелкопряду, химики-технологи поняли, что совершали ошибку. Он не продавливает жидкую заготовку сквозь отверстие, как делают наши машины, — он приклеивает капельку к чему-либо и вытягивает нить.

Мы портим материал, ломаем молекулы, наше волокно непрочное. А шелкопряд предоставляет молекулам самим укладываться наилучшим образом — вдоль волокна, и оно становится очень прочным. Верх совершенства в таком живом химическом производстве!

Материал у него одновременно и машина. Он сам придает себе нужную структуру. И ключ ко всему этому скрыт в молекулярном механизме. Разгадав его, мы перенесем технологические принципы природы в технику. Не появятся ли тогда химические фабрики волокон без машин?

Но выяснить, что происходит в органическом мире, если смотреть на него с химической точки зрения, — далеко не все. У природы химия будет учиться создавать заменители, не уступающие оригиналам, а может быть, и превосходящие их. Паук

и шелкопряд — не единственный пример. Мы уже делаем искусственную кожу и будем делать ее еще лучше!

Не удивительно ли это? Человек проникает в тайны далеких звезд и галактик, исследует глубочайшие земные недра, изучает атом. А живая природа для него до сих пор полна загадок. Птиц, насекомых и других животных и растений наберется, вероятно, миллионы видов. Работы хватит, по-видимому, не на одно поколение ученых и инженеров.

Но нас здесь интересуют лишь химики и химикотехнологи. Какие уроки им может преподать мир живого?

Бабочка тутового шелкопряда может улавливать запахи, если пахучего вещества в кубометре воздуха хотя бы одна молекула! Ученые заинтересовались этой замечательной способностью и синтезировали то самое вещество, которое привлекает бабочек.

Вещество, однако, оказалось в четырех лицах, и лишь один из изомеров¹ в точности соответствовал природному. Бабочка безошибочно его отличала, люди же сделать этого не могли. Вот насколько бывает развито обоняние у живых существ!

Химики не преминули воспользоваться своим открытием. Искусственно созданное ими вещество уже пробуют применять для приманивания и уничтожения вредителей лесов. Задача чрезвычайно важная: ведь те ядохимикаты, которые до сих пор создавала химия, становятся бессильными, ибо насекомым удается к ним приспособиться, и новые их поколения уже не так-то просто истребить. Кроме того, ядохимикаты порой уничтожают не только вредных, но и полезных насекомых. Яды попадают в овощи, фрукты, даже в молоко и мясо.

Положение очень серьезно. Химия ищет выход

¹ Изомеры — вещества, имеющие одинаковый элементарный состав, то есть одну и ту же химическую формулу, но отличающиеся по своим физическим и химическим свойствам вследствие различного расположения атомов в молекуле.

и, несомненно, найдет его. Она уже пробует создавать препараты, которые помешали бы вредным насекомым размножаться, делая их бесплодными.

Что еще мы могли бы позаимствовать у «живой химии»?

Сотни запахов различает лягушка, собака — уже до миллиона, кролик — несколько миллионов. Кролика и лягушку, правда, не заставишь работать, зато собачий нюх верой и правдой служит человеку. Если бы собака попала в цех, она по запаху смогла бы определить, не начался ли износ инструмента, найти место, где протекает трубопровод.

И пытаются даже приспособить мух в качестве индикаторов — они покажут, где протекает жидкость в какой-либо гидросистеме. Говорят, что «мушинным» способом американцы испытывают надежность топливного оборудования ракет. Каковы их успехи — об этом, правда, ничего не известно...

Но важно другое. Несомненно, природа подскажет, как устроить тончайший, распознающий запахи прибор.

Любопытно, что разных запахов — десятки миллионов. Надо иметь опытный «нюх» парфюмера, чтобы различать хотя бы сотни. Распознать сложные пахучие вещества химик теперь может далеко не сразу. А что было бы, если обострить обоняние химика, дать ему в помощь искусственный нос?

Он станет контролером на парфюмерном заводе. Криминалистам заменит ищейку. На пищевом комбинате определит, свежие ли продукты. Такой «нос» следил бы за чистотой воздуха в городах и на производстве.

Запах — своего рода химический сигнал, на расстоянии рассказывающий о веществе. И попади искусственный нос в атмосферу другой планеты, он быстро определит ее состав. Этот экспресс-анализ по запаху можно передать в зашифрованном виде по радио.

Да и вообще обостренное обоняние раскрыло бы перед нами целый мир и вне Земли, и на Земле.

Разве не помог бы совершенный прибор по самым незначительным изменениям «спектра» запахов просигнализировать, что человек заболел? Разве не предупредили бы такие приборы о приближении опасного износа деталей, особенно там, где работают автоматы? Разве не пригодился бы опыт природы, чтобы вообще предупреждать об опасности где бы то ни было — в шахте, на химическом заводе, в кабине космического или подводного корабля?

Рыбы тоже чувствительны к запахам: они замечают в кубометре воды даже миллионную долю грамма примеси. Только поэтому лососевые за тысячи километров находят путь к местам нереста. Как они улавливают запах, мы пока не знаем. Когда же узнаем, сможем, вероятно, построить прибор для своего рода химической связи под водой.

Пусть современный электронный «нос» способен отличить всего несколько химических соединений. Его «потомки» постепенно догонят природу.

Воспользовавшись опытом природы, мы построим приборы, которые по чувствительности во много раз превзойдут современные. Тогда измерению и наблюдению станут доступны такие расстояния, колебания, количества вещества, света и тепла, которые сейчас ускользают от нас.

Подобно тому, как сверхскоростная киносъемка — лупа времени — позволила понять, сколь велико мгновение, сколь богато оно событиями, проникновение за пределы сегодняшней чувствительности приборов, видимо, приоткроет дверь в сверхмалое.

А из малого вырастает большое. Ведь только тогда, когда научились обращаться с невообразимо малыми количествами вещества, смогли открыть и изучить свойства новых элементов, получить вещество сверхвысокой чистоты, применять «меченые» атомы, разделять изотопы.

Когда научились принимать и усиливать слабые сигналы, слабые токи и свет, тем самым распахнули окно во Вселенную. Увеличилась познанная ее часть, более того: она предстала иной — Радиовесе-

ленной, Вселенной ультрафиолетового и инфракрасного излучений. И были открыты тогда темные, невидимые радиозвезды и радиогалактики, звезды, которые в обычный телескоп не обнаружить.

Так почему же не предположить, что мир живого не поможет нам приоткрыть завесу скрытого сейчас?

Химик, например, сможет точно определить, какие элементы растворены в морской воде и сколько их там. Сейчас обнаружено сорок четыре. И, несомненно, должны быть остальные. Ведь обнаруживаются же в телах морских животных те из них, какие еще не найдены в воде. Просто нет еще столь сверхтонких методов анализа, просто мы не умеем замечать и обращаться со столь слабоконцентрированными растворами.

Если вспомнить про гигантский объем Мирового океана, малое опять обернется большим. Узнав все о воде, мы сумеем тогда полностью использовать эту «жидкую руду». Она будет поставлять все элементы менделеевской таблицы.

Очень интересным органом обладают киты. Чувствительности этого живого прибора может позавидовать техника. Усатый кит питается планктоном и находит его скопления в толще вод, всегда двигаясь к нему по кратчайшему пути. Но китовая пища скапливается не всюду, а лишь в определенных местах, с определенной соленостью. Кит, очевидно, определяет с высокой точностью (до сотых долей процента!), насколько насыщена солями морская вода, а потому и находит быстро дорогу к своему «пастбищу». Может быть, и «опыт» китов пригодится тем, кто изучает океанские богатства?

Поговорим теперь о другом — о хлебе насущном, о пище. В этом разговоре химия будет принимать самое активное участие. Но начнем с вещей известных и даже таких, где химия явно не выступает или выступает в своей старой роли.

Сейчас голодает либо испытывает недостаток в пище — особенно белковой — более половины населения Земли.

Если бы всюду, а не только в отдельных местах разумно, по всем правилам науки, вести сельское хозяйство, то урожаи повысились бы в четыре-пять раз. В масштабе всего земного шара — резерв гигантский.

Если бы использовать под земледелие всю площадь, какую только можно занять, то продуктов питания хватило бы на 65 миллиардов человек!

А теперь, если объединить и то и другое, если на всех этих землях еще и снимать наивысшие урожаи, то Земля прокормит самое меньшее 260 и самое большее 325 миллиардов человек!

Искусственный фотосинтез — дальняя перспектива, а более близкая — управление фотосинтезом природным. Если бы мы смогли заставить растения еще лучше использовать солнечный свет, урожаи увеличились бы в несколько раз! Один процент — таков примерно к. п. д. фотосинтеза. Ученые считают, что его можно было бы увеличить, по крайней мере, в пять раз!

Несколько десятков химических элементов нужны растению, чтобы оно нормально росло и развивалось. Не думайте, однако, что «несколько» — всего два или три. Точное число — больше 70, почти вся природная часть менделеевской таблицы.

Химия издавна служит поставщиком пищи растениям. Она поставляет удобрения миллионами тонн. Но все равно этого мало. Если бы, например, азотных удобрений она давала вдвое больше, то и пищи дополнительно получилось бы столько, сколько нужно на год четверти миллиарда человек!

Бактерии делают то, что пока людям недоступно — готовят кормовую белок, причем очень быстро и просто. Одна клеточка перерабатывает в десятки раз больше пищи, чем весит сама! Разгадав, как она усваивает атмосферный азот, мы сможем в огромных масштабах готовить удобрения из воздуха. Связывать азот воздуха помогут и ферменты, выделенные из растений.

Электрический разряд дробит молекулы, и из осколков создаются новые соединения. Причем осколки эти очень активны, легко вступают в реак-

цию. Так из воды и воздуха — иначе говоря, из молекул водорода, кислорода и азота — с помощью электричества можно будет получать азотные удобрения. Вода, которая идет для полива, одновременно станет и удобрять почву. Может быть, окисью азота, возникающей в воздухе при разряде искусственной молнии, можно будет насыщать поля. И, наконец, радиационная химия поможет добывать удобрения из воздуха и воды.

Возможности химии в борьбе за урожай не ограничиваются одними удобрениями.

На нас надвигается грозная опасность, и угрозу чувствует все сильнее уже современное поколение людей. Вредители и сорняки, многие бесполезные пока растения и животные мешают жить полезным. Мешают им болезнетворные бактерии и грибки. Вред, который приносят всевозможные паразиты, хищники и прочая «нечисть», созданная природой, просто неисчислимы!

Только потому, что мы еще не умеем с ними бороться, мир теряет ежегодно миллиард пудов зерна.

Мы можем еще кое-как прикинуть убытки в земледелии и животноводстве. Колоссальный вред наносится не только полям, огородам и садам, но и всему растительному миру Земли. Помимо всего прочего, это ведь еще один наш пищевой резерв.

Сколько ныне диких растений станут культурными! Сколько пищи и всевозможного сырья смогут они дать!

Сейчас только единицы приручены нами: из семи тысяч злаковых растений используются только рожь и пшеница, овес и ячмень, рис и кукуруза, ну и разве что еще несколько, включая кормовые травы. И надо беречь всю флору, люди и так нанесли ей существенный урон. Грядущим поколениям придется поправить дело.

Казалось бы, борьба с вредителями идет, и успешно. В чем же причина беспокойства, в чем же опасность? В том, что яд скоро перестает быть ядом. Вредные насекомые приспосабливаются к нему, у них вырабатывается защита. И, в конце концов, как мы уже говорили, появляется потомство, кото-

рое совсем не боится нашего химического оружия. Все время должны создаваться новые и новые яды. Вот над чем придется подумать — и этим занимаются сейчас, не говоря уже о будущем.

Начав считать убытки, быстро не остановишься. Продукты портятся, и мы только еще учимся их сохранять. Сливочное масло, чтобы оно не желтело от времени, не пахло, не горчило, мы уже знаем, как защитить. Научила нас этому химия, дав вещества, предохраняющие от окисления, — антиоксиданты. Научит она защищать и другие продукты.

Преждевременное прорастание и перезревание плодов и овощей тоже наносит огромный ущерб. И здесь есть скрытый резерв, воспользоваться которым поможет химия.

Химия помогает сохранять лук и картофель так, чтобы они не прорастали. Получаются своеобразные овощные консервы. Консервировать можно будет и мясо: остановить в нем процессы разложения, и тогда оно будет свежим сколь угодно долго.

Будем искать еще резервы. Стимуляторы роста растений, вещества, помогающие снимать высокие урожаи. Безусловно, от них можно ждать многого. Количественной оценки тут пока не сделаешь. Но то, что прибавка окажется существенной, известно уже и сегодня.

Человек еще не перешел на химическую пищу, а растения пользуются ею уже давно.

Между тем, хотя испытаны многие тысячи препаратов, удобрений пока применяется несколько десятков, а ядохимикатов — несколько сот.

Химикам предстоит усовершенствовать пищу для растений. Удобрения будущего должны быть комплексными, концентрированными и, разумеется, безвредными для человека. Они одновременно и подкормят растения, и ускорят его рост, и защитят от сорняков, и предохранят от болезней.

Кроме того, будут созданы вещества, приносящие пользу иным путем. Они изменят структуру почвы, и земля станет лучше удерживать влагу и те же самые удобрения. Для растения такая по-

мощь не менее важна, чем от самой химической пищи!

Стимуляторы роста животных, добавки, улучшающие корм, дадут дополнительно много мяса, молока, яиц.

Выведут новые микроорганизмы и кормовые растения, создадут такие белковые препараты, которые резко повысят стойкость к заболеваниям.

Вирусы станут изготавливать по заказу для борьбы с микробами. Эти борцы с болезнями, конечно, будут безвредны для человека. А против тех вирусов, которые, наоборот, вызывают болезни, найдут необходимые лекарства — куда более сильные, чем до сих пор.

Сумеют убыстрить чередование реакций, связанных с обменом веществ, чтобы ускорить рост. Думают, что животное будет вырастать в два-три раза быстрее, а растение — в десятки раз.

Но это будущее все же далекое, а мы продолжим пока поиски в химии и биологии современной.

Вот как ученые представляют себе биохимическую фабрику кормов.

Сырье: кукурузные кочерыжки и другие растительные остатки, карбамид (азотистый продукт с химической фабрики), немного мясных отходов в качестве своего рода дрожжей (поставщиков микробов — работников этой биохимической фабрики), углекислый газ. Автоматика поддерживает нужную температуру, кислотность, перемешивает массу. И микробы принимают за работу. Они питаются углеводами и азотом, приготавливая белковый корм. Его остается разлить в формы, высушить и, если нужно, размолоть.

Иметь корм, даже самый лучший, — еще не все. Надо, чтобы животные хорошо его усваивали, и здесь скрыт еще один химический резерв.

Оказывается, поверхностно-активные вещества помогают переваривать пищу — она лучше смачивается желудочным соком и, в свою очередь, лучше смачиваются стенки желудка и кишок. Кажется,

это пустяк, но разве пустяк — прирост живого веса у кур чуть ли не на треть! Это куда больше, чем дают сейчас добавки антибиотиков.

Что, казалось бы, мог дать синтетический, искусственный запах? Только ли аромат духов? Сейчас — да, а в будущем — эффективный способ борьбы с вредными насекомыми: химическая приманка привлечет насекомых, чтобы химия же могла их уничтожить.

Здесь мы Америку не открываем, здесь, в общем, все уже известно. Дело только за тем, чтобы идти по уже проторенным путям. По самым осторожным подсчетам, опираясь только на современный уровень знаний, на современную химию и современное сельское хозяйство, можно сказать: от 60 до 85 миллиардов человек способна прокормить наша планета.

Пусть не сотни, а всего десятки миллиардов, но это не фантазия, это вполне реально. Это не потребует никаких революций. Просто за счет того, чем мы уже располагаем, удалось бы накормить население почти тридцати таких планет, как наша сегодняшняя Земля!

Надо иметь в виду и далеко идущие связи. Они не бросаются в глаза, тем более что все это необычно и химия держится здесь словно за кулисами.

Мы пользуемся уже сейчас химическими удобрениями, вводим в почву микроэлементы, даем растениям ускорители роста, в теплицах и оранжереях подкармливаем их углекислотой. Путь прямой и многообещающий, потому что удастся искуснее и шире применять его.

Но есть путь, на котором мы до сих пор не ожидали помощи от химии, — воздействие на погоду. Разве не поможет оно получать еще большие урожаи? Ведь зачастую труд людей гибнет от капризов погоды. Справиться с ними — значит обеспечить наверняка урожай.

Человечество сделает, бесспорно, из своей Земли зеленую планету. Оно освоит всю сушу, какую только можно освоить, оно по единому великому

плану реконструирует Землю. Без химии, без сельскохозяйственной химии, и тут не обойтись.

Только ли удобрений, только ли микроэлементов ждет земледелие от нее? Нет, на нее возлагают большие надежды и в другом.

Химия — это земледелие без почвы, гидро- или аэропоника, как сейчас говорят. К корням растений подводят питательные вещества. Вот и все, что нужно для необычной плантации.

И можно снимать очень высокий урожай, притом не только в теплицах. Можно растения размещать в несколько ярусов, чего не сделаешь на простом огороде. Удобрения используются тогда полностью, и не приходится бояться ни сорняков, ни вредных почвенных бактерий. А уж механизации и автоматике здесь открывается широкий простор.

Всюду, где мало хорошей земли, где позволяют климат и погода (а ведь в будущем и они окажутся в наших руках), возникнут «беспочвенные» сады и огороды. Возникнет подземное земледелие, что сейчас звучит совсем уж, казалось бы, нелепо.

В пещерах — естественных и устроенных человеком — создадут подходящий искусственный климат. Температуру, влажность, даже состав воздуха — все это можно будет регулировать по заказу. Солнце заменят лампы дневного света.

Такой маленький мирок независим от того, что творится на поверхности. Где бы его ни оборудовать — нам обеспечены два-три урожая в год! И в развитии подземного сельского хозяйства химия сыграет решающую роль. Там-то и пригодятся гидро- и аэропоника. Они пригодятся и в городах под крышей, которые возникнут в полярных районах, а быть может, и в иных, малопригодных для жилья краях Земли.

Вероятно, в дополнение к солнечному станут все шире использовать для целей живой фотохимии искусственный свет. Спектральный состав его, условия освещения подберут по заказу — тогда фотосинтезом легче будет управлять — и получат наивысшие урожаи. Бесспорно, в оранжереях, на плантациях водорослей, в садах и парниках под

синтетической крышей освещение будет искусственное, а энергию для этого дадут, например, атомные батареи.

Химия сделала возможным земледелие без земли. Но земледелие без воды — даже химия здесь бессильна. Между тем водоснабжение в природе далеко от совершенства.

Облака возникают часто не там, где надо, и не тогда, когда надо. Снег тает слишком быстро, и земля не получает нужной влаги. Вода испаряется с поверхности водоемов и просачивается сквозь стенки каналов, теряясь бесполезно. А близ морей воды, хотя и много, но толку от нее мало — она соленая.

С помощью химии можно будет поправить природу.

Дождь по заказу, облака, несущие воду от бережий в глубь материков, — это сделает химия. Она даст вещества, частички которых способны притягивать влагу из воздуха, иначе говоря, образовывать дождевые облака.

Она даст пленки, способные задержать таяние снега и испарение воды. Она же создаст надежные покрытия для стенок каналов и водохранилищ.

Она даст «сита», освобождающие морскую воду от солей.

Пленки понадобятся не только для того, чтобы удерживать влагу. Ими уже закрывают теплицы. Они неизмеримо удобнее обычного стекла: лучше сохраняется под ними тепло, лучше проникают сквозь них солнечные лучи.

Установлено даже, что полимерные покрытия помогают растениям развиваться, причем разные растения предпочитают и разные пленки. И, вероятно, химические укрытия позволят создавать — вместе с приборами-автоматами, конечно, — наилучший микроклимат для каждого вида растений.

Вторгаясь в биологию, химия поможет ей. Биологи переделывают растения, чтобы они были выносливее, давали больший урожай. Химики же будут подгонять природу к требованиям растений, вернее, помогут создавать для них искусственно

свой маленький мирок, как можно лучше приспособленный. Одно не мешает другому, и союз химии и биологии даст новые пути, ведущие к одной цели — невиданно высоким урожаям.

Пленки пригодятся для того, чтобы разумно наладить подкормку растений. Частички, гранулы удобрений будут упаковывать в пластмассовую оболочку. Тогда вода не сможет их так быстро размывать, и растения получают свою химическую пищу не сразу, а постепенно. Так химия поможет рационально распределить ею же предоставленный растениям паек.

И, наконец, химия поможет улучшить и самую землю. Про зыбучие пески, болота и топи нечего и говорить — сколько труда тратится на то, чтобы их переделать! Обычная почва портится после того, как по ней проходят машины и орудия, да по многу раз. Ветер и вода начинают хозяйничать на ней, и к добру это не приводит.

Что же может сделать химия? Она даст вещества, способные осушать болота, укреплять пески, бороться с плавунами, возвращать почве утраченную структуру.

Зеленый цвет станет преобладать на нашей планете, и зелень можно будет встретить даже там, где раньше о растительности нельзя было и думать. Конечно, вмешиваться в дела природы люди будут разумно, чтобы не наделать бед, чтобы за близкой выгодой не последовал непоправимый вред. Реконструировать Землю можно лишь после всесторонней оценки любого проекта.

В тропиках и тайге тоже будет хозяйничать человек. В обиход войдут такие плоды дикого леса, о каких сейчас мы и не подозреваем, — и подаренные самой природой, и улучшенные селекцией.

Только в будущем, вооруженный техникой (и химией), человек поведет настоящее наступление на тропическую целину. Техникой, потому что без вездеходного транспорта, без машин, прокладывающих дороги в непроходимых джунглях, далеко не уйдешь. Химией, потому что придется бороться с вредителями и всеми другими помехами. А быть

может, и с дикой растительностью, которая не отступит без боя.

Но химия сыграет еще и другую роль в сельском хозяйстве уже этого века.

Далеко не все, что можно засеять, используется сейчас. И вдобавок одна десятая той же земли занята под технические культуры. Химия высвободит эти земли, заменив природное сырье искусственным. Лишь от одной такой замены наши пищевые ресурсы возрастут, по крайней мере, процентов на двадцать. В масштабах всей планеты не так уж мало!

Мы называем нашу планету Землей. Но, по существу, это неверно: суша занимает всего лишь четверть поверхности земного шара, а три четверти — вода. Мировой океан — еще одна пищевая целина, да и какая! Ее лучше было бы назвать планетой Океан.

Когда говорят о сотнях миллионов тонн живого вещества, обитающего в водах морей и океанов, то не ставят знак равенства между ним и пищей. Вряд ли кто-нибудь отважится, кроме разве потерпевшего кораблекрушение, питаться планктоном!

Эти мельчайшие обитатели моря — превосходный корм для китов, рыб и морских животных. Но мы-то не киты, и без химии планктон, как и другие дары моря, не станет пищей для людей! Слишком непривычен вкус морских животных и растений для тех, кто живет вдалеке от моря.

Есть, конечно, любители и трепангов, и морской капусты, и каракатиц, и множества иных экзотических блюд. Но надо, чтобы экзотика перестала быть экзотикой. Океан должен стать второй житницей человечества, и он станет ею.

Химики придумают способы сделать морскую пищу вкуснее, избавят ее от неприятного запаха, от привкуса, который так не нравится нам. Они помогут пустить в дело тот самый животный белок, которого не хватает людям и которого так много в Мировом океане.

Думают даже, что атомные подводные лодки будут превращены со временем в искусственных китов, в фабрики, перерабатывающие планктон. Так

же как и настоящие киты, которые питаются мельчайшими обитателями моря, они станут заглатывать внутрь своего металлического чрева всевозможную живую «мелочь», чтобы готовить из нее корм для животных, а может быть, и пищу для людей.

Добыча «сырья» будет вестись все время, пока лодка плывет в богатых планктоном районах моря. Непрерывно будет приготавливаться и пища. Из каждого рейса металлический кит сможет привозить ее десятками и сотнями тонн. Планктона хватит всем — и коренным жителям моря, и обитателям суши.

«Морской белок» — звучит непривычно. Однако люди уже питаются — без помощи химии — устрицами и крабами, омарами и креветками, осьминогами и трепангами. По качеству они не уступают самой лучшей пище. Вкус же — дело поправимое.

Кстати сказать, как ни странно звучит, но любая пища безвкусна. А откуда же все разнообразие ощущений, которые она вызывает? Откуда же тогда берется, в конце концов, сам вкус? Да от ничтожных примесей химических веществ — своих для каждого вида пищи.

Открытие поразительное! Значит, и здесь в будущем без химии не обойдутся.

Разумеется, вряд ли понадобится менять привычное и мясо превращать в рыбу. Все дело в микродобавках. Первые успехи уже есть — это специальные соли: достаточно долей грамма, чтобы пища стала заметно вкуснее.

Сейчас хозяйки сдабривают блюда лишь природными специями — перцем, лавровым листом, гвоздикой, известными очень давно. Хозяйки будущего получают химические приправы — безвредные, сильнодействующие, дешевые и, главное, неузнаваемо меняющие вкус непривычной нам пищи.

В первую очередь это понадобится для приготовления «морских» блюд. Быть может, станут добывать не один планктон, а и животных, чтобы с помощью химии преобразовать их вкус?

Рыболовство уйдет в глубину. И тогда наряду с известной нам рыбой войдут в обиход и новые сорта и новые животные. Морскую целину будут «вспахивать» чуть ли не до дна. Стол наш при участии моря и химии станет куда более богатым и разнообразным.

Но и рыболовству обычному химия сможет кое в чем помочь.

Привлекать рыбу станут химическими приманками, а гнать ее к месту лова и собирать в сети будут, устраивая преграды из воздушных пузырьков с химическими же примесями. Рыба пойдет туда, куда нужно рыбакам.

Химическая подкормка рыбной молоди, своего рода удобрение моря, — не фантазия. Заливы, удобные для разведения рыб, превратятся в гигантские садки, в рыбы пастбища. Удобрять будут не только землю, но и Океан, и пруды, и озера.

У побережий возникнет новая отрасль морского хозяйства, которая сейчас находится, по существу, лишь в зачатке. Водоросли вырабатывают в год органического вещества 225 миллиардов тонн, а наземные растения — всего 40.

Впрочем, 60 видов морских водорослей уже идут в пищу у народов, живущих на берегах морей. Их едят в свежем, вареном и сушеном виде, из них делают порошки, готовят консервы. Из них получается отличный корм для скота. Полмиллиона тонн съедобных водорослей добывается ежегодно в наше время.

Так что начало положено. И если химия даст к водорослям хорошие вкусовые приправы, то Океан обеспечит нас в изобилии еще и растительной пищей. Можно будет тогда говорить уже о настоящем морском земледелии.

Пока мы лишь собираем то, что вырастила природа. Это крохи, но и их мы берем далеко не все. А нужно, чтобы подводные плантации, где работали бы машины, возникли всюду у берегов. Нужно, чтобы растения моря, содержащие множество полезных химических элементов, стали столь же привычными, как хлеб.

Вероятно, в будущем водорослевые плантации возникнут не только в Океане. Игра стоит свеч! Среди водорослей есть такие рекордсмены, мимо которых просто нельзя пройти. Они оставляют далеко позади своих собратьев на суше. Там нет растений, столь неприхотливых, столь живучих, могущих дать такие сверхрекордные урожаи.

Интересно, что внимание к зелени моря пробудили космические полеты. В поисках пищи и кислорода для космонавтов вспомнили об удивительном одноклеточном растении, живущем в воде. Оно намного богаче белком, чем фасоль и пшеница. Его белок намного питательнее, чем яичный или молочный. Его жиры почти ничем по своему составу не отличаются от тех растительных жиров, какими мы питаемся обычно. Его углеводы полезны для человека. И оно же может дать все нужные витамины.

Выходит, хлорелла — это о ней идет сейчас речь — обеспечила бы космонавту полный пищевой рацион.

«Безвкусицу» хлореллы уже начинают преодолевать: в опытном образце «карманной» оранжереи для космонавтов выращивается специально выведенный сорт. В этой маленькой пластмассовой камере автоматически создается микроклимат, а также есть искусственное освещение. Урожай обрабатывается, и получается богатая азотом масса, из которой готовят всевозможную пищу — от супов и пюре до хлеба и чая. Это один из примеров того, как освоение космоса поможет освоению самой Земли! Ведь такая миниатюрная оранжерея пригодится в Арктике и Антарктиде и вообще в путешествиях.

Для того чтобы разводить в космосе не одну лишь хлореллу, а и овощи, надо воспользоваться гидропоникой. Почву заменят полимеры. Сквозь поры питательный раствор даже в условиях невесомости просочится к корням. В меню космонавтов войдут свежие огурцы, морковь, свекла, капуста.

Однако думают и иначе. Для замкнутого мирка космического корабля, возможно, и не удастся по-

добрать подходящих обитателей. Во всяком случае, даже то, что и пригодится на первых порах, может не подойти, когда наступит пора дальних и сверхдальних рейсов. И биологи вместе с химиками займутся выведением новых форм живых организмов, с новыми свойствами — по заказу космонавтов.

Это, впрочем, цель более дальнего прицела. Пока же и водорослями тоже не стоит пренебрегать.

Многим хороша хлорелла, одного ей не хватает — приятного вкуса. Вот этим-то и предстоит заняться химикам.

Заставить работать на людей самые примитивные живые организмы — в высшей степени заманчивая задача. Почему? На это отвечает химия, и она же подсказывает путь, по какому надо пойти.

И бактерии, и водоросли куда менее прихотливы в выборе пищи для себя, «стол» у них более разнообразен, чем у высших растений и животных. Природные биохимические фабрики умеют куда лучше перерабатывать неживое вещество, строя из него живые клетки. Искусству белкового синтеза у них следовало бы поучиться.

Крайне интересно, что водоросли способны менять свой химический состав. Различные добавки повышают содержание в них белков и углеводов — значит, ценность одноклеточных как пищи возрастает. Управляя фотосинтезом, мы увеличим урожай «сухопутных» растений. Управляя питанием, мы повысим урожайность и питательность водорослей.

Их удобно разводить — земли для этого не требуется. Можно наладить настоящее фабричное производство пищевого белка, широко применяя в нем автоматику. И, наконец, микроскопических биохимиков легко «приручить» — вывести наиболее плодовые и наиболее приспособленные для выработки пищи сорта.

Вот почему думают даже, что такие белковые фабрики станут почти основными поставщиками пищи растущему человечеству. Биохимические заводы белков и жиров разместятся у побережий, где под прозрачными колпаками — тоже дар химии! — оборудуют лестницу из бассейнов. В верхнюю «сту-

пеньку» подадут питательный раствор, под колпак — углекислый газ.

Зеленая масса, созревая, переполнит верхний бассейн и постепенно станет стекать вниз. С самой нижней «ступеньки» она пойдет прямо в цистерны. Раствор же снизу снова подадут наверх.

Фабрика будет работать автоматически. Автоматы станут перемешивать зеленую массу, чтобы она равномерно освещалась солнцем. Они же позаботятся о продувке раствора углекислотой.

Вероятно, и урожай станут снимать автоматами. Вручную этого даже и не сделать, потому что на каждом гектаре за сутки созреют сотни килограммов водорослей-крошек! И так непрерывно круглый год. Только поспевай убирать!

Такую фабрику можно устроить и иначе — не привязывая ее к берегу, в любом месте, и даже там, где солнца мало. Ведь искусственное освещение, особенно в эпоху атомной энергии, — не проблема. Надо только прокачивать раствор по системе каналов, питать его солями и углекислым газом, да еще, пожалуй, подбавлять препараты против вредителей и болезней. Гидропоника в чистом виде!

«Водоросли важнее, чем атомная энергия». Не преувеличивают ли японские ученые, говоря так? Вот перечень того, что уже сейчас можно готовить из морских «овощей»: хлеб (и притом очень вкусный!), мармелад, «яичный» порошок, шоколад, всевозможные супы. Разве это мало?

Про химию академик Д. Н. Прянишников сказал, что, повышая урожай удобреньями, она как бы создает новые континенты. Это справедливо для «сухопутного» сельского хозяйства, но еще более справедливо для водорослевых плантаций будущего.

Земледелие — и опять не без помощи химии — шагнет в Океан. Шагнет в буквальном смысле слова. Что там жалкие кусочки суши, которые удастся ствоевывать у моря! Что там новые острова, которые иной раз дарит сама природа, выбрасывая лаву из жерл подводных вулканов! Можно будет поступить совершенно иначе.

Из искусственных материалов построить искусственные острова. Насыпать на них слой почвы, а лучше использовать гидропонику — тогда почву заменят те же полимеры, например типа пенопластов. Поля, сады, огороды, плантации водорослей закроют тонкой прозрачной пленкой, чтобы как можно лучше утилизировать солнечное тепло.

Под пленкой легко устроить и атмосферу по заказу, насытить воздух углекислотой, нужной и сухопутным растениям (попавшим на острова!), и водорослям. Под пленочной броней легко регулировать и температуру, и влажность — создать свой микроклимат. Наконец, если понадобится, электролампы продлят день в таком плавающем парнике.

Места под солнцем в Океане сколько угодно. Вот почему дрейфующие сельскохозяйственные острова (кстати, одновременно и города, и курорты) смогут немало добавить всевозможных продуктов на стол человечества.

Химия уже участвует в приготовлении пищевых продуктов. Соль, правда, природный продукт, но сахар, уксус, лимонная кислота — химические препараты. Ими пользуются давным-давно. Но не о них сейчас речь.

Человеку недостаточно того, что предоставляет ему природа. Без витаминов, без добавок целого ряда минеральных элементов нельзя представить себе сейчас нашу пищу. Ее нельзя представить и без многих приправ, тоже химических, которые могут улучшать вкус или запах, качество, а иногда и внешний вид.

Помогает химия и готовить пищу — размельчать, вспенивать, делать желе, плавить, разжижать продукты. Она же помогает их сохранять — консервировать, стерилизовать, предохранять от порчи. И чем дальше, тем шире будет эта помощь.

Еще до того как в питании человека произойдут кардинальные изменения, вероятно, начнется отход от традиций.

В самом деле, почему проходить мимо того, что годилось бы в пищу? Часто мешает здесь слож-

ность, дороговизна. Однако так будет не всегда. Надо искать новые пути, а не только совершенствовать старые.

Злаки, овощи и фрукты — пища, знакомая с древнейших времен. Они основа питания и современного человека.

Мы начинаем уже подбираться к водорослям, примериваемся, как лучше подать их к столу.

До травы и древесины пока очередь еще не дошла. А дойти может, и должна! Для этого надо научиться всю непригодную пока для пищи органическую массу сделать съедобной.

Зеленая масса возобновляется сама собой, но человечеству, конечно, и не придется ни скашивать всю траву, ни вырубать все леса, ни собирать все водоросли. Между прочим, это обеспечило бы пищей 100 миллиардов человек. 100 миллиардов человек за счет совершенно нетронутых нами ресурсов растительного мира!

Но нам так много и не нужно, привычная наша пища тоже остается. И тем не менее, какое подспорье к столу человечества даст зелень, если химия и биохимия научатся перерабатывать ее!

Трава — корова — молоко и мясо. Различный корм — скот или птица — мясо, яйца или молоко. Химия сумеет сократить эти цепи питания. Она научится готовить из растительного сырья животные белки, не пользуясь услугами животных.

Это все звучит невероятно, но в далеком будущем пригодится и такой путь получения пищи. Понадобится лишь энергия. Но за нею дело не станет.

Огромный рост населения, освоение космоса — вот что может заставить воспользоваться этим путем.

Поставщиками пищи для нас служат растительное и животное царства.

Правда, берем мы отсюда не все, что можно. Из пятисот тысяч видов растений, например, — только шесть сотен. А когда настанет эра белкового синтеза, когда создадут синтетические ферменты, столь же совершенные, как и природные белковые

катализаторы, то заводы дадут все то, что дают сейчас поля.

С другой стороны, химия, вероятно, пойдет и по пути подражания природе. Она научится воспроизводить то, что сейчас происходит только в растении. Углекислый газ (а его в атмосфере достаточно много) и вода (в ней недостатка тоже не будет) — вот сырье для химической пищевой индустрии. Сначала углекислота послужит подкормкой растениям, потом она станет основой для производства пищи.

Но не обеднеет ли атмосфера, когда человечество начнет добывать пищу из углекислоты и воды? Не нарушится ли равновесие в природе? Нет, даже если бы мы забрали всего тысячную долю углекислоты, то ее хватило бы на изготовление полутора миллиардов тонн сахара!

К тому же углекислого газа со временем становится в атмосфере все больше и больше. Об этом «заботятся» сами люди. Все больше сжигают они топлива, все больше дыма выбрасывают в воздух заводы. Так что о нехватке сырья для искусственной пищи говорить не приходится.

Сначала пойдут по пути, выбранному самой природой, станут ей подражать, создадут искусственные катализаторы-ферменты, создадут и молекулы, которые смогут запасать энергию, служить своего рода аккумуляторами. И не в живой клетке, а на химическом заводе станут получать белки, жиры и углеводы из простейшего сырья.

Бактерий заставят тоже производить пищу.

Есть среди них такие, которые приготавливают белок, питаются нефтью, соломой и древесиной. И уже из нефти с помощью бактерий готовят корм для животных. Подсчитано, что всего 200 миллионов тонн нефти в год — ее же добывается более миллиарда тонн — обеспечили бы человечество белком.

Теперь мы подходим, наконец, к вопросу, который нельзя обойти, когда начинаешь говорить о будущем.

Чем же все-таки будет питаться человечество?

Как насчет пилюль, порошков, таблеток синтетической пищи, столь излюбленных фантастами?

Ученые на это не согласны. Пища — не лекарство. Она основа основ нашей жизни. Она дает и энергию, и строительный материал для клеток.

Казалось бы, чего проще дать человеку по 100 граммов белка и жира да 450 граммов углеводов? Плюс вода, витамины и соли. Но эту порцию в пилюли не запрядешь. Да и нельзя лишать человека удовольствия питаться вкусной, ароматной, разнообразной пищей.

Нам бы хотелось видеть искусственную пищу похожей на естественную, практически неотличимую от нее. Но нам бы хотелось, чтобы по качеству химия и здесь перегнала бы природу. Ведь умеют же химики создавать материалы куда лучше природных!

Вкус и запах — не проблема. Это просто комбинация небольшого числа известных химических веществ, и подобрать их не так сложно. Уже сейчас можно изготовить запах вареной курицы или тушеной говядины. Ассортимент синтетических запахов, конечно, будет расширен.

Со вкусом еще проще. Сладкое, кислое, соленое, горькое — вот набор, создающий всю гамму вкусовых ощущений.

Трудность состоит не во вкусе и запахе.

Как должна выглядеть пища, какой вид должны иметь все эти блюда, приготовленные не из природных продуктов на кухне, а из нефти или угля на заводе?

Видимо, она должна напоминать что-то привычное, чтобы ее приятно было взять в рот, прожевать и проглотить, а не принимать по необходимости, как лекарство. Из смесей питательных порошков, как из муки, надо готовить паштеты, пудинги, печенье, макароны, желе, кисели и многое другое.

На первых порах непривычно будет есть мясные макароны или фруктовый паштет. Но это не так страшно. К этому можно привыкнуть.

Зато мы будем иметь пищу в чистом виде, пол-

ноценную, идеально высокого качества — да, именно идеального качества, потому что наша сегодняшняя пища от идеала весьма далека: чтобы набрать нужное количество питательных веществ, мы вынуждены съесть много лишнего. Человек должен получить определенный набор аминокислот, чего как раз часто и не бывает в нашей пище. Ее исправляют химически, вводя аминокислотные добавки.

Пища искусственная будет готовиться не только без излишеств, но и с наилучшим соотношением составных частей.

Это для здорового человека. Он получит самые разные варианты продуктов — поистине на любой вкус, на все возрасты. Больным же станут готовить искусственное диетическое питание по любому заказу, но не в ущерб вкусу.

Вот когда домашние хозяйки освободятся по-настоящему от кухни! Ничего не надо будет варить, жарить, печь, тушить. Все будет в готовом виде выходить с заводов, останется только разве лишь подогреть.

То, о чем мы здесь рассказали, вовсе не такая уж фантазия. Химики сегодня могут приготовить из нефти превосходное печенье. Советские ученые создали искусственно черную икру, неотличимую от рыбьей. В шутку они говорят, что единственный ее недостаток в том, что пока из нее нельзя вывести мальков...

И уже появилось полноценное мясо, правда, в виде крупы, макарон, лапши. Теперь получены волоконца из сои, окрашенные как говядина, свинина или курятина и имеющие их вкус, — основа таких псевдомясных изделий. Они насыщены белком, в них меньше жира.

Итак, от примесей, улучшающих пищу, — к белковым добавкам, а затем к замене природных жиров и углеводов и, наконец, к полностью искусственной пище.

Одной растительной пищей сыт не будешь, человеку нужны белки и жиры животного происхождения. А химия может сравнять хлеб и мясо,

добавив к зерну недостающие в нем аминокислоты.

Никому из фантастов не пришло в голову описать, что бы произошло, если бы вдруг исчез весь животный и растительный мир Земли. Что было бы, если бы исчезли микробы, изменилась сила тяжести или скорость света? Об этом, как и о многом другом, они писали. Поместить же современного человека на первобытную Землю или, еще лучше, на чужую планету, где жизни еще нет, — вот о таком обороте дела не было сказано ни слова.

А ведь при всей фантастичности подобного предположения в нем есть над чем призадуматься.

Стоит выйти за пределы Земли, и мы попадем в бесплодный мир. Быть может, Марс или Венера составят исключение. Но какое? Полеты автоматических станций к этим нашим соседям разрушили надежду найти там даже отдаленное подобие Земли. Пришлось расстаться с мечтой о марсианах и пышной растительности на Венере.

И представим себе человека, попавшего на каменистую, голую пустыню вроде Луны, этакого грядущего Робинзона, вооруженного техникой и химией. Он бы, пожалуй, там не пропал.

Мы умеем уже получать искусственно различные вещества — и такие, какие есть в природе, и нечто совершенно новое, чего в ней нет. Еще шаг — и будет получен уже не простейший, а любой, даже самый сложный белок. Это произойдет вот-вот, может быть, еще до конца XX века.

Тогда наш космический Робинзон в химической лаборатории на своем корабле смог бы наладить производство воды, искусственных белков, жиров, углеводов и витаминов, если, конечно, окружающая мертвая природа предоставила бы ему нужные элементы. Ему не так уж много их и понадобилось бы. Углерод, водород, азот, кислород, фосфор и еще некоторые другие — уже по мелочам.

Между прочим, необязательно ему пришлось бы создавать столь же сложные белки, какие содержит природная пища. Можно было бы ограничиться и соединениями попроще, скажем, амино-

кислотами. А что касается витаминов, то даже и сейчас ими приходится пополнять естественную пищу.

Чтобы закончить разговор о космонавте, стоит сказать немного о том, что же послужит ему сырьем для химической кухни. Простейшие углеводороды — не редкость во Вселенной. Предполагают, что нефть можно найти даже на Луне. В связанном виде найдутся на планетах и другие атомы, которые есть в живой природе.

Давая волю фантазии, можно допустить, что космонавт сделает недостающие элементы из других, из тех, какие найдет. В сырье у него недостатка не будет. А из нефти, если действительно он ее встретит, ему уж и совсем нетрудно будет приготовить искусственный белок.

Теперь перекинем мостик из космоса на Землю. Никто, конечно, не думает лишать человека привычной животной и растительной пищи. Человечество будущего, безусловно, вынуждено будет дополнять природу. И недаром так настойчиво идет оно к синтезу белка. Оно, безусловно, воссоздаст искусственно все составные части пищи. Ему хватит для этого химических запасов, которые хранятся в земной коре, Океане и атмосфере.

Черпая отсюда все, что понадобится, люди будут хозяйничать разумно и не нарушат заведенный природой круговорот элементов. Если чего-либо не хватит, пробел восполнит та же химия вместе с ядерной физикой, — превращение элементов уже реальность XX века.

Вот почему у нас есть основания утверждать, что человечество, решив социальные проблемы, сможет решить с помощью химии и проблемы питания. Ему не придется опасаться голодной смерти, даже если не миллиарды, а десятки миллиардов людей станут населять нашу планету.

Растущему человечеству предрекали голодную смерть. Угроза оказалась несостоятельной. Но в последнее время появилась другая, и весьма реальная, опасность. Если ее не устранить, то лишь ограниченное число людей сможет жить на земном ша-

ре. И число это вовсе не велико — 20 миллиардов. Таков вывод, к которому пришел ученый Раймон Фюрон, подсчитав наши запасы пресной воды. Пройдет менее полутора веков — и предел будет достигнут.

Теперь даже степень экономического развития любой страны иногда выражают количеством потребляемой воды. «Душа населения» — та единица, к которой статистики относят все в мире, — приобрела еще один весьма существенный показатель. Она расходует воды 500 кубометров в год в Западной Европе и 1000 — в США.

Уже сейчас Токио, крупнейший город мира, страдает от жажды. Уже сейчас Америке в сутки требуется около миллиарда кубометров воды. А ее не хватает. Через двадцатилетие же понадобится два миллиарда!

Городской житель расходует в сутки не меньше четырехсот литров пресной воды — такова статистика.

Сколько же потребляют воды все города земного шара за сутки, за месяц, за год? А население растет, людям нужно все больше воды. У нас, например, за тридцать лет расход ее увеличился в двадцать пять раз!

Фактически любая вещь, какую бы мы ни взяли, требует для своего создания воды — не питьевой, так технической. Все равно пресной. Каждая тонна стали, например, — это 350 тонн воды! А тонна серной кислоты — больше 700! Вода становится наиважнейшим сырьем, и недостаток ее все острее дает о себе знать.

Меньше трети процента всех запасов влаги на нашей планете составляют воды рек и озер. Атмосфера дает еще меньше — пять десятитысячных. Львиную долю занимает Океан — соляной раствор. Остаток, и очень небольшой, приходится на долю полярных льдов и ледников.

Соленой воды у человечества в изобилии, пресной — жалкие крохи. Правда, можно пустить в дело ледовые глыбы айсбергов. Правда, пресная вода запасена в недрах Земли, хотя ее там не так

уж много. Но даже если и найдут еще подземные пресные источники, их все равно не хватит.

И мы обращаем поэтому свои взоры к единственному богатейшему резервуару, подаренному природой, — Океану. Только он способен утолить жажду человечества.

Соль из воды можно выпаривать. В южных районах эту работу выполнит солнце — в гелиоопреснителях. Однако лучше это сделает химия с помощью ионитов. Но иониты не могут обессолить воду так, чтобы ее можно было пить. Хотя пренебрегать этим методом не стоит — молекулярные сита еще не сказали своего последнего слова.

В роли опреснителя выступает электрохимия. Воду пропускают через несколько полупроницаемых мембран. Под действием тока частички солей ионизируются, мембрана сортирует их, а ионы уже нетрудно нейтрализовать.

Соли, конечно, не выбрасывают. Они сами по себе ценнейшее сырье.

Существует и такой проект опреснительной установки. Если опустить глубоко в море шар из полупроницаемой пленки, то наружное давление будет проталкивать в него воду, соли же останутся «за бортом». Шар наполнится пресной водой, и останется только откачать ее по трубопроводу.

Лед всегда пресный. Нельзя ли избавиться от солей, заморозив морскую воду? Да, и это лучше сделать опять-таки с участием химии.

Можно в морозильную камеру впрыснуть сжиженный газ, который, как в обычном холодильнике, быстро отнимает тепло у воды. Появляются кристаллы пресного льда. Их легко отделить, а газ снова использовать для вымораживания.

Еще один дешевый способ опреснения придумали химики. Можно пропустить воду сквозь пористый пластик, покрытый химическим фильтром. Все соли задерживаются. Установка может работать очень долго. Нужно лишь изредка менять фильтр, что несложно.

В роли опреснителя выступает биохимия. Есть водоросли, способные на свету питаться солями

морской воды. Ими надо заселить освещенные бассейны и оттуда забирать опресненную воду.

И, наконец, едва ли не лучшим опреснителем станет ядерный реактор. Он сможет испарять воду, освобождая ее от солей. Здесь игра стоит свеч. Старый способ выпаривания будет выгодным, если им воспользоваться на новой основе. На каждый киловатт мощности можно получить кубометр пресной воды в сутки! Недаром сейчас считают атомную энергетику той палочкой-выручалочкой, которая обеспечит человечество пресной водой.

Мы нуждаемся в воде. А сырьем для ее химического синтеза сколько угодно. Кислород есть в атмосфере, водород — в нефти или природном газе. Около каждого нефтяного месторождения можно было бы устроить завод по производству воды. И, конечно, особенно важным был бы такой завод где-нибудь в пустынях, где воды мало, а нефть нередко в изобилии залегает под землей. Тогда не потребовалось бы бурить глубокие скважины и искать пресноводные подземные моря. Может быть, не нужны были бы искусственные водохранилища.

Но каким путем на этих заводах добывать воду? Природа подсказывает: с помощью ферментов. Среди них мы найдем синтезаторы воды. У шелкопряда, например, они приготавливают воду из кислорода воздуха и водорода пищи. Похожее происходит у кактуса, и энергию для этого дает солнечный свет.

Искусственно получаемая пресная вода отличается от природной, в которой все же остаются кое-какие соли. Вода ведь бывает жесткая и мягкая, вкусная и невкусная.

Если мы пищу хотим улучшить химическими добавками, то не придется ли то же сделать с водой? Может быть, и не стоит добиваться совершенно чистой воды, а лишь частично ее опреснять? Может быть, лучше готовить питьевую воду, подправляя природу, как подправляем мы пищу?

Вода будущего — это и более приятная на вкус, и более полезная для организма. Думают даже о том, чтобы наладить снабжение целебной питьевой водой прямо из водопровода.

* * *

«Широко простирает химия руки свои в дела человеческие»...

Эти слова М. В. Ломоносов написал почти два века назад. Но только теперь можно понять, насколько они справедливы. Потому что теперь нет ни одной области жизни, в которой так или иначе, прямо или косвенно, не участвовала бы химия.

Какими только эпитетами ее ни награждают! Она и чудесница, она и волшебница, она и всемогущая, она и вездесущая... Но как ни называй, все будет мало. Ведь химия открывает дорогу к изобилию везде и всюду.

ФАНТАСТЫ ПРЕДЛАГАЮТ...

«...Я увидел на блюде желтоватый студень с круглыми кусками каких-то овощей или фруктов. Небольшой костяной ложкой, дополнявшей сервировку стола, я попробовал содержимое одной из чашек. Теплая, слегка солоноватая и в то же время приятная ароматная масса была не похожа ни на одно из известных мне кушаний. Мяса не было, но мясной вкус чувствовался в одном желе, которое мы запили какой-то темно-рубиновой жидкостью, напоминавшей по вкусу мускатное вино».

Понравилось? Рассказчику, прибывшему на машине времени в ХХХ век, — да. Впрочем, люди будущего ему объяснили, что обычно они питаются «более легкими веществами». «Таблетки», — подумал тогда герой романа.

А вот еще меню — тоже из будущего (фантастического, конечно!).

Это — желтые диски: в одних была приятная освежающая кислинка, другие напоминали, скорее, сладковатую сдобу. Диски легко таяли во рту.

Правда, не все фантасты решались переводить человечество целиком на синтетическую пищу. Предполагали так: пусть химия обеспечит хотя бы углеводами да жирами, белки же по-прежнему даст природа.

Ради полноты картины надо сказать, что встречаются среди фантастов и противники химического питания.

Нужно только исключить из рациона рыбу и мясо, сделать вегетарианцами всех людей — так лучше для здоровья, — говорит один. — Оставить, пожалуй, лишь молоко, молочные продукты и яйца. а также, разумеется, хлеб, овощи и фрукты. Только готовить будут, конечно, более питательные, более вкусные и разнообразные блюда, не похожие на современные. И никаких капель или пилюль, которые могли бы сразу утолить голод. Иначе не понадобится желудок, а это уже никуда не годится...

Другой фантаст пишет о том, как в далеком будущем, когда все заполонит синтетика, людям надоест питаться этой едой: им захочется натуральной пищи, а не искусственных яиц с химической формулой на эластичной пластиковой скорлупе... Захочется хлеба, теплого и мягкого, пахнущего спелым зерном, дождем и солнцем. И масла, пахнущего клевером, и джема из черной смородины, и мяса — всего, что дает живая природа...

О плодах грядущей химии живого фантазировали давно. Да и как не мечтать, если проблема питания становится на Земле одной из самых насущных.

Самых засушливых для человечества, которое все растет: Землю населяют три с лишним миллиарда людей, к 2040 году населять ее будут десять миллиардов. А голод? От его костлявой хватки и сейчас тяжко страдают в слаборазвитых странах мира. Пищи! Больше пищи! И мысленному взору рисуются заманчивые картины.

Воздух — неиссякаемая кладовая азота, того самого, который растения добывают из почвы. Что, если заставить бактерии перерабатывать атмосферное сырье в съедобную массу, в даровую пищу, в «вечный хлеб», растущий сам собой, ибо микроорганизмы размножаются невероятно быстро...

Из углекислого газа химия сумеет приготовить крахмал (опять даровое сырье атмосферы, опять химия!). В нашем распоряжении окажутся мил-

лионы, десятки и сотни миллионов тонн клетчатки — пищи для животных и людей. Между прочим, добывать углекислый газ можно также из недр земли, из минералов, из отходов. Даже камни превращались бы в пищу!

Вода, воздух, углекислота, соли, которые находятся в почве, — таков рацион растений. И свет, этот бесценный солнечный дар, нужен для того, чтобы свершалось таинство фотосинтеза, чтобы работала растительная биохимическая фабрика. Главный работник на ней хлорофилл — белковое вещество, похожее на красный гемоглобин крови. Сходны их молекулярные постройки. И фантасты предлагают переделать гемоглобин, сроднить его с хлорофиллом. И тот и другой — комплексы, тот и другой — клешневидные молекулы. Так не удастся ли когда-нибудь заменить частички у этих клешней, чтобы они стали сродни друг другу?

Тогда животные приобрели бы свойства растений. Они, как и растения, перешли бы на воздушное питание с ничтожной добавкой элементов, извлекаемых из солей. Но это же сущие пустяки в сравнении с пастбищами, сеном, силосом, комбикормами, нужными сейчас. Вот было бы гениальное решение животноводческой проблемы! Коровы, овцы, козы, свиньи — заботу о них взяло бы Солнце, человеку не пришлось бы кормить миллионные стада. Да и землю бывших пастбищ он пустил бы на другое.

Заманчиво, что и говорить! Прямо-таки революция в сельском хозяйстве... Однако не слишком ли увлеклись фантасты? Да, видимо, фантазия увела их здесь далеко. Едва ли такая идея осуществима. Едва ли осуществление такой идеи целесообразно. Найдутся другие пути.

Об этом много пишут фантасты.

Не придумать ли пищу, которая ускоряет рост? Это путь к животным-гигантам, изобилию мяса, яиц, молока («Пища богов» Уэллса).

Не попытаться ли сделать то же самое действием излучений? Это тоже был бы путь к изобилию мясных и молочных продуктов, к высоким урожаям

фруктов, грибов, овощей, какие нам и не снились.

И не дополнять ли, в конце концов, наше меню чем-то таким, что ныне пропадает бесполезно? Добавить необычное к обычному, ввести в обиход блюда из... Давайте-ка вспомним Жюль Верна!

«— Море, — говорил капитан Немо профессору Аронаксу, — море, господин профессор, кормит меня... Это кушанье, которое вы приняли за мясо земного животного, есть не что иное, как филе морской черепахи. Вот соус из печени дельфина... Вот консервы из ракушек... Вот крем, сливки для которого дало вымя кита, а сахар — водоросли... Наконец, вот варенье из анемонов».

Чем плохо? Разве только одна поправка: убивать дельфинов не будут. Охота на этих интересных животных, которые, по-видимому, обладают в какой-то мере разумом, теперь запрещена.

В Океане миллиарды тонн всякой живности. Вычтем отсюда рыбу — она входит и в ресурсы сегодняшнего дня. Дню завтрашнему придется использовать все остальное, все живое из Океана. Морскую живность станут превращать в продукты, подобные угощениям капитана Немо, да и прибавят к ним десятки других. Сейчас ведь «каплю в море» составляют дары моря на нашем столе. Не здесь ли скрыто будущее благоденствие растущего человечества?

Вот, пожалуй, мы и исчерпали фантастические пути. В мечтах изобилие обеспечено. Фантасты позаботились и о людях Земли, и о тех, кому придется надолго покидать Землю. Космонавтам в длительных рейсах они предлагают брать с собой оранжереи, аквариумы — для питательных водорослей, разводить мелких животных и птиц, пользоваться искусственной пищей.

Не все думают, однако, и я уже упоминал об этом, что пилюли заменят мясо и рыбу, овощи и все прочее разнообразие нормального человеческого стола. Но существенно пополняют. И, говоря о синтетической пище, проектировщики будущего обращают взоры ко всему, чем располагает мертвая природа.

Если камни послужат пищевым сырьем, то такое сырье найдется не только на земном шаре, но и на Луне, и на других небесных телах, будь то астероиды или спутники планет. Не здесь ли секрет снабжения пищей уже не разведчиков, а покорителей космоса? Тех, кто будет обживать бескрайнее внеземное пространство, жить в лунных, марсианских и венерианских поселках, на искусственных лунах и везде, где удастся устроить филиалы Земли?

Возможно, именно космонавты будут первыми, для кого приготовят не концентрат все из тех же щедрот природы, а пищу, рожденную чисто лабораторным путем. Фантасты предлагают сделать ее одновременно и фармацевтическим препаратом — скажем, бодрящим, возбуждающим мозг.

Мы сейчас дополняем еду витаминами; почему бы не получить сразу все, что необходимо и железу, и мышцам, и мозгу?

Итак, что же, в конце концов, ожидает человека, допустим, XXI века, когда он сядет за стол или отправится в какое-либо путешествие? В догадках и вымыслах недостатка нет. И правильно, что, говоря о пище грядущего, не обходят химию. В ней как раз и склонны видеть главного «повара», она должна предотвратить угрозу голода, она улучшит питание, сделает его разнообразнее и богаче.

Здесь сходятся пути химии и биологии. И создание пищи искусственной, и улучшение продуктов природных, и повышение урожайности, и все другое, что связано с сельским хозяйством, — все это теперь проблемы не одной химии и не одной биологии, а их союза.

Вот она, кухня будущего, как ее представлял себе писатель И. Нечаев, погибший в годы войны. Его книга «Рассказы об элементах» знакома многим. Эта фантастическая картинка — отрывок из его незаконченной повести.

Злаки, фрукты, овощи в течение долгих месяцев вызревали некогда под солнцем на необозримых пространствах Земли. Сегодня синтетическая пища создается за один час в химических аппара-

тах. Искусственные ускорители-катализаторы действуют надежнее, чем хлорофилловые зерна. Электрическое поле высокой частоты греет лучше и вернее, чем солнце. Воду, которую некогда, изнывая, ждал с капризного неба крестьянин, теперь неутомимо качают на пищевые фабрики неисчерпаемым потоком могучие сверкающие насосы из легких металлов.

Витамины, гормоны и ферменты — таинственные могущественные вещества, которые природа скупой рукой раздавала живым организмам неуволнимо микроскопическими порциями, чтобы они управляли ростом, рождением, здоровьем и силой, — были распознаны человеком до конца и воссозданы чисто химическим путем. Он и здесь перешеголял природу. Она обходилась каким-нибудь десятком гормонов — он создавал их сотнями; естественные вещества обладали чудесными свойствами, а он усиливал эти свойства в тысячи раз; природа оперировала миллионными долями грамма, а он фабриковал витамины и гормоны тоннами, он грузил ими железнодорожные составы, как песком.

Несколько больших фабрик, где синтезируют углеводы, полностью обеспечивают пищей многомиллионный город. Они работают автоматически, день и ночь, как часы. И все, что требуется им, — это воздух, вода, энергия...

Из воздуха извлекают углекислоту. Вода в вакуумных котлах превращается в пар. Энергию дает электричество.

Углекислота и пар смешиваются, проходят через губчатые пластины катализаторов. И вот уже исходные продукты исчезают, и появляется новое вещество — углеводы.

Но не думайте, что этот беленький порошок отправляется прямо в рот. Так было бы чересчур просто.

Во-первых, одних углеводов человеку мало. Ему еще нужны жиры, белок, соли, витамины. Ему нужны также ничтожные доли йода, марганца, кобальта и многих других элементов, которые со-

вершено случайно попадали в пищу человека прошлого, потому что он и не подозревал об их значении для организма.

Во-вторых, ну те-ка попробуйте наших углеводов... Вы плюетесь! Конечно, это просто невкусно. Но погодите, вы еще пальчики оближете!

Углеводный порошок уходит с фабрики по трем грубопроводам в соседние здания. Часть поступает на белковую фабрику, часть — на жировую, часть — непосредственно на сборочную кухню.

На наших белковых фабриках орудуют грибки, дрожжи.

Да, дрожжи, правда не совсем такие, какие применялись в старину для приготовления теста, но схожие с ними, родственные им. Бактериологи вывели дрожжевые культуры, которые развиваются еще во много раз быстрее. Они размножаются с потрясающей стремительностью. Если им дать волю, они затопили бы земной шар, переполнили бы океаны, растеклись бы по всей Вселенной. Но мы их крепко держим в узде, и даже не сами, а наши безмолвные электрические слуги — фотоэлементы, наблюдающие за уровнем в фабричных чанах.

Жиры добываются таким же точно путем.

Вторая половина XX века родила новые отрасли органической химии — химию вкусов и запахов. Были раскрыты составы всех ароматов, когда-либо щековавших обоняние человека.

Были выделены в чистом виде все вещества, ничтожному содержанию которых в пище были обязаны своими восторгами заядлые гурманы. Нежный аромат персика и жгучее действие перца, приторность меда и горечь хрена, вкус телятины и печеной картошки — все было приведено к химическим формулам, превращено в порошки и разноцветные жидкости...

Еще до того как мир отказался от животной и растительной пищи, химики уже умели готовить в лаборатории сотни синтетических вкусов и запахов. В концентрированном состоянии эти вещества производили чудовищное действие. Содержимого одной баночки хватило бы для того, чтобы угостить

население целого города иллюзией чарджуйской дыни или жареной утки.

Здесь возможны миллионы комбинаций, бесчисленные варианты. И нужны недюжинные знания, чтобы разбираться в них до тонкостей. Обыкновенному же смертному, если он любит посмаковать еду, приходится прибегать к помощи многотомных справочников, к специальным путеводителям по царству вкусов...

Ни одному богатому чревоугоднику прошлого не могли даже присниться изумительные, поистине райские блюда, которые доступны любому человеку XXI века. И все они готовятся из одного и того же безвкусного месива углеводов, жиров, белков.

Главный повар включает экран, и цех за цехом мелькают перед нами. Мы видим склады, где обеды и завтраки лежат многоэтажными штабелями, лабиринт деликатесов, по которому согласился бы блуждать всю жизнь любой лакомка прошлого. 4 000 000 пайков 1250 наименований. Такова ее суточная производительность...

* * *

А вот еще фантастическая установка для получения крахмала из углекислоты (по роману Н. Лукина «Судьба открытия», 1951 год).

В обыкновенной печи горит обыкновенный уголь. Очищенные дымовые газы проходят через каскады брызг холодной воды, газовая смесь растворяет в ней свою углекислоту. Далее газовый остаток вентилятором выбрасывается прочь. Обыкновенная вода разлагается электрическим током на водород и кислород. Энергия здесь используется почти на сто процентов. Вода с углекислым газом, водород и кислород поступают в колонну. Вся колонна наполнена зернами катализатора. Водород в его присутствии соединяется с кислородом и образует воду. При этом освобождается энергия. Она обеспечивает синтез — взаимодействие углекислоты с водой, многоступенчатую цепь химических реакций, в результате которых возникает крахмал. Пищевой про-

дукт получается из углекислоты, образующейся при горении топлива, из отбросов, пока бесполезно уходящих в атмосферу.

* * *

Наконец, Г. Тушкан в повести «Разведчики зеленой страны» (1950 год) выдвигал фантастическое предложение создать из зеленой массы растений вещество, которое, используя лучистую энергию солнца, помогало бы вырабатывать крахмал из минерального сырья.

* * *

Перед нами прошло несколько предложений фантастов, которые касаются будущей пищи человечества. Наука идет вперед, и даже то, что сравнительно недавно представлялось фантастикой, теперь отстало от жизни.

«Витамины, гормоны, ферменты — таинственные могущественные вещества», — писал И. Нечаев. А сейчас они перестали быть таинственными. Химия и биология разгадали их природу. Уже начинают создавать синтетические запахи и приправы, да и сама искусственная пища, видимо, еще до наступления 2000 года станет явью.

Но надо заметить, что иногда фантазия все же заводит слишком далеко. Нам незачем стараться перешеголять природу и стремиться создавать, например, сотни гормонов вместо десятка. Вполне достаточно, если мы хотя бы догоним природу.

И все же эти отрывки любопытны. Они говорят о том, что мечта об искусственной пище зародилась давно, и, как мы увидим дальше, не только у писателей, но и у ученых.

«Узкая дорожка вьется по лесу. Трава на обочинах еще седая от росы, но теплые полосы солнечного света легли поперек дороги, и там уже знойно пахнет смолой. Рой белых бабочек ведет хоровод над невысохшей лужей, темно поблескивающей из-под шершавой листвы орешника. Спокойствие всюду.

Рано или поздно дорожка приведет в город или промышленный поселок. Какой разительный контраст! Мир техники встречает человека шумом станков и моторов, гулом и грохотом машин, копотью печей, стуком насосов, облаками пара над градирнями, пылью и запахом газов.

Такой контраст не может не родить противопоставления техники и природы. Казалось бы, два мира, ни в чем не схожие, сосуществуют рядом, и нет возможности свести их к гармоническому единству. Но так лишь кажется. Леса, луга, поля — это тоже промышленные комбинаты, где производство идет не менее напряженно, чем в заводских цехах.

...В травах и деревьях, в плодах и корнеплодах идут сложнейшие, еще не доступные промышленности процессы синтеза белков, углеводов, жиров и многих других соединений. И то, чего мы достигаем на заводах ценой громадных затрат энергии, ценой создания громоздких, огромных, потрясающих

воображение машин и аппаратов, растительность, живые организмы производят бесшумно, просто, экономично и в громадных количествах», — говорит академик С. И. Вольфович.

«Может быть, на заводе будущего потоки солнечного света, падая на поверхность растворов, содержащих специальные катализаторы, сформируют из атомов азота, углерода, водорода и кислорода аминокислоты, и вещества, в которых солнечная энергия будет занесена в виде энергии химических связей, подвергнутся затем действию других катализаторов. В результате мы получим из воды, воздуха и углекислого газа бесконечное разнообразие удивительных молекул искусственного белка.

Это, несомненно, одна из самых величественных перспектив развития науки. Действительно, организмы животных и человека не способны сами создавать белки из простых веществ — они лишь перестраивают молекулы белков, попадающие в организмы с растительной пищей, а в растениях белки и другие вещества образуются под влиянием катализаторов и солнечного света из очень нехитрых исходных продуктов: из воды, углекислого газа и различных солей. Искусственный синтез аминокислот заменил бы, следовательно, одну из важнейших функций клеток растений.

Не кажется ли такая перспектива слишком фантастической? Нет!» — пишет профессор Л. А. Николаев.

* * *

«Часто говорят о будущем человеческого общества, и я хочу представить его таким, каким оно будет в 2000 году — разумеется, с точки зрения химика.

Когда будет получена дешевая энергия, станет возможным синтез продуктов питания из углерода (полученного из углекислого газа), из водорода (добытого из воды), из азота и кислорода (извлеченных из атмосферы).

Ту работу, которую до сих пор выполняли растения при помощи энергии Солнца, мы уже осуще-

ствляем и в недалеком будущем осуществим в более широких масштабах, ибо власть химии безгранична.

Вероятно, наступит день, когда человек будет питаться таблетками, содержащими азотистые вещества, синтетические жиры, крахмал или сахар. Все это будут изготавливать наши заводы в огромном количестве: производство искусственных продуктов питания не будет зависеть ни от времени года, ни от дождей, ни от засухи, ни от мороза, и, наконец, все это не будет содержать болезнетворных микробов — первопричины эпидемий и врага человеческой жизни.

Химия осуществит коренной переворот, важность которого никто не может представить. Исчезнет разница между урожайными и неурожайными районами. И, может быть, человеческая цивилизация изберет для своего пребывания как раз песчаные пустыни, так как они будут полезнее для здоровья, чем распространяющие заразу долины рек и заболоченные равнины, удобренные гнилью.

Но не думайте, что в этой всемирной державе могущества химии исчезнут искусство, очарование человеческой жизни. Если землю перестанут использовать для выращивания продуктов сельского хозяйства, она вновь покроется травами, лесами, цветами, превратится в обширный сад, орошаемый подземными водами, в котором люди будут жить в изобилии и испытать все радости легендарного «золотого века»...

Вы чувствуете, как созвучна эта картинка тому, что мы говорили? Больше полувека прошло, но эти слова о «химии в 2000 году», сказанные знаменитым французским химиком Марселем Бертло, звучат столь же ярко и сегодня. Мечта о химической пище владела и владеет умами как писателей, так и ученых.

* * *

Что же говорят по этому поводу ученые сегодня? Предоставим слово академику А. Н. Несмеянову и кандидату химических наук М. В. Беликову.

«Представим себе вслед за Бертло то время, когда экономика синтеза пищи (и качество самой этой пищи) одержала верх над старинными традиционными способами ее получения. Несколько огромных заводов, расположенных в разных местностях страны, богатых углем или нефтью, вырабатывают всю потребную населению пищу. Занимают они в сумме площадь всего в несколько сотен квадратных километров... Трудоемкое сельское хозяйство отошло в прошлое, за исключением разве плодоводства и цветоводства. Отошла в прошлое и индустрия, снабжающая сельское хозяйство машинами, горючим, удобрениями, средствами борьбы с полевыми вредителями. Освободилось для более производительной работы 34 процента населения, ныне работающих в сельском хозяйстве.

К этому надо прибавить освобождение рабочих, занятых производством сельскохозяйственных машин, тракторов, сельскохозяйственного грузового транспорта, горючего и всего металла и материалов для них, ядохимикатов и удобрений, — ведь синтез пищи требует лишь части продукции последних. Старую пищевую промышленность сменила новая...

Нет больше неурожайных лет и неурожайных местностей. Нет больше огромных потерь пищи из-за капризов погоды, стихийных бедствий, от вредителей, порчи, гнили, мороза, сегодня уничтожающих большую долю урожая. Отмерли профессии, связанные с кустарным приготовлением пищи, — поваров и кухарок, значительной части официантов; раскрепощение домашних хозяек стало реальным, так как пища готовая, упакованная, подобно консервам, но в отличие от них сполна витаминизированная и вкусная, требует самое большее подогревания. Идеальным становится гигиенический аспект питания. Стандартная по составу — белки, углеводы, жиры, витамины, — приспособленная к возрасту пища лучше обеспечивает нормальные функции организма, чем любая естественная. Нет больше толстяков, больных ожирением сердца и печени... В случае отклонения от нормы можно

подобрать специально выпускаемые для больных диетические рационы с повышенным содержанием или, наоборот, отсутствием тех или иных ингредиентов (составных частей. — Б. Л.).

Постепенно уменьшается площадь пахотной земли и взамен возрастает лесная и парковая площадь. Прекращается высыхание и обмеление рек и, наряду с изобилием пищи, непосредственно питающей человека, решается все более острый на земном шаре вопрос о недостатке пресной воды.

Нужны большие и дружные усилия химиков, биологов, врачей, экономистов, для того чтобы наилучшим образом решить эту задачу. Любой, даже частичный успех, достигнутый здесь, окупится сторицею, даст колоссальную экономию средств и выигрыш в здоровье населения.

Все это только постановка проблемы — посадка дерева, крона которого уходит высоко в будущее, но корни заложены в почве настоящего и ждут самого заботливого ухода».

ХИМИЯ ЖИВОГО

ХИМИЧЕСКАЯ ЖИЗНЬ КЛЕТКИ

«Вселенная живой клетки» — вот как говорят ученые о единичке живого, крошечной, не видимой простым глазом, в которой заключен целый мир. Это настоящая фабрика, получающая и перерабатывающая энергию и вещество.

Однако какая фабрика может выполнять тысячи разных задач? Какой механизм может так быстро и точно отзываться на малейшие перемены обстановки и приспосабливаться к ним? На какой химической фабрике одновременно работают тысячи разных катализаторов и перерабатываются десятки тысяч веществ?

И, наконец, в клетке совершается еще одно чудо. Она способна производить себе подобных: делиться, размножаться. Повторяет же она себя так точно, что мы и не замечаем, как постоянно обновляемся. От рождения и до смерти живой организм множество раз становится фактически другим.

Диаметр клетки всего несколько микрон, несколько тысячных долей миллиметра!

Между тем эта крошка живет чрезвычайно сложной жизнью. Сотни триллионов молекул составляют ее. Десятки миллиардов из них — постоянные участники химических превращений.

Этой «единичке» живого приходится выполнять тысячи всевозможных задач.

В ней работают тысячи биокатализаторов — ферментов; в ней протекает одновременно до двух тысяч реакций; в ней непрерывно двигаются по определенным путям различные вещества — есть своеобразный внутриклеточный транспорт. Идет переработка сырья, которого не меньше десяти тысяч видов.

Клетка дышит. Кровь доносит до нее углеводы, которые, окисляясь, выделяют энергию. У крошечной клеточной биохимической фабрики есть своя собственная энергоцентральный.

Меняется обстановка — и клетка немедленно приспосабливается, выживает даже в тяжелых условиях. У нее идеальная автоматика. Она может восстанавливаться, если будет повреждена; может собрать и направить в нужный момент и в нужном направлении ударную силу — химическую активность. Все в ней согласованно, все действует безотказно, все приспособлено и для работы, и для самозащиты от опасности.

Клетка себя защищает от вторжения чужих белков, вырабатывая особые защитные белковые антитела. Стоит появиться чужеродной клетке, как эти защитники проникают в нее и начинают свою разрушительную работу.

Нет более совершенной химической лаборатории, чем живая клетка!

БИОПОЛИМЕРЫ

Самые удивительные полимеры изготовлены в лаборатории природы. Достаточно познакомиться с веществом, которое составляет основу всего живого.

На первый взгляд кажется, что белковая молекула устроена беспорядочно. Какие-то петли, узоры, спирали, закрученные в плотный клубок... Ничего похожего на строгие геометрические формы кристаллов или снежинок.

В молекуле белкового полимера — сотни тысяч и даже миллионы атомов. Это молекула-гигант, ко-

тую можно наблюдать в электронный микроскоп. Глядя на такое хитросплетение, думали, что клубок никогда не удастся распутать.

Но архитектура молекулы белка на самом деле подчинена вполне определенным законам. Каждой части постройки отведено свое место, каждое их чередование не случайно.

Уже удалось разгадать секреты строения простейших белков. Через разгадку лежит путь к искусственной белковой постройке. Но до создания настоящего наисложнейшего белка еще далеко.

Белков очень много: в человеческом теле больше ста тысяч видов. Каждый живой организм — микроб или животное, растение или человек — имеет свой белковый набор. Они похожи друг на друга, эти комки из перекрученных нитей, но есть и разница — едва уловимая, почти не приметная. Именно из-за нее и различаются белковые основы, именно потому по-разному устроены ткани различных живых организмов.

Архитектура белковых молекул подчинена какой-то целесообразности, которую наука еще не в силах до конца понять, хотя и стремится это сделать. Известно уже, что малейшее нарушение порядка в белковой постройке ведет к катастрофе. Не надо даже менять состава белка, не надо его разрушать. Стоит только чуть-чуть — именно чуть-чуть — переставить звенья цепи, и сразу же белок заболит, перестанет нормально работать.

А работа у белков необычайно разнообразная. Они искуснейшие на свете химики. И у каждого из них своя строго определенная задача. Ни на одном нашем производстве не найдешь такой идеальной организации и разделения труда.

Все удивительно целесообразно устроено природой. Она позаботилась, например, о том, чтобы кровь не свертывалась в сосудах, не закупоривала их, чтобы не прекращался приток кислорода к тканям. Если вы порезались, кровь, выйдя из ранки, свернется. Немедленно начнет происходить сложная цепочка реакций, и кровотечение остановится.

Про пластмассы говорят, что это материалы тысячи назначений, а белки — вещества уже не тысяч, а десятков тысяч возможностей.

Они ускоряют химические реакции, и эти биологические катализаторы не имеют себе равных. Они разлагают одни вещества и создают другие. С их помощью создаются жиры, углеводы, витамины. Благодаря им появляются в организме красящие вещества — пигменты; от них зависит выработка гормонов, тоже белков, которые регулируют рост.

Управляет созданием белков наследственный механизм, скрытый в ядре клетки. Этот механизм хранит в зашифрованном виде программу развития потомства. Он обеспечивает появление существа, подобного родителям. Все, что в дальнейшем проявит себя в полной мере, заложено в ядре клетки, в ее нуклеиновых кислотах. Попробовали подсчитать, сколько сведений хранит ядро клетки человеческого тела. Результаты выразили в привычных единицах — печатном тексте. И что же? Если расшифровать эти сведения, то они займут десять тысяч книг, по двести тысяч слов каждая...

Есть в нашем теле такие вещества, которые преобразуют химическую энергию пищи в механическую энергию мышцы. Более совершенного преобразователя пока не придумали инженеры. Белковая молекула меняет свою форму, белковые молекулы меняют свое расположение одна относительно другой — и мышца сокращается либо удлиняется. Конечно, управляет этими движениями нервная система. Но ведь и нервные клетки тоже построены из белков.

Белок — основа жизни. Однако к нему нужно добавить тот наследственный механизм, который строит живую клетку и управляет ею от рождения до смерти, обеспечивает непрерывность возобновления живого. Отсюда — вся жизнь, во всей ее многогранности, со всеми ее невероятно сложными проявлениями. Вот что означает белок!

Помощь, которую биология получает от химии, становится все более ощутимой, сотрудничество биологии и химии — все более тесным. Перед ними, идущими теперь вместе, открылась новая дорога, открылись и новые горизонты.

Правда, неоткрытого намного больше, чем ставшего известным теперь. Синтез белков сложнейшего состава все еще остается мечтой, хотя и получены в лаборатории простейшие белковые молекулы. Уже разведано устройство ряда белковых цепочек, становится все более ясным, как работают мышцы, во всех тонкостях, во всех деталях. Одна из самых каверзных загадок — механизм наследственности — близка к разгадке.

Почему же биология поднялась на новую ступень, и притом так быстро? Потому что она заключила союз с другими науками. Потому что от большого она перешла к малому, занялась миром атомов и молекул, составляющим все живое. А пути молекулярной биологии и химии тогда неизбежно должны были сойтись, ибо эти «кирпичики» материи в ведении химиков.

И пути сошлись. Нельзя понять, как происходит фотосинтез, если не обратиться к молекулам хлорофилла, к тем реакциям, которые совершаются в зеленом листе. Нельзя узнать, как дышит животное и человек, если не познакомиться с той работой, которую производят молекулы гемоглобина — этого красящего вещества крови.

Химический механизм встречается не только в мышце. Мимоза открывает и закрывает свои листья, захлопываются ловушки хищных растений. Есть и такие цветы, которые открываются днем и закрываются ночью, и наоборот.

Перейдя к микроорганизмам, можно тоже подметить движение и тоже найти его химическую «подкладку».

Вот враг бактерий — бактериофаг. У него есть головка и длинная ножка. Он подбирается к своему врагу и впрыскивает ему яд, запасенный в

головке. Ножка проделывает при этом движения подобно шприцу: она сокращается, как мышца. Химические реакции заставляют ее сокращаться.

Химическая энергия рождает движение и в макро- и в микромире живого. Была сделана проверка — создали искусственную модель мышечного волокна. Нити из синтетического материала сокращались, когда происходила реакция, похожая на ту, что идет в настоящей мышце. И, наоборот, растягивая нити, получали химические изменения, наблюдали переход механической энергии в химическую.

На стыках наук рождается новое. Если сначала физика и химия стояли отдельно, то в конце концов возникли физическая химия и химическая физика. Биология и химия, объединившись, дали биохимию. Физика, химия и механика дали физико-химическую механику. А теперь, в самое последнее время, рождается механохимия и хемомеханика — науки о превращениях механической энергии в химическую и обратно.

О союзе техники и биологии говорит академик В. Энгельгардт.

«Надо думать, что с течением времени связи между биологией и техникой будут расширяться и углубляться. Ведь живые организмы — это «механизмы» необычайного совершенства. Изучение, познание их секретов — дело увлекательное и важное. Разве не интересно технологу вскрыть природу необычайно эффективных биологических катализаторов? Разве не заманчиво найти способы прямого превращения химической энергии в механическую (как это происходит при работе мышц)? Разве не соблазнительно строить химические соединения, вещества с помощью световой энергии так, как это делает природа при фотосинтезе?

Важнейшая проблема современности — обеспечить продовольствием возрастающее население земного шара. И в первую очередь полноценными белками. Сейчас источником пищи для человека и животных служат растения. Но сельское хозяйство трудоемко и зависит от климатических условий, пока что неуправляемых. А если бы удалось пере-

нести создание пищевых продуктов с полей в цехи заводов — это стало бы настоящим переворотом».

Биология переходит на «молекулярный уровень» — занимается молекулами, ибо там кроются ответы на бесчисленные вопросы. Потому и возникла биохимия, о делах которой мы еще много услышим. Поэтому биология призывает на помощь вместе с химией и физику.

«Мне кажется, что первой проблемой, особенно в будущем, надо считать проблему науки о синтезе живого, об управлении жизненными процессами. В полном объеме эта проблема может быть решена лишь совместными усилиями биологии, физики и химии, принципами и методами, развиваемыми новой пограничной ветвью биологических наук — физико-химической биологией», — говорит академик П. А. Ребиндер.

Так, химия, проникая в тайники живого, расширяет наши представления о веществе, о его круговороте, о превращениях энергии, которые совершаются в природе, в том числе и в нас самих.

ЧАСТЬ III

О САМИХ
СЕБЕ



Природа проявила себя искуснейшим химиком, какого только можно себе представить. Великим Химиком... Созданные ею биокатализаторы — ферменты — оставляют искусственные далеко позади. Не имеет себе равных природная химическая лаборатория — клетка. Мозг все же превосходит самую лучшую современную кибернетическую машину, — в нем почти пятнадцать миллиардов нервных клеток выполняют тончайшую, идеально слаженную работу. А всюду здесь химия, всюду белок и нуклеиновые кислоты — основа основ всего живого.

В шифре жизни закодирован химический план и клетки, и всего организма в целом. План — это не только контуры постройки, это ведь и очередность строительства: в каком порядке и когда создаются новые клетки, когда и как растет организм. Но ведь кто-то здесь — конечно, надо сказать не кто-то, а что-то — руководит постройкой, прекращает синтез белковых молекул именно тогда, когда нужно, не раньше, не позже! Если почему-либо это «что-то», этот регулятор роста выпадает, клетки растут бесконтрольно, возникает злокачественная опухоль.

Конечно, такова лишь самая общая картина. По поводу рака спорят давно, и полной ясности еще нет. Но, впрочем, уже удалось отыскать в клетках животных регуляторы их роста — один его замедляет, другой ускоряет. И интересно, что ускоритель встречается у более старых животных. Не потому ли рак чаще встречается у пожилых?

Не надо думать, что все так просто. Иначе со страшным бичом человечества уже покончили бы, и

навсегда. Пока идут поиски, пока возникают и рушатся новые и новые гипотезы.

Все же предположим, что и в клетках человеческого тела найдутся те таинственные «ключики», от которых зависит нормальный или злокачественный рост. Вот тогда-то наступит очередь настоящей химиотерапии рака. Тогда искусственно созданные вещества, способные задержать болезнь, упорядочить, ввести в норму белковый синтез, примутся за дело.

Не нож хирурга, к которому прибегают и до сих пор, а химия победит рак. Она создает препараты, которые наведут порядок в строительстве новых клеток. И вирус, который способен был бы бороться против раковой опухоли, — это ведь тоже будущее синтетической химии.

Да и с одним ли раком будет покончено навсегда? Есть ведь много недугов, получивших даже особое название — молекулярные болезни. Каких только бед они не творят! На свет рождаются уроды, обреченные на жалкое прозябание или недолгую мучительную жизнь. Какой-то один атом оказывается не на своем месте, и человек заболевает неизлечимой болезнью крови, болезнью, к тому же передающейся по наследству. «Молекулярных» больных не единицы, во всем мире их сотни тысяч. Эти жертвы надо спасти. Слово — за биохимией.

Одновременно идет наступление и на другие болезни, в первую очередь — на болезни мозга.

Лекарство от безумия? Кое-что есть и сейчас, но сделано далеко не все. Надо, чтобы все душевнобольные вернулись в строй, а этого-то как раз сделать пока не удастся. Между тем химической подкладке во многом обязаны и душевные расстройства. Нарушается ход химических реакций в мозгу. Если знать, каких и как, то и здесь удастся восстановить порядок.

И не открывается ли перед психофармакологией возможность лечения тяжелых психических недугов, возможность создания синтетических лекарств от безумия и других болезней? К тому же стоило бы

порой полечить и тех, кого считают вполне здоровыми.

Не только у больных портится настроение иной раз от совершенно необъяснимых причин. Волнение, усталость, бессонница — спутники слишком нервной жизни нашего века. Отдых, курорты — все это хорошо. Но, может быть, попытаться и как-то иначе помочь сохранить ровное настроение, бодрость, способность работать? Возникает химия настроений. Для чего? Чтобы специальными препаратами снять возбуждение, подавить усталость, вернуть работоспособность. Космонавт или гидронавт, путешественник в иные миры либо в неизведанное подводное царство на нашей планете, геонавт — разведчик земных глубин... Да и мало ли еще кому из участников необычных экспедиций придут они на помощь!

Возникнет химия защиты от опасностей космического полета, от тех угроз, с которыми столкнутся исследователи Неведомого.

Химики усиленно изучают, какие и в каких отделах мозга находятся химические вещества. Задача огромной сложности: приходится иметь дело с ультрамикроскопическими весовыми единицами. Обнаружить их в живом мозге можно только по тем реакциям, в которые они вступают. Конечная цель не только в том, чтобы понять роль этих почти невесомых количеств, — цель еще и в том, чтобы создать новые препараты, которые избавили бы человека от заболеваний мозга и нервной системы.

Но надо ли лечить здорового человека? Разумеется, нет, ответит всякий. Здоровому человеку нужны, пожалуй, только режим, только физкультура. А химия... лекарственная химия — для больных.

Неверно! Человек иногда попадает в необычную обстановку. Тогда от него требуется напряжение всех физических и духовных сил. Он может оказаться в таких условиях, которые подействуют на его настроение, на его работоспособность. Ему может угрожать внезапная опасность.

Самый яркий пример — космонавт. Самая не-

обычная обстановка, в какую попадал когда-либо человек, — обстановка космического полета. И особенно необычной будет она для космонавтов завтрашнего дня, когда наши корабли отправятся в дальние рейсы. Недели, месяцы, а может быть, и годы придется им провести в тесном, изолированном от всего окружающего мирке. Однообразие, монотонность, отсутствие впечатлений, а может быть, и полное одиночество — как повлияют они на человека?

К этому надо добавить еще и какие-то неожиданные, и встречу с неизвестным, что невозможно ни предугадать, ни предусмотреть. Какой бы могущественной техникой ни был вооружен человек, он все же остается человеком. И химия придет ему на помощь.

Она даст ему препараты, снимающие усталость, возбуждение, угнетенность, поднимающие настроение, жизненный тонус и, значит, работоспособность. Она даст ему средства, которые защитят от радиации во время солнечных вспышек. Химия настроений со временем перерастет в химию защиты. Она создаст такие вещества, которые помогут переносить опасности полета: излучения, холод, перегрузки, вибрации, укачивание, невесомость.

Радиация рушит удивительно слаженный клеточный механизм. Клетки перестают нормально делиться. Они остаются живыми, но заключенные в них молекулы, передающие наследственные свойства, меняют свою структуру. И в лучшую ли сторону? Нет, потомство может получиться неполноценным. Радиоактивная зараза может проявить себя много лет спустя — не только на родителях, но и на детях. Это коварный враг, что-то вроде биологической мины замедленного действия.

А человечеству доведется в будущем все дальше и дальше совершать вылазки в космос, все дольше и дольше в нем бывать.

Говорят о биологической защите — прослойках, поглощающих экранах, проектируют в звездолетах «штормовые» отсеки на тот случай, когда вспышки на Солнце заполняют всю Солнечную систему смер-

тоносными лучами. Это так, и все же... Потребуется еще и химическая защита от радиации, которая закрыла бы излучениям дорогу в клетку, которая помешала бы поражению ее наследственного начала.

Химическими средствами, вероятно, можно будет повысить устойчивость к разного рода воздействиям не только у человека, но и у животных и растений. Создадут и вещества, помогающие в сочетании с иными способами несколько приостановить жизнедеятельность организма, снизить, например в случае необходимости, потребление пищи, кислорода. Можно будет влиять на природу самого человека, чтобы помочь ему штурмовать космос. Человек располагает уже достаточно многим, чтобы управлять реактором жизни, каким является клетка.

Он уже может убивать сорняки, не задевая полезных растений. Он может истреблять множество вредных насекомых. Он создает витамины, в которых нуждаются и животные, и люди. Он выводит полезные микроорганизмы, воздействуя на них химически, меняя в нужную сторону их наследственные свойства.

И всюду здесь участвуют вещества, название которых говорит за себя, — физиологически-активные, способные вмешиваться в жизнь клетки. Они могут наладить или, наоборот, разрушить этот химический реактор. Как — мы еще в деталях не знаем. Потому и подбирают их чисто опытным путем.

Но ведь можно было бы действовать не вслепую: предсказывать и характер, и силу действия того или иного вещества. У биохимика будет план поиска, и он догонит природу, хотя у нее за плечами миллионлетний опыт. Он сможет сознательно «конструировать» лекарства и витамины, ядохимикаты и мутагены — вещества, изменяющие наследственность.

Человеку делают прививку, и это защищает его от болезни. Ведь в основе невосприимчивости, иммунитета все та же белковая химия. В организм вводятся вакцины, и в нем вырабатываются особые

белковые антитела — борцы с инфекцией. Если удастся полностью овладеть биосинтезом, то насколько лучше могли бы мы предупреждать болезни!

Вероятно, научатся создавать и совершенно новые препараты, чтобы воздействовать на любые клетки с любой целью. Сумеют воспользоваться для этого и радиацией.

Кто знает, быть может, в малых дозах космические излучения на внеземных станциях окажут благотворное влияние — если не на человека, то на растения и животных?

Здоровье и активное долголетие будут, конечно, для биохимии грядущего проблемой номер один. Она станет еще более важной помощницей медицины. Но ей поручат решать и другие задачи, о которых сейчас тоже можно лишь мечтать.

Изменять свою внешность, если кто-нибудь этого захочет. Изменять свой рост. Карлика или гиганта сделать людьми нормального роста.

Природа создала мышцу — превосходный двигатель с высоким к.п.д.

К.п.д. «мышечного двигателя» человека близок к ста процентам. Некоторые из мышц работают без усталости всю человеческую жизнь. Вспомним хотя бы сердце. Оно за сутки перекачивает до семи тонн крови! А мышечное волокно-двигатель из искусственного белка — оно на что может пригодиться?

Такому двигателю не нужно горючее, его заменят кислота и щелочь, которых понадобится совсем немного. Искусственный биополимер будет то растягиваться, то сокращаться, когда на него попадут капельки щелочи или кислоты.

Где же найдет себе применение искусственная мышца?

Прежде всего она заменит своих природных собратьев — изношенных, плохо работающих или даже совсем почему-либо вышедших из строя. В сочетании с искусственным нервом она поможет обрести зрение многим слепым, даст руки и ноги парализованным.

Мы говорили о помощи человеку. А теперь — о переделке его.

Разговор пойдет о существе разумном, частице живого и венце творения природы. Ему, прошедшему долгий путь от человекообразного до человека, ему-то предстоит дальше еще меняться или здесь достигнут предел?

Фантасты, конечно, задумывались и над этим. Все течет, все изменяется. Мы — исключение? Отнюдь нет. Правда, за плечами у нас длиннейшая вереница эпох. Разницу не уловишь, если возьмешь промежутки хотя бы и в тысячу лет. Оперировать надо отрезками подлиннее, заглядывать вперед придется (как и назад) тоже на тысячелетия. Тогда в привычный облик потребуется внести поправки.

Какие же? Каким он будет, житель энного века, далекий потомок современника? Каким рисуется его облик мысленному взору тех, кто фантазировал не только о делах наших, а и о нас самих? Уж раз напридумывали всевозможных обитателей чужих земель, так почему бы не придумать землянина — каким он станет, скажем, через тысячу или миллион лет? И придумывали... Фантазия заводила иной раз слишком далеко.

— Машины все более и более освобождают людей от физического труда, — говорил один, начиная строить свои представления о Грядущем. — Мозг, а не руки — главное для отдаленных наших потомков. Да и ноги не очень-то им будут нужны. Зачем они, когда в городах — самодвижущиеся тротуары, когда куда угодно доставит вас какой-нибудь вездеход или везделет? Физическая сила — она исчезнет, как исчез хвост у человекообразной обезьяны. Зато голова... Голова будет действительно всему телу головой.

На тонкой шее — лысый (волосы тоже ни к чему, долой атавизм!) череп, череп-гигант. Хилые тельце, слабые ручки и ножки, впечатление от него, словно от зародыша, почему-то ставшего подобием все-таки человека. Живет лишь мозг, разросшийся до невероятных размеров, живут глаза — несораз-

мерно большие, излучающие трепетную мысль. А рот — маленький, ушей почти нет: в основном это странное существо изъясняется мысленно, мозг — генератор мысли, ее передатчик, биорадиостанция. Мыслеприказам повинуются машины, мыслями бесшумно обменивается такой малоподвижный человек-мозг с подобными же существами.

Бр-р! Пародия? Карикатура? Нет, вполне серьезно: и такой бывала фантазия, когда размышляли, куда пойдет человек.

Больше всего работать мозгу? Значит, ему и расти, говорил конструктор человека-мозга. Тело вырождается, атрофируется, станет частично ненужным, как стал ненужным нам аппендикс — отросток слепой кишки. Останется лишь то, что нужно черепу, где надежно запрятан совершеннейший мыслительный аппарат.

Признаюсь, я не так уж много выдумал. И даже не отправлялся от селенитов Уэллса, хотя и мог: у него среди лунных жителей я бы нашел и мыслителей с чудовищным мозгом, и рабочих, у которых главное — руки. Все же описал я именно человека, а не жителя Луны.

Нам сейчас это описание облика нашего потомка кажется безудержной фантазией, выдумкой — и только. Но почва для нее в свое время была. Началось бурное развитие автоматики и радио. Кое-кому казалось, что на долю человека достанется одно: мыслить да управлять машинами. Прошли бы век за веком, к чему это привело?.. Вот и появилось воплощение мыслительной машины в земном варианте уроды-селенита из романа «Первые люди на Луне»...

Современные наши фантасты представляют себе иную картину.

Высокие, сильные, гармонично развитые и, главное, красивые люди. Они похожи на нас. Это мы, но мы — улучшенные, облагороженные, лишенные наших телесных (и моральных) недостатков. Все лучшее, что есть в современнике, собрано в них воедино. Оттого необычайно привлекателен их портрет. Фантасты описали идеал, вершину, к которой

идет человечество, — сочетание силы, ума и... далее, каждый из них добавлял качества по своему усмотрению.

Один наделял человека зрением, куда более острым, чем у нас, или таким, какое позволяло видеть недоступное — за световым окошечком электромагнитного спектра. Другой увлекался телепатией, и люди у него разговаривают мысленно. Третий дарил людям будущего удивительную остроту зрения, обоняния, осязания и других органов чувств, утраченную нами на протяжении тысячелетий. И так далее...

Справедливости ради стоит заметить: особым разнообразием все эти портреты не отличались. Революции не предполагалось, тип человеческий оставляли фактически таким, как сейчас, без коренных поправок.

Более того: многие из тех, кто писал о будущем, перестали что-либо в своих героях менять. Вплоть до имен и фамилий, до знакомых словечек и выражений в лексиконе, будто бы ничего не значили десятки прошедших лет... Когда десятки — куда ни шло, может быть, так это и будет. И уж, во всяком случае, о разительных внешних переменах не приходится говорить.

Когда же события разворачиваются через тысячу лет, просто перенести туда нашего современника уже не удастся. Совершенно очевидно, что вступит в свои права эволюция, вдобавок ускоренная бешеным темпом будущей жизни.

Человека нельзя оторвать от обстановки, в которой он живет. Труд преобразил обезьяну в обезьяночеловека. Жизнь постепенно лепила из него существо разумное, наделенное всем, чем мы наделены теперь.

Процесс приостановился? Нет, но стал как бы скрытым. Одените кроманьонца в пиджак и брюки, обрейте ему нечесаную бороду и приведите в порядок прическу — вряд ли отличите его в толпе, не заговорив с ним. Разве лишь антрополог, чья профессия — наука о человеке, сразу разоблачит маскарад.

Ничего не менять — значительно проще, тем более что фантасты не антропологи. Столь же несложно нарисовать и синтетический образ, собрав в нем все лучшее, все, что хотелось бы видеть в потомках.

Мы ведь хотим стать такими — здоровыми, бодрыми, развитыми всесторонне. В каждом из нас душа спортсмена — кого не радует ощущение физического здоровья, силы, наслаждение радостью бытия! А далее берут слово профессия, условия жизни.

Получается разнбой. Характер труда изменится. А изменятся ли люди? И как? Вопрос сложный. Человек-мозг, конечно, крайность. Антропологи говорят: не станет человек только мыслящей машиной, иначе человечество выродится.

Наоборот, свободного времени у людей будет больше, больше они будут заниматься физкультурой и спортом, мозг и тело не станут противостоять друг другу.

И на страницах романов о далеком грядущем космонавты и кибернетики — люди в самом простом и здоровом понимании этого слова. Никаких отклонений, вызванных спецификой времени, никаких уродств.

Пусть люди будущего наделены экзотическими, непривычными для нас именами, пусть они овладели высшими знаниями, пусть совершают свои удивительные подвиги. Пусть иначе, чем мы, живут, любят, страдают и борются. Вполне естественно! Ибо что же такое жизнь, как не любовь, не подвиг, не борьба?

Итак, ничего необычного не произойдет. Даже в далеком будущем чего-то необычного в человеке не встретишь. И скорее всего, он не будет столь резко отличаться от нас с вами, как отличался бы, вероятно, гипотетический житель из звездной системы Тау Кита.

Даже если пройдет достаточное время, то вряд ли появится новая ступенька в эволюции человека разумного. Отличия будут, но куда менее резкие,

чем между кроманьонцем и его предшественником неандертальцем.

Выходит, правы те фантасты, которые даже и через тысячелетия не делают из человека какого-то необычайного с нашей точки зрения существа.

Но попробуем вдуматься поглубже. Бессмысленно плодить уродов или наделять потомков чем-то сверхъестественным, чего у нас нет. А оставлять природу человечества все же в целом неизменной — верно ли это? Неужели так-таки ничего с ним не произойдет?

От приспособления, от пассивной зависимости к активному вмешательству в природные дела, к созданию второй природы — таков ведь был путь человека. Власть его расширилась до необычайных пределов. Что же, из-под этой власти сам он себя разве исключит? Разве не попытается поправить природу и в самом себе?

Ему есть что поправлять. Он бессилен против многих болезней и времени, он не в силах побороть неотвратимую старость, так же как и неотвратимую смерть.

Пустяк, случайность могут сделать его инвалидом, а то и вовсе оборвать жизнь. Только в критические моменты, ценой невероятного напряжения он может вынести тяжелую физическую нагрузку, выйти из опасных ситуаций, побороть слабость, усталость, страх. И он ведь с завистью присматривается к миру животных, он, стоящий неизмеримо выше!

Ему не вынести такой сильной жары и такого холода, какие переносят животные. Он погибнет и от тысячной доли радиации, которую легко переносят микробы. Он не может жить в двух стихиях, как земноводные.

Даже самое простое — он видит, слышит, осязает какую-то ничтожную частичку тех событий, какие происходят во внешнем мире.

Конечно, он создал великое множество машин и приборов и создаст их немало еще. Опыт животных ему поможет. В этом направлении вряд ли стоит что-либо менять — в остроте человеческих органов чувств, в устройстве его тела.

Однако кое-что не мешало бы у человека изменить.

Он живет на островах среди безбрежного Мирового океана, а вход туда ему без техники закрыт. Человеку-амфибии был бы подвластен весь земной шар, а не одна только суша!

Сейчас человек пробует без акваланга опускаться на большие глубины, дышать под водой, как дышат киты. С помощью всяческих ухищрений пробует он стать человеком-рыбой. И не появятся ли когда-нибудь созданные с участием химии настоящие Ихтиандры? Море покорится этим людям, для которых воздух и вода станут одинаково привычной стихией...

«Рано или поздно человечество поселится на дне моря... В океане появятся города, больницы, театры... Я вижу новую расу «Гомо акватикус» — грядущее поколение, рожденное в подводных деревнях и окончательно приспособившееся к окружающей среде», — пишет известный французский покоритель глубин Жак-Ив Кусто.

Человек будет жить и в космосе, за пределами Земли, а ведь выйти за борт корабля без техники он не может. Человеку придется встречаться там с неизвестными опасностями, которые таят и космическое пространство, и чужие миры. Путешествия к звездам займут десятки лет, и жизни человеческой может для этого не хватить, как не хватит ни пищи, ни воды, ни кислорода.

Словом, на помощь технике должны прийти биология и химия, чтобы в самом человеческом организме отыскать скрытые резервы, чтобы вмешаться в, казалось бы, раз и навсегда заведенные природой порядки.

Да и в обычных делах, не связанных ни с какими путешествиями и опасностями, разве не заманчиво было бы научиться менять кое-что в нас самих?

Заставить острее и лучше работать свою память — ведь запоминать с каждым годом приходится все больше, даже школьникам и студентам.

Развить способности в какой-то мере; обострить восприятие, усилить сосредоточенность и внимание — словом, помочь мышлению, когда необходимо, — для химии посильная и важная задача. Только нельзя забывать о воздействии любых препаратов на клетки, в том числе мозговые: никаких вредных последствий, никакого побочного эффекта быть не должно.

Можно будет улучшить человеческую память. Здесь человек природу дополнит. Это, пожалуй, одно из самых необычных применений, которые найдет искусственный белок.

Молекуле безразлично, какую информацию в ней зашифруют. Зашифровке же поддаются любые понятия. Ведь переводится же все богатство знаний на единый кибернетический язык.

Возможно, осуществится и такая фантастическая идея. Изготовят белки, в молекулах которых будет записано нечто, что нужно запомнить: формулы, слова чужого языка, всевозможные числовые справки, которые в памяти укладываются с трудом. Проглотим такие белки, и кровь доставит их в нервные и мозговые ткани, и там осядет вся принесенная ими «премудрость». Память получит тот материал, который нужно усвоить.

Как давно известное, будет человек вспоминать эту съеденную им информацию, если ему о ней только напомнят. Она для него будет уже не новинкой. Учащиеся будут избавлены от механического запоминания, заучивания. И насколько же облегчится тогда обучение, научная работа да и вообще наша умственная жизнь!

Это не пересказ утопического рассказа. Так считает американский ученый Мак Конелл, проводивший первые опыты по изучению химизма памяти над животными.

Все же мы еще далеки от окончательного решения. Предположение о том, что память, как и наследственный код, зашифрована химическим языком в молекулах нуклеиновых кислот, — пока еще гипотеза. Насколько близка она к истине, покажет будущее.

И поиск должен продолжаться. В целом он идет по верному пути, потому что связь между работой мозга, белковым синтезом и нуклеиновыми кислотами несомненна. Советский ученый К. Кафиани замечает: «Это будет величайшей победой человеческого разума, ибо память лежит в основе познания и мышления. Активное овладение этими таинственными явлениями, основанное на знании механизмов, вероятно, сыграет огромную роль в прогрессе человечества».

Создавая искусственную пищу, синтезируя белок, химия вторгается в живую природу. Живая клетка задала множество загадок и биологам и химикам.

Медицина и химия вместе станут работать над тем, чтобы совершенное существо — человека — сделать еще совершеннее, помочь ему жить и работать, стать выносливее, сильнее, мобилизовать, когда нужно, скрытые резервы организма.

Давно пора пристальнее посмотреть на то, что происходит в тайниках живого. Мы уже нашли многие удивительные «приборы», которыми снабдила природа животных. В нас самих есть немало такого, чему может и должен поучиться современный инженер. Будущий — тем более.

Усовершенствовать мозг? Что ж, и об этом думали фантасты. В конце концов, и он ведь продукт все той же эволюции за миллионы лет. И появляются же гении — их мозг устроен, видимо, несколько иначе, чем у остальных, рядовых людей. Быть может, извилин в нем больше? Так рассуждает один из фантастов. А рассудив, производит со своим героем редчайшую хирургическую операцию (не берусь описывать ее подробнее, она — секрет автора).

У этого человека возрастает поэтому общая поверхность мозгового вещества. Возрастает будто бы способность мыслить: решения труднейших проблем, над которыми бьются ученые, даются ему легко. Он, выражаясь по-современному, становится словно природной кибернетической машиной. Именно природной, ибо искусственной, даже совер-

шенной, до настоящего мозга далеко. Ведь человек мыслит творчески...

Возможна ли подобная операция? Разумеется, нет. Да и прежде всего не нужна. Знай автор тогда побольше о биохимии мысли, он заменил бы скальпель химическим препаратом: единственно верный путь.

Замечу уж сразу, что гениев вряд ли будут «изготавливать» химически. Это невозможно. Да и нужды в том нет. У человека есть умнейшие помощники — «киберы», как их иногда сокращенно именуют фантасты. В будущем их станет больше, они «поумнеют». С их помощью многое удастся решить.

Изучение тайн мозга, этого совершеннейшего природного химико-кибернетического механизма, поможет создать машины самообучающиеся, обладающие практически всеобъемлющей памятью. У мозга поучатся и тому, как сделать машину сверхнадежной.

О химическом механизме памяти мы знаем еще очень мало.

При работе мозга происходят, по-видимому, перестановки атомов.

Достаточно одному из них занять новое место, и устройство сработает: то, что нужно запомнить, остается отмеченным. Когда понадобится, клетки его расшифруют, мозг истолкует. Вариантов таких перемен — бесчисленное множество, ибо молекулы сложны. Иначе трудно понять, почему памятью обладают все животные, даже самые простейшие организмы: одним возбуждением нервов этого не объяснишь.

Как бы то ни было, познание химизма памяти подскажет, как улучшить запоминающие устройства электронных машин. Фантастикой звучит пока что предположение о кибернетических машинах, которые не только сравняются с человеком, но и превзойдут его, чтобы ему помочь. Я имею здесь в виду, конечно, работу органов чувств.

Кстати, их не пять, как принято думать, а больше. К обонянию, осязанию, зрению, слуху и

вкусу следует добавить ощущение невесомости и перегрузки, потерю равновесия.

Нельзя забывать и про чувство времени — способность замечать определенные временные промежутки.

Бесконечно разнообразен этот поток информации, не прекращающийся ни на секунду. Вся масса сведений об окружающем мире перерабатывается, сортируется и в конце концов служит исходным материалом для выработки управляющих команд. Тогда наступает очередь сложнейших биохимических реакций. В дело вступают нервы, а затем — мышцы.

Такова грубейшая схема.

Автоматы будущего смогут перестраиваться на ходу, их отдельные элементы будут действовать так же целесообразно, как и клетки мозга. Случайность не нарушит работу, выход из строя отдельных частей не остановит машину.

Итак, учеба у природы, поправки к ней, улучшение человека... Все это — биология! При чем же здесь химия завтра?

Но дело обстоит совсем не так! Химия в живой природе проявляет себя всюду. Очень многого мы, правда, еще не знаем, однако уже уверены в химической основе жизни. Если так — отсюда и путь к управлению человеком в союзе с биологией и кибернетикой.

И право же, жаль, что, мечтая о человеке грядущего, фантасты как-то обходили до сих пор химию. Ведь именно в ней и скрыты возможности самые фантастические. Она как бы способна заменить тысячелетия эволюции, которые выработали из человека, в общем-то, очень совершенное живое существо. Она даст человеку такое могущество, которого ему при всем его совершенстве пока не хватает, — власть над самим собой.

Займемся теперь тем, что еще, возможно, станет на повестку дня уже не Завтра, а Послезавтра.

Нет ничего невероятного в том, чтобы создавать направленным синтезом совершенно новые формы живых организмов.

Мысль эта кажется дикой поначалу лишь из-за нашей привязанности к старому. Здесь нельзя провести никаких параллелей, это будет не гибрид, не соединение двух извечных начал, которые дают что-то новое, невиданное раньше (и все же похожее на своих родителей — вроде грейпфрута или зубробизона). Это не будет и результатом переделки чего-то известного с помощью отбора (новый сорт растения, новая порода животного).

Нет, это будет нечто совершенно новое, созданное по заказу, по заранее составленному плану, с заранее задуманными качествами. А что именно — уступим здесь место фантастам, потому что напридумывать можно достаточно много.

Но, может быть, стоит всерьез подумать и о том, какой бы могла быть новая жизнь, изготовленная по заказу, с такими свойствами, какие нам хотелось бы иметь?

«Подумайте: если верно, что можно в искусственных условиях дать начало жизни, которая будет во много устойчивей нынешней, то почему не ускорить темп ее эволюции? Почему не помочь человечеству развиваться быстрее и разумнее? Ведь тут не надо ждать миллионы лет: мы сами будем строить эту новую жизнь. И если она окажется лучше нашей, нам не должно быть обидно. Ведь ее подготовили мы...»

Эти слова принадлежат не увлекающемуся фантасту, а ученому.

И не окажется ли, в конце концов, что через множество поколений живой мир нашей планеты изменится так, что мы бы его не узнали? Земля далекого Завтра показалась бы нам неведомым спутником чужого солнца...

Так что же дальше? Синтетическая жизнь? Быть может, искусственный разум? Но это уж слишком, возразят мне. Ведь мы должны, и фантазируя, оставаться на почве науки. Но откройте книгу английского ученого и писателя Артура Кларка. «Профили грядущего» называется она. В табличке-хронологии будущих завоеваний стоит и то и другое.

Впрочем, Артур Кларк не вдается в подробности. Он имеет в виду отнюдь не первые десятилетия XXI века.

Можно вырастить недостающий орган, но можно, вероятно, и заменить изношенный, отработавший новым. Сейчас еще не всегда удастся прирастить чужеродную ткань, преодолеть барьер несовместимости, хотя этот барьер наука штурмует уже давно. Безусловно, создадут такие синтетические биополимеры, которые легко приживутся в организме.

Будущее обещает восстановление заболевших или утраченных органов. Запасные части для человека из искусственных биополимеров, а может быть, из искусственно созданной живой ткани — от таких перспектив действительно может закружиться голова. . .

Люди могли бы жить, как утверждает медицина, не менее ста пятидесяти лет. Завтрашняя биохимия обещает не только достигнуть этого предела, но и превзойти его. И, кто знает, вероятно, человечество далекого Завтра могло бы практически обеспечить себе бессмертие.

Будет ли только это необходимо? Тут стоит поразмыслить. По этому поводу высказывают разные мнения.

Бессмертие? Не лишит ли оно род человеческий стремления к прогрессу? Не лишит ли оно человека интереса к жизни? Ведь впереди у него вечность, никуда не надо спешить, ничто от него не уйдет. . . И писатель Г. Гор в рассказе «Ольга Нсу» пытается показать те потери, которые повлекло бы за собой бессмертие.

А вот другие слова. «Человек вышел из-под власти естественного отбора. Он уже не приспосабливается к условиям внешней среды, а создает вокруг себя искусственную благоприятную среду, переделывая природу. Ему не нужна смерть как фактор, ускоряющий совершенствование человечества от поколения к поколению».

Так говорит член-корреспондент Академии наук СССР В. Купрович.

И все же решать эту проблему не нам, а нашим далеким потомкам...

В ядре клетки записаны свойства будущего поколения. Это своего рода программа всей человеческой жизни. Она развернута во времени. Она определяет все, что должно произойти. Если так, то в клетке записана вся ее жизнь, ее старость, запрограммирована, в конце концов, ее гибель. В свойствах опять-таки нуклеиновых кислот, заключенных в ядре клетки, надо искать, по-видимому, причину старения и смерти.

Пример, который дает биология: лососевые рыбы гибнут после нереста. Почему? Да потому, что в их клетках перестают — в совершенно определенное время — вырабатываться необходимые белки. И не здесь ли надо искать ключ к механизму старения?

Ученые думают, что природа создала какой-то регулятор клеточного деления, какой-то выключатель, который прекращает рост. Он начинает действовать по-разному у разных животных: у кого-то раньше, у кого-то позже. Иначе все жили бы одинаково долго.

Опять о рыбах: самки камбалы не стареют. Рост у них замедляется, но не прекращается совсем, и если они погибают, то не естественной смертью. И ведь это потрясающей важности факт. Гибель и смерть — не одно и то же! Смерть не всегда была присуща живому. Когда-то древние существа гибли, но не умирали от старости.

Мир не перенаселился, потому что происходила борьба за существование, потому что был голод, были стихийные бедствия, да и мало ли что не происходило на неблагоустроенной первобытной Земле!

Смерть появилась все-таки, но без старости. Животные размножались — и родители сразу же гибли, как гибнут однолетние растения, кальмары, некоторые рыбы, пчелиные самцы — трутни.

Лишь потом смерти стало предшествовать старение, которое значительно ослабляет защитные силы организма.

Итак, человек развивается по программе — кибернетики и биологи не сомневаются в этом. Выходит, человек — автомат? Если под автоматом понимать сложнейшую саморегулирующуюся систему с гибкой программой, чутко откликающуюся на все происходящее вокруг, то да. Природа позаботилась и о резервах: человек выздоравливает, раны заживают. Однако в такой идеал не вписывается смертельный исход. А ведь он, увы, бывает.

Вот тут-то на первый план начинает выдвигаться химия — «химия отклонений», химия, которая возникает как результат отклонений от биокрибернетической программы. Отклонения неизбежны. Даже в идеальной саморегулирующейся системе ошибок регулирования не избежать. Сначала их немного, но со временем накапливается все больше и больше. Новые ошибки прибавляются к старым, отклонения нарастают, и организм, отнюдь не запрограммированный на старение, на смерть, стареет и умирает.

Накопление ошибок — одна из многочисленных гипотез о причинах старения и смерти. Есть среди них и другая — о «гормоне смерти», особом веществе, которое в определенный момент вырабатывается самими организмами и прекращает жизнь.

Молекулы, в которых записан наследственный код, меняются с возрастом, и на них влияют, в частности, свободные радикалы.

Но можно ли бороться с неизбежностью?

Слово химии. С химической точки зрения, жизнь — цепь реакций, цепь превращений. В химическом выражении старение и смерть — это появление вредных веществ или недостаток полезных. Это, возможно, появление «гормона смерти».

Если действительно есть какое-то вещество, которое вырабатывается в определенный момент и гасит жизнь, то и против него найдется средство.

Значит, химия же подскажет выход. Поскольку организм развивается по программе жизни, записанной наследственным кодом, то, возможно, уда-

стся замедлить исполнение этой программы, ее считывание.

Особенно важно было бы такое замедление для клеток нервных: они выходят из строя раньше других.

На помощь химии придет кибернетика.

Она ведь создает все более совершенные, и притом самоусовершенствующиеся машины. Так почему бы не появиться в конце концов искусственному мозгу — на первых порах он заработает параллельно с естественным.

Пока он не истощился, кибернетический его двойник будет учиться, усваивать, накапливать знания, привычки, вкусы, характер. А затем... затем живой мозг, сделав свое дело, отключится. Человек будет жить с протезированными органами и даже с искусственным мозгом!

Опять повторится то же самое! Такое полукибернетическое создание, унаследовавшее от живого человека его интеллект, будет жить, но, живя, накапливать ошибки.

И с ними опять будут бороться подобным же путем...

Лучше поставить здесь отточие, потому что фантазировать не стоит.

Все, что написано до этого, — отнюдь не вымысел досужего человека, это предвидение ученого. И заключая его, лауреат Ленинской премии профессор Н. Амосов говорит:

«В борьбе со старостью методы «чистой» медицины изживают себя. Жизнь человека станет дольше только благодаря успехам физики, химии, кибернетики, которые внесут свой решающий вклад в новую медицину — медицину будущего».

Надо сразу оговориться, что наши представления о причинах старости и смерти все же далеко не полны.

Пока лишь предположения, пока лишь попытка понять, почему все живое неизбежно обречено на гибель.

Одно несомненно: в основе биологии лежат химия и физика, физика и химия.

* * *

Новая химия, химия последних десятилетий, идет вперед столь быстро, что кажется, будто прошли не годы, а века. Так много сделано, так много неведомого ранее стало известным, так бурно развиваются самые разные направления химической науки... Как река в половодье, химия выходит из старых берегов и прокладывает все новые и новые русла.

ФАНТАСТЫ ПРЕДЛАГАЮТ...

Поставщиком химических идей — сногшибательных, ошеломляющих своими перспективами — выступила вроде бы хорошо знакомая природа. Фантасты вряд ли ошибались, изображая биохимию будущего как кладезь чудес.

Вот примеры из фантастики. В повести В. Немцова «СЛ-1» (1948 год) описан «усилитель запахов». Он обнаруживает многие элементы и их соединения на расстоянии в сотни метров. Перед человеком, вооруженным этим прибором, словно заново раскрывается мир — мир великого множества ранее неуловимых пахучих веществ, мир, в котором легко отыскать различные руды и разгадать загадки растительного и животного царства.

* * *

Сейчас тренировка позволяет (хотя и не очень намного) раздвинуть поставленные природой пределы выносливости. Она помогает выносить холод и тепло, низкое давление, перегрузки и невесомость, недостаток пищи и воды.

Не появятся ли когда-нибудь люди, способные жить в космосе? Слово К. Э. Циолковскому, вернее, тем космическим, «эфирным» существам, с которыми беседует герой его «Грез о Земле и Небе».

«Наши тела изменялись понемногу и применялись к жизни в пустоте... Мы ничего не едим в том смысле, как вы это понимаете, мы питаемся и развиваемся, подобно растениям, действием солнечных лучей... Мы дышим и едим вот как: видите зеленые придатки нашего тела, имеющие вид красивых изумрудных крыльев? В них содержатся зернышки хлорофилла. Крылья благодаря своей стекловидной оболочке ничего не выпускают наружу, но зато свободно, почти без потери, пропускают свет солнечных лучей. Лучи эти разлагают углекислоту, растворенную в соках, что струится в наших крыльях... и совершают тысячи других химических работ.

«Негодные» выделения... идут непрерывными потоками в растительные части нашего тела и превращаются в годные работою Солнца. Совершается вечный круговорот, и мы не нуждаемся ни в пище, ни в питье, ни в кислороде... У нас есть регулятор, который показывает, что пора обернуть к Солнцу наши крылья, чтобы не заснуть. Если мы не захотим послушать этого указания, то засыпаем. Когда наступает опасность истощения, регулятор будит нас... У нас есть особые регуляторы жизни, которые мешают телу стариться, слабеть и вообще изменяться во вред себе».

* * *

Когда говорят о переделке человеческого организма, то невольно вспоминаются еще и другие фантастические картины. Они тоже связаны с космосом. Ведь Земля, несомненно, не единственная обитаемая планета во Вселенной! И астрономия, и физика, и биология, и кибернетика, и химия (химия живого!) говорят: в подходящих условиях жизнь может развиваться вплоть до существ разумных, которых, возможно, людьми и не назовешь. «Жители иного мира» — скажем осторожно так.

Возникает интересный вопрос: мы учимся совершенствовать себя; в далекой перспективе, как мечтал К. Э. Циолковский, видим даже «эфирных существ», живущих в пустоте и использующих, по-

добно растениям, энергию Солнца. «Можно улыбнуться такой картине, — писал об этом астроном Ф. А. Цицин. — Но кто знает, не будет ли эта улыбка родственной тем, которые вызывала полвека назад сама идея межпланетных путешествий...»

Он спрашивает: а если «инопланетники» тоже добьются власти над живой материей, захотят ли они превратиться в обитателей космоса? Совпадут ли желания землян и их звездных братьев?

На это, конечно, сейчас ответить трудно. Фантасты рисовали самых невероятных существ и, скорее всего, ошибались: у обитателей сходных с Землей планет, вероятно, и сходный с нашим облик. А у планет непохожих? Там все должно быть другим! Вот, например, слова английского астронома Х. Шепли.

«Безусловно, физика, химия и климат некоторых из звезд-лилипутов будут подходящими для естественного зарождения жизни. Такой протоплазмический процесс может происходить как на самосогревающихся независимых планетах, так и на планетах типа Земли и Юпитера, связанных притяжением с излучающими звездами.

Жизнь на независимых, самосогревающихся телах, масса и температура которых допускают существование необходимой жидкой воды, была бы очень странной и отличалась бы тем, что источник нужной для нее энергии находился бы внутри небесного тела. На поверхности эта энергия проявлялась бы преимущественно в радиодиапазоне электромагнитного спектра. Там не было бы обычного света, от фиолетового до красного, и органы чувств, соответствующие глазам, должны были бы быть настроены на радиоволны.

Станным показался бы нам этот мир. Но ведь такими же странными могут показаться и формы жизни на нашей согреваемой Солнцем планете для жителей иных миров. Сравните микробов и китов, секвойю и бактерию, пчел и губки! Все это — проявления протоплазмических процессов, продукты космической эволюции, в которой участвуют атомы,

живые клетки, растения, животные и человечество».

Вывод? Нет ничего невозможного встретить в природе жизнь, не похожую на нашу. И химия, всемогущая химия, поможет существа земные преобразить столь необычно, что они будут выглядеть столь же удивительно, как фантастические жители других земель... Если в этом появится необходимость, конечно!

Фантазия иногда устремлялась по совершенно необычным путям.

«Быть может, не одни только углеродистые соединения способны давать вечноподвижные молекулы, подобные белковым?» — думал много лет назад народоволец Николай Морозов. Он представил себе далекое прошлое — то время, когда Земля, как считали раньше, была еще жидкой и океан расплавленных пород покрывал не остывшую внутри планету. Ему рисовались фантастические картины.

...Море жидкого кварца бьется в берега из тугоплавких горных пород. На берегу живые существа. Их тела построены из аналогов белковых соединений, не боящихся жары, в крови — жидкий кварц. И когда осенью на поверхности кварцевой речки появляется кварцевый лед, этим существам холодно — замерзает их родная стихия.

Они привыкли к другой температуре и видят другие лучи спектра. Ослепительно огненный мир, такой же обыкновенный для них, как и наш для наших глаз... Изменились условия — появились другие существа. Остатки прежней жизни — минералы — погребены в недрах земли.

Но это, конечно, только лишь плод остроумной фантазии, не больше.

Поразительный эксперимент тоже из фантастики: в ядре клетки углеродную основу делают кремниевой. Появляются кремнийорганические растения, животные и даже... люди. Люди, для которых нормальная температура — плюс шестьдесят градусов, которые купаются в горячем растворе едкого калия, питаются «мясом» кремниевых жи-

вотных и кремниевыми растениями и которым не страшны ни пули, ни радиоактивные излучения...

По этому поводу высказываются разные мнения.

«Сходство химических свойств углерода и кремния послужило пищей для различных фантазий о планетах с кремниевым миром. В этом фантастическом мире живут существа, организм которых построен так же, как и организм земных существ, но во всех молекулах углерод заменен на кремний. Кремниевый белок, кремниевые клетки, кремниевые мышцы, желудок... Кремниевые соединения не боятся нагревания и не разрушаются столь легко, как углеродистые. Это их свойство позволяет фантастическим кремниевым существам пить расплавленный свинец, купаться в жидком олове, согреваться в пламени и совершать другие удивительные поступки.

Существует этот мир только в воображении создавших его авторов. Имеется целый ряд химических и энергетических причин, по которым жизнь может развиваться только на основе углерода. Но кремниевый мир все же существует. Таким именем по праву может быть назван окружающий нас неживой мир», — писал химик А. В. Пурмаль.

Другой химик — В. В. Станцо — писал: «А в отдалении рисуется картина создания на неуглеродной основе молекул, более сложных, чем белковые. Какие свойства заложит в них человеческий разум? Быть может, обретут реальные черты страницы фантастических повестей о кремниевом живом мире?!»

И вот еще одна фантастическая картинка «чужой» жизни на иной химической основе.

С жителями фторной планеты встретились земные звездолетчики — герои рассказа И. Ефремова «Сердце Змеи».

«У них на планете газ жизни — фтор, смертельно ядовитый для нас! А им также смертелен наш кислород. Вместо воды у них жидкий фтористый водород — та самая плавиковая кислота, которая у нас разъедает стекло и разрушает почти все минералы,

в состав которых входит кремний, легкорастворимый во фтористом водороде.

Люди Земли увидели лиловые волны океана из фтористого водорода, омывавшие берега черных песков, красных утесов и склонов иззубренных гор, светящихся голубым лунным сиянием. Ближе к полюсам окружающий воздух синел все больше, становился глубже и чище темно-голубой свет фиолетовой звезды, вокруг которой быстро неслась фторная планета.

Круглые шапки льдов, лазурные, лиловые краски преобладали повсюду. Самый воздух словно был пронизан голубоватым свечением, точно слабый ряд в газовой трубке. Мир чужой планеты казался холодным и бесстрастным, будто видение в кристалле — чистое, далекое и призрачное...»

* * *

Хотя мы занимаемся химией земной, но уже как-то незаметно вышли за пределы нашей планеты, в область химии космической. Вопрос о жизни во Вселенной привлекает сейчас огромное внимание. Но какова она, эта жизнь, какие формы она приняла, об этом пока можно строить только догадки. Насколько они близки к истине, точного ответа еще нет...

Не одни фантасты предрекали человеку будущего непривлекательную внешность.

Некоторые зарубежные ученые, как, например, профессор Дж. Б. Холдэн, считают, что у человека будет огромная голова и крохотное лицо, беззубый рот и дряблые мускулы.

«Суммируя наши пророчества о будущем человеке, — говорит другой ученый — профессор Г. Л. Шапиро, — мы можем картинно описать его как более высокого, чем мы, с головой большего объема и более круглой. Его лоб будет более вертикальным, надглазничные дуги — гладкими. Некоторые представители грядущей расы будут ходить на четырехпалых ногах, и многие будут лысеть. На руке останутся только три двухфаланговых пальца. Кости рук и ног окажутся слабее, тоньше и изящнее, чем наши. Через несколько миллионов лет у человека останется один шейный позвонок, один грудной, один поясничный и два-три крестцовых».

Советские ученые с этим не согласны.

«Думаю, что если бы «машина времени» перенесла нас через тысячелетия, то нас встретили бы люди, лишь в чем-то несущественном отличные от нас.

Человек коммунистического завтра останется гармонично развитым существом. Освобожденный

от гнетущего однообразного труда, он не оставит занятий спортом и избежит однобокого развития. Более того: свои физические дефекты он сумеет исправить, заменяя поврежденные или недоразвитые органы искусственными, скажем, сделанными из полимеров. А разгадав химический шифр наследственности, люди сумеют направлять свое развитие в желаемое русло. Не среда будет формировать человека, а человек будет изменять среду и свою природу по собственному усмотрению. Человек станет прекрасным!» — пишет антрополог профессор Я. Я. Рогинский.

«Представим, что человек стал бессмертным. Очевидно, что ему придется искать новые источники энергии и питания, покорить океан, выйти в космос. Но сможет ли очень слабый, неприспособленный к иным условиям жизни, чем на Земле, человеческий организм выдержать столь большую нагрузку?.. Может быть, человек будет как-то изменять себя, приспособлять свое тело к космическому холоду и тропической жаре, к радиации и отсутствию воды?..

Человек — существо разумное, он создает то, чего не предусмотрела природа. Что такое эволюция? Это смена поколений, в результате которой появляются особи, более приспособленные к внешним условиям. Например, многие насекомые после рождения потомства умирают. Это хорошо, потому что если бы они не умирали, то они бы не совершенствовались. Человека нельзя ставить в один ряд с насекомыми. Он обладает разумом. И если возникнет необходимость, он начнет совершенствовать себя. Но прежде он попытается изменить внешние условия, которые каким-то образом будут ему мешать. И когда он станет настолько могущественным, что сможет изменять их по своему усмотрению, ему ничто не будет грозить. Даже смерть, которая связана преимущественно с изменением среды и самого организма. Научившись бороться и с тем и с другим, человек станет полновластным хозяином Вселенной. На смену стихийной эволюции придет эволюция управляемая», — пишет член-корреспондент Академии наук СССР В. Ф. Купрович.

ЧЕЛОВЕК ГЛАЗАМИ ХИМИИ

Мы настойчиво доискиваемся, какую роль играет химия во всех проявлениях живого.

Какой бы орган мы ни взяли — легкие или мозг, мышцы или зубы, кости или почки, — всюду найдется тот или иной микро- или ультрамикро-элемент. Каждому из них отведено свое место, каждый выбирает себе свой орган и обосновывается в нем. Поэтому мы встретим литий, например, в легких, а титан в мышцах, молибден в мозге, а барий в глазах. Если бы расставить по всему телу животного символы элементов, они собрались бы в группы.

Самая большая, самая многочисленная оказалась бы в печени. Печень — универсальная химическая лаборатория. Туда поступают переработанные желудком питательные вещества. Там обезвреживается все вредное, образуется и накапливается все полезное. Там происходит обмен, в котором участвуют углеводы и белки, жиры и витамины. Думают, что в печени можно найти все известные нам элементы.

Но печень все же не единственная в своем роде. Сложнейшие процессы происходят в головном мозге, где обнаружили не один десяток микроэлементов.

Кровь? У нее тоже сложные задачи. Это она

обеспечивает питание клеток в самых отдаленных уголках живой ткани. Это она уносит отходы, отработанные продукты. В ней тоже десятки микроэлементов.

Непрерывно вырабатываются вещества, регулирующие работу всего организма. Даже ничтожной их дозы достаточно, чтобы нормально шли те или иные процессы. Каждое движение, каждый вздох, каждое биение сердца, каждое действие, которым управляет мозг, в конце концов зависят от химии малого.

ХИМИЯ И НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ

Клетка — биологическая единица. Химическая единица — молекула. Сколько же молекул в клетке? В клетке печени, например, двести триллионов. Причем пятьдесят миллиардов из них постоянно меняются, участвуют в химических превращениях.

Как же природа возводит постройки столь неимоверной сложности? Кто руководит строительством, как обеспечивает клетка воспроизведение совершенно одинаковых белковых молекул?

Здесь мы встретимся с двумя удивительными веществами, двумя кислотами. У них такие длинные названия, что их трудно и произнести: дезоксирибонуклеиновая и рибонуклеиновая кислоты (сокращенно ДНК и РНК).

Впрочем, названия не так уж страшны. «Нуклеос» в переводе значит «ядро», а кислоты эти как раз в ядре и находятся.

А теперь из области химии совершим коротенькую вылазку в кибернетику. Как работает управляющая электронно-вычислительная машина? Она действует по заданной ей программе. Все, что нужно сделать, записано, зашифровано в ее механической «памяти». Командные сигналы выдаются в строгом порядке, и не должно произойти даже малейшей ошибки.

Нечто похожее на кибернетическое устройство мы найдем и в живой клетке. Молекулы ДНК в клеточном ядре — хранители наследственной инфор-

мации. В них как бы записан весь «проект» будущей клеточной постройки. Он зашифрован с помощью кода, составленного всего из четырех «букв» — четырех атомных групп, нуклеотидов.

Аминокислот в белке двадцать, и каждой из них в шифре ДНК отвечает сочетание, «слово» из трех «букв». Двадцать нужных для строительства белка аминокислот — все разные. Шифр определяет порядок их чередования.

Считывая шифр, молекулы второй кислоты — РНК — помогают возводить белковую постройку, строго придерживаясь кода, зашифрованного в ДНК. «Читать» код можно только в определенном порядке — поэтому-то и выдерживается «стандарт» в производстве, при делении получают одинаковые клетки. С кода снимаются копии, как с чертежей делаются синьки. Любая поворожденная клетка имеет полный набор «синек».

Так передаются по наследству все свойства будущего организма.

Эта картина все же очень приближительна и схематична. Многие детали в ней пока неясны.

Иногда приводят такое сравнение. Всего двадцать типов аминокислот нужно, чтобы построить белковую молекулу. Пусть каждой из них соответствует бусинка определенного цвета. Чтобы построить упрощенную модель белка, надо действовать в три приема. Сначала нанизать на нитку несколько сотен бусинок двадцати разных цветов — в определенном количестве и порядке. Потом нитку закрутить в спираль, наконец, эту спираль изогнуть еще, превратив ее в фигуру вроде восьмерки, например. Только тогда и получится подобие белковой молекулы — не всякой, конечно, а одной из простейших.

Белковая молекула — сложнейшая из всех природных конструкций. Поражает то, что белок состоит всего лишь из шести химических элементов: углерода, водорода, азота, кислорода, часто серы, иногда фосфора. Это вдвое больше, чем в углеводах и жирах, но тем не менее, казалось бы, мало.

Чтобы построить белок, требуется двадцать раз-

новидностей аминокислот, двадцать разных «кирпичиков». Но из них можно составить множество комбинаций. Сколько же? Математика отвечает: два с половиной миллиона триллионов — число из девятнадцати цифр... Да вдобавок бывают и такие молекулы, в которых встречается еще по несколько различных комбинаций. Задача сложности невероятной.

Чтобы разгадать, как устроен белок, пришлось прежде всего определить, в каких сочетаниях и как располагаются в нем атомы. Природа почти никогда не допускает брака, почти никогда не ошибается. Порядок, в котором следуют друг за другом аминокислоты, незыблем и повторяется из поколения в поколение неизменно. Насколько важен порядок, говорит хотя бы такой факт: стоит заменить одну-единственную аминокислоту другой, и белок «заболевает», заболевает человек, и его болезнь передается по наследству. Болезнь может даже кончиться смертью. Вот что означает это «почти»!

Пока что раскрыта загадка немногих простых белков. Несколько лет назад впервые получили белковоподобную молекулу. Она состояла не из двадцати, а из одной аминокислоты. А потом стали искусственно создавать и соединения с несколькими аминокислотами, постепенно подбираясь к синтезу уже настоящих белков.

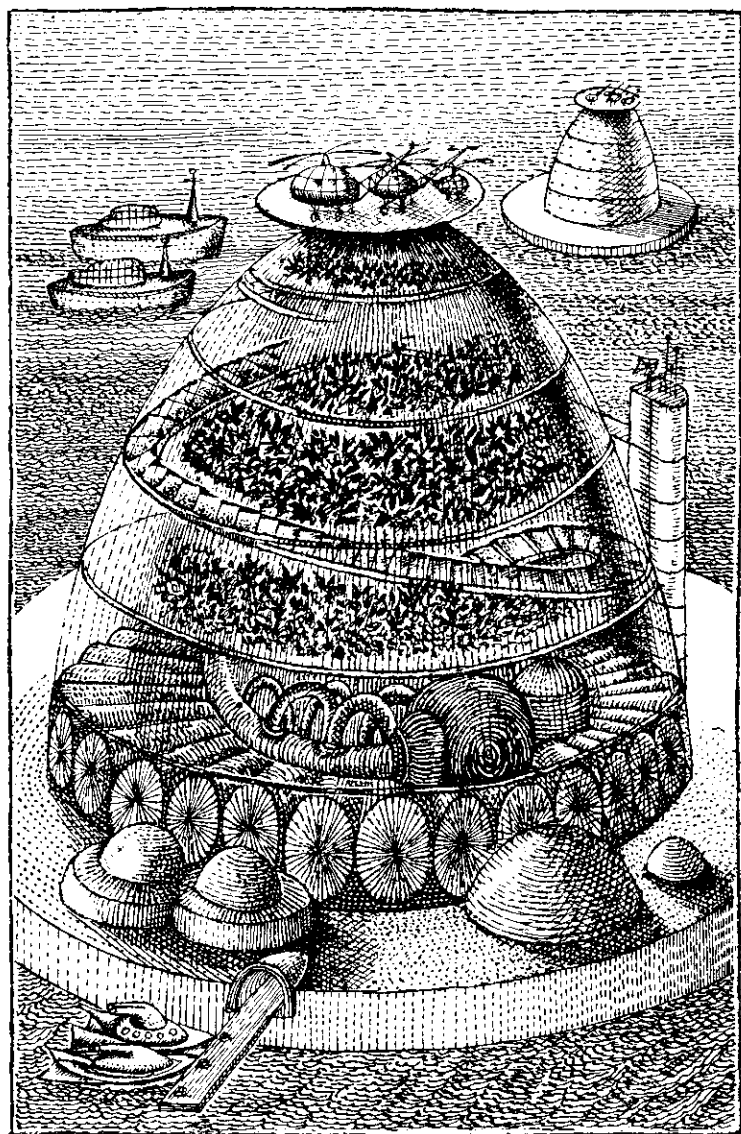
Успехи пока что еще не так уж велики. Синтезированы небольшие белковые молекулы, устроенные сравнительно просто, в состав которых входит неполный набор аминокислот. Но и эти успехи дались ценой долгого и тяжелого труда. Годы уходили на расшифровку структуры молекул, и годы — на их синтез. Теперь известна архитектура гораздо более сложных белковых зданий, и наука, сделав первые шаги, уверенно движется к конечной цели.

В будущем у биохимии появится возможность синтеза любого белка. С этой задачей, вероятно, сможет справиться электронная машина — она расшифрует код, она определит технологию строительства клеток.

ЧАСТЬ IV

МИР

МЕЧТЫ



Существует волшебный мир.
В нем все не такое, каким мы привыкли видеть.

Вас поразили бы многоэтажные города — их словно строили какие-то циклопы. Но в то же время эти гигантские башни и мосты, сверхвысотные здания и целые ярусы с переходами где-то в поднебесье — они удивляют своей ажурностью и кажутся почти лишенными веса.

Однако зайдем в какой-нибудь дом. Лестницы — из пластика, похожего на полупрозрачный розовый мрамор. Стены — из легкой пористой пенопластмассы, не пропускающей ни тепла, ни холода, ни звука. Пластмассовая облицовка. Прозрачная крыша, сквозь которую свободно льется солнечный свет. Легкая сверхпрочная мебель. Всюду только пластмассовые вещи — вплоть до посуды и безделушек...

Есть дома, стены которых покрашены краской-хамелеоном. В холодный день они темных, а в жаркий — светлых тонов. Окна не завешивают летом шторами: стекла в них сами темнеют на солнце и вновь светлеют в тени или в пасмурный день.

Внутренние стены домов, покрытые светящимися красками, с заходом солнца начинают светиться, и комнаты по вечерам заливает ровный, мягкий свет разных оттенков (каких захочется!).

Вместо унылого и серого полотна наших шоссе мы будем путешествовать в том мире по широким разноцветным лентам дорог, покрытым прочным, почти вечным материалом. Нам попадутся и самодвижущиеся дороги — вроде эскалаторов метро, но только более удобные.

Нам встретится целый набор удивительных материалов, которыми пользуются жители этого мира.

Вот один из них — пленка совершенно прозрачная и необычайно эластичная и прочная, не боящаяся кислот и микробов, холода и жары. У них в ходу и очень легкая пленка: из нее можно изготовить множество пузырьков, наполнив их легким же газом — и готов настоящий ковер-самолет, плавающий по воздуху, как плот по воде... Они располагают небьющимся, эластичным стеклом: стакан, упавший на пол, отскакивает от него, как мячик.

Но давайте спросим самих обитателей мира чудес, что у них есть еще интересного, скажем, в одежде.

— У нас нет теперь ткацких фабрик, они исчезли.

— А чем же заменили их?

— Ничем. Мы даже не знаем, что значит прясть и ткать. Мы отливаем наши материи, прессуем, окрашиваем и получаем готовый материал для одежды.

— Ну, а портные? Они-то уцелели?

— Их тоже нет. С фабрик приходят готовые выкройки и клеильщики соединяют отдельные куски, подгоняя их по росту. Попробуйте дернуть мой пиджак. Смотрите, какая гибкая, мягкая и в то же время прочная материя. Такой у вас никогда не бывало... Есть у нас и такая синтетическая одежда, в которой создается собственный микроклимат, как в скафандре. В ней не страшны ни жара, ни холод, ни влага, ни сильные звуки и свет, ни даже электрический ток...

Прочность, легкость и прозрачность в одном пластике? Неплохая комбинация! Подобный пластик нужен для крыш, закрывающих сады-оранжереи, для изготовления газгольдеров и воздушных шаров, непромокаемой тары, плащей и накидок-невидимок.

Ботинки с подошвой, которую невозможно износить? Просто находка для мальчишек, на чьих ногах, как говорится, обувь горит! А вообще от нее не отказывается любой — она удобна всем.

Чем дальше, тем больше неожиданностей раскрылось бы нам в том мире.

Взять хотя бы путешествия по Земле и самую планету Землю.

Для нас подземоход — мечта. Наши подводные лодки совершают редкие вылазки на океанское дно, с трудом проникают на километры в глубь водной толщи.

Наши реактивные сверхзвуковые самолеты способны лишь на короткие взлеты к поверхности воздушного океана, а до пассажирских рейсов на спутниках-кораблях еще далеко.

Да и вездеходы современные пока что не столь уж вездеходны, как того хотелось бы нам. Ведь мы все еще привязаны к дорогам, лишены возможности путешествовать одинаково свободно во всех стихиях — по суше и воздуху, по воде и под водой...

Иная техника в том ином мире. Она открыла его обитателям дорогу и в глубочайшие впадины Океана, и в земные недра. С ее помощью у них проложены пассажирские трассы в глубинах морей и стратосферных далях, воздушно-космическими мостами связаны континенты, универсальные вездеходы покорили планетную целину.

Одним словом, всюду, куда ни посмотри, в том мире многое выглядит по-другому.

Землю и ту не сразу узнаешь, если посмотришь на нее, как рассмотрели в наше время первые космонавты.

Обитатели того мира живут на переделанной Земле, где исправлены упущения природы: почти нет на ней непригодных для жизни мест. Освоены пустыни и экваториальная зона, приполярные районы и ледовый антарктический континент. Для земледелия отвоеваны засушливые края, склоны диких гор и даже пещеры.

Потому кое-где реки текут не по указанным издревле природой путям. Потому вместо пустынь — зеленые просторы, в зеленых же массивах веками нетронутых джунглей ночью сверкают огни городов. Прибавилось зелени в полярных районах. Вглядеться попристальнее — и на безбрежной мор-

ской синеве можно заметить искусственные острова: плавающие поля, огороды и сады, которые не значились на картах XX века. Это бесспорно наша родная планета, однако как изменилось ее лицо!

Шар земной приобрел иную окраску. Зеленое преобладает на том рельефном глобусе, какой предстает глазам экипажей внеземных станций, космических ракет, населению лунного города и пассажирам геокосмических кораблей, летающих по маршруту Земля — космос — Земля, с континента на континент и обратно.

Но житель того мира наблюдает еще и другие картины.

Он может любоваться феерическим зрелищем подводных поселений. Лучи прожекторов вырывают из мрака вечной ночи то здание причудливой «океанской» архитектуры, то дороги, проложенные по дну — к скважинам и шахтам, то вездеходы, ползущие в дебрях Седьмого континента, то трансокеанские глубоководные лайнеры, то глубинные рыболовные траулеры и охотников на китов. У берегов же он увидит плантации водорослей, в заливах — пастбища, кормушки для рыб.

Панорама кипучего бытия в пустынном когда-то Океане предстанет перед ним там, где оживленно было лишь на поверхности, на караванных межконтинентальных путях, на рыбных промыслах да у побережий.

На планете больше стало и голубых пятен: появились новые водоемы. Искусственные удобрения увеличили не только плодородие почв, но и продуктивность Океана. В нем прибавилось корма для рыб и морских животных.

Путешествуя, можно обнаружить в том мире очаги живого в самых обиженных природой местах. Вулкан — и рядом энергохимический комбинат и городок, в котором об извержениях и не знают. Берег, вечно подвергавшийся разрушительному нашествию волн, — и нормальная жизнь защищенных от ярости моря районов. Пещера, подземное озеро, красота сталактито-сталагмитовых изваяний, всегда пропадавших во мраке, — и курорт, блистающий

всеми красками настоящего дня под искусственным термоядерным солнцем. Суровый полярный пейзаж, но из окон огромного дома под куполом — сады, как на юге, и пляж не хуже, чем на Черноморском побережье.

Ледяные дома в освоенной Антарктиде. Здания из песка, ставшего крепче гранита, на освоенных просторах пустынь... Химические добавки превратили песок в искусственный камень. Он прочен, как бетон, не пропускает воду. И он помогает легко создавать гранитные постаменты в пустынях — фундаменты городов среди песчаной целины.

Видимо, у тех, кто переделявал Землю, не было недостатка в энергии. У них широко развита гелиотехника. У них работают всюду, где только возможно, реки и ветер, подземное тепло, морские волны и приливы. Они научились превращать химическую энергию топлива непосредственно в электрическую. И, конечно, не только атомная, но и термоядерная энергетика вошла у них в обиход. Изобилие энергии и позволило им осуществить самые смелые проекты.

Правда, им пришлось одновременно позаботиться и о том, чтобы планета не перегрелась из-за избытка тепла. Они вынесли часть своих энергетических установок за атмосферу, на искусственные спутники, и устроили беспроводные линии электропередач из космоса.

И разве в одной только изменившейся географии дело? Наш глаз не нашел бы там обычной панорамы. Если город, то без скопища домов, без шума бесконечных автомобильных потоков; вместо скудных зеленых островков среди закованной в асфальт земли в нем — оазис, дышится свободно и легко.

Люди того мира любят летать, и притом не только на одних лишь атомолетах-гигантах. Им нравится чувство полета, ощущение воздушного простора. Спортивный автомобиль покидает шоссе и, выдвинув крылья, превратившись в самолет, проносится над лесом. В воздухе — спортсмены на маленьких вертолетах, крошечных летающих плат-

формах, на аппаратах с машущим крылом. Еще чудо: человек-птица, чье тело словно срослось с крыльями, которыми он управляет мысленными приказами.

Коль скоро речь коснулась спорта, то нельзя не упомянуть и про подводников-спортсменов. Флотилии подводных суденышек самых разных конструкций, самых причудливых форм завладели прибрежной полосой морей и океанов. И чудо опять, в другой стихии, — человек-рыба, без акваланга ныряющий на сотни метров, на километр вглубь.

Спорт и в космосе. В нем свои увлечения. Кто выше прыгнет на Луне, надев ракетный пояс? Кто лучше управляет ракетной лодочкой, прогуливаясь в свободном космосе, за бортом корабля? Кто быстрее совершит «кругосветное путешествие» по астероиду-крошке, обогнув его в несколько хороших прыжков? Спортивные соревнования в лунном поселке, матчи на первенство внеземной станции, шахматные турниры по радио между командами Вены и Марса — теперешних обитателей этих планет и уже далеко не их пионеров...

Раз речь зашла о космосе, надо, конечно, сказать и другое.

В орбиту хозяйственной деятельности люди того мира вовлекли буквально все — от земного ядра, от слоев многослойной планеты Земля до богатств дальнего космоса. Добыча, переработка всякого рода сырья выросла до размеров космических. Вполне понятно, когда в твоем распоряжении Солнечная система, любой, самый грандиозный проект выполним.

Если надо, они могут свою собственную планету заставить вращаться по-другому. Могут соседние небесные тела переводить на другие, уже не природой определенные пути. Могут заняться и сотворением нового — планет, которые в небесном реестре не значатся, лун, которых не было у планет, солнц, которые поспорят с дневным светилом.

Сейчас мы только начинаем обживать окрестности Земли. Вокруг нее носится хоровод спутников-автоматов, уже один за другим устремляются за

атмосферу спутники-корабли. Но нет еще Большого Спутника — маленькой искусственной обитаемой луны, которая постоянно оставалась бы у нашей планеты. А в том необычном мире она есть. Да и не одна: целые городки в космосе там не редкость.

Спутники, которыми опоясан земной шар, несут всепланетную и даже межпланетную службу связи. Земля слышит голоса из космоса, видит, что творится под соседними небесами.

Сейчас лишь автоматические ракеты ведут осаду Луны, приближаются к Венере и Марсу. Космонавтами того мира они давно изъезжены вдоль и поперек. Ими созданы лунные станции и марсианские поселки, возведены дома на Венере. Заселены астероиды и окрестности гигантских планет.

Экспедиции космонавтов того мира побывали на окраинах солнечных владений и посетили даже владения солнц иных.

Однако не думайте, что тот мир, выйдя в Большой космос, только общекосмическими делами и занят. В нем решены и многие свои, чисто земные задачи.

Вы спросите у жителей того мира: есть ли у вас заводы без людей? Материалы по заказу? Электронная технология? Передача энергии без проводов? Сверхъемкие аккумуляторы? Совершенная автоматика — «умные» машины, различные кибернетические устройства, роботы, способные во многом заменять человека?

Вам ответят: да, конечно...

Есть, кроме того, и другое. И на вас обрушится каскад еще более поразительных новостей.

— Здесь ни грамма мяса, ни капельки масла... (Ответ на ваше: «Изумительно вкусно! Из чего приготовлены эти блюда?»)

— Я не знаю, что такое болеть... Старость? Это то, что когда-то считали болезнью? У меня почти все новое — изношенные органы заменялись, когда приходил срок... («Одежда, пища... А победили ли вы болезни, переделали ли самих себя?»)

Стоп! Пожалуй, хватит! А то слишком много

чудес приготовил я вам, как бы не закружилась от них голова... Тем более, я мог бы продолжать и продолжать. Ведь волшебный мир, где творится все это невиданное, порою непостижимое, готов преподнести еще множество сюрпризов. Достаточно подойти к книжной полке, взять книгу или журнал, раскрыть на странице с подзаголовком: «Научно-фантастический...» или «Фантастический...» Вы попадаете в то самое царство смелой выдумки, о котором я только что рассказал.

Это — будущее, каким его представляют фантасты, и каждый из них вносит вклад в общую картину. Один вслед за Жюлем Верном конструирует «Наутилус» (назвав свой корабль глубин, скажем, «Пионер»). Другие описывают необычайные путешествия под землей, третьи — завоевание космоса. Четвертых манят «белые пятна» на земном шаре, они отправляют героев на Север, в чащи тропиков, в заповедные уголки материков. Что ж, в ком из нас не заложена жажда странствий!

Сначала разведка, за ней освоение. Далеко не везде приспособлен для жизни земной шар. Фантасты исправляют планету, благоустраивают, заселяют как следует сушу, осваивают Океан. Земля становится зеленой, щедрой, готовой прокормить миллиарды людей.

Фантазия устремляется в разведанные космические просторы, чтобы осуществить необыкновенно смелые проекты...

Что ж, кто не уносился мыслью к трепетно мерцающему звездному серебру и у кого не проносилось затаенное: вдруг вот также смотрит оттуда на меня Человек!

Будущее многогранно. Впереди — величайшие открытия, контуры которых намечаются уже в лабораториях сегодняшнего дня. Впереди — распахнутые двери в Неведомое вместо чуть-чуть приоткрытой шелки сейчас. Что это за собой повлечет? Опять простор мечте!

Она обращается к пространству, времени, энергии, веществу, их неведомым пока переходам, их тонким и глубоким взаимодействиям. К живой при-

роде, где загадки в каждом листочке, в каждом из множества тысяч видов населяющих Землю существ. Наконец, к самому человеку: лишь начинает приоткрываться завеса тайн происходящего в каждой клеточке его тела. Клетка — целая Вселенная, говорят ученые, проникающие в микромир жизни. Так, бесспорно, в этом космосе малом нас ждут откровения не менее потрясающие, чем в космосе необъятно большом.

Сколько романов, повестей и рассказов написано о будущем, трудно даже точно подсчитать. Во всяком случае, многие сотни. И о чем только не написано там! О всевозможных необычайных путешествиях — на Земле и в космосе, об удивительных изобретениях и открытиях, о новых, воплощенных в жизнь достижениях самых разных наук. Я здесь попробовал набросать картину Мира Мечты — конечно, в самых общих чертах, как она рисуется тем, кто фантазировал, сказав себе: время, вперед! Подобно мозаике, она сложилась из многих «кусочков», и каждый вносит что-то свое, изображает еще одну черточку скрытого временем Завтрашнего дня.

Возможно, не все исполнится в точности так, как описывают фантасты. Могут быть и наверняка будут в картине иные детали. И все же действительность пройдет по тем же маршрутам, что и мечта. Поэтому изображенное здесь Завтра — в общем-то верный его «рабочий проект».

Но — обращаю ваше внимание! — слов «химия», «химический» в этой картине Мира Мечты вроде бы нет! И тем не менее она во многом «химическая», даже если в ней и не упоминается прямо что-то, что касалось бы химии.

Необыкновенные путешествия на Земле и вне Земли. Освоение и переделка собственной планеты. Освоение и переделка других планет. Новый облик городов. Новая, совершенная техника. Новый быт. Словом, все сюрпризы того мира, в котором мы побывали, без химии попросту невозможны!

А тот мир — набросок, эскиз нашего будущего — будущего, где химия сотворит чудеса, о каких и не мечтали фантасты!

И вот слова виднейшего советского химика лауреата Нобелевской премии академика Н. Н. Семенова:

«Промышленность, сельское хозяйство и быт коренным образом изменятся. В неорганической химии, металлургии, промышленности строительных материалов будут использоваться в основном реакции при очень высоких температурах и в дуговых разрядах. Одновременно сильно увеличится применение электролиза. Источниками высоких температур будут либо дуговые электрические печи (электротермия), либо непосредственное использование тепла нагретых до нескольких тысяч градусов отходов газов термоядерных реакторов.

Так, например, азотные удобрения будут в основном получаться путем синтеза окислов азота из воздуха. Все элементы менделеевской таблицы могут быть получены либо электролизом, либо разложением руд под действием горячих газов — «отходов», которые дает термоядерный реактор. Само понятие «руда» изменится, так как при этом можно будет использовать любые соединения, в частности такие, которые раньше не могли быть использованы вследствие их химической инертности. С другой стороны, упростится использование бедных руд и их обогащение. Практически сильным нагревом любой грунт можно будет превратить в строительный материал. Применение электроэнергии для всех этих целей позволит наилучшим образом автоматизировать все виды производства, а также значительно уменьшить, если не ликвидировать вообще, выброс вредных газов и пыли в атмосферу.

Изобилие дешевой электроэнергии позволит получать практически неограниченное количество материалов, упростит методы их производства и одновременно расширит их природные ресурсы.

Огромная потребность возникает в полимерных материалах, производство которых по масштабу будет приближаться к производству металлов. Все запасы природных газов, нефти и частично угля придется направить на эти цели, а также и вообще на получение различных органических веществ.

Это как раз и будет обеспечиваться широким применением электроэнергии взамен газа, нефти и угля. Однако, несмотря на полную электрификацию, все же останутся автомобили, самолеты и ракеты, где придется применять жидкое или газообразное горючее, а это потребует значительного количества нефти и газа.

Однако синтезировать можно топливо из неорганического сырья, например, при помощи электричества получать гидразин из азота и водорода и использовать углекислый газ и водород для искусственного синтеза обычного горючего.

Что касается автомобильного двигателя, то при избытке водорода его легко заменить электродвигателем, питаемым топливным электрическим элементом, работающим, скажем, на водороде или окиси углерода с очень высоким к. п. д. К тому времени использование угля для автономного получения электроэнергии с к.п.д. порядка 80% будет широко применяться. Такие топливные элементы будут, вероятно, разработаны в течение ближайших 10—15 лет.

Таким путем мы сможем действительно все запасы природного газа и нефти направить на службу органическому синтезу, в особенности для получения очень больших количеств полимерных материалов.

Сельское хозяйство и пищевая промышленность будут полностью электрифицированы и автоматизированы. При наличии избытка дешевой энергии производство удобрений, как я уже указывал, крайне упростится и может быть расширено до любых масштабов. Ирригация безводных районов с применением пленок из пластмасс для удержания влаги как под слоями земли, так и над растениями, обогрев почв на Севере с применением огромного размера парников и больших оранжерей с искусственным освещением позволят всюду получать высокие урожаи, и во многих случаях по несколько раз в год. Огромные ресурсы электроэнергии позволят в широких масштабах опреснять воду из морей и соленых озер.

Всем, конечно, ясно, насколько легче и комфортабельнее будет жизнь людей при полной электрификации быта. Здесь я упомяну лишь, что при таком избытке дешевой электроэнергии станет возможным иметь всюду электрическое отопление и кондиционированный воздух.

Так я представляю себе жизнь в XXI веке, веке сплошной электрификации. . .»

* * *

Мы попытались заглянуть в завтрашний день химии.

«Как ни замечательны достигнутые успехи, каждый из нас ясно представляет, что будущее химии будет более величественно, чем ее прошлое», — сказал французский химик Марселен Бертло. И это справедливо. Более того, мы сейчас даже не можем себе представить во всей полноте то новое, что внесет химия в нашу жизнь. Потому нам удалось увидеть лишь фрагменты грандиозной картины.

Но Большая химия будущего потребует и огромной армии тружеников, тружеников от науки, пытливых и неутомимых исследователей и романтиков в то же время. Ибо надо уметь видеть за повседневностью воплощенную мечту, надо уметь мечтать. Только тогда не покажется скучной каждодневная работа с ее неудачами и маленькими успехами, которые в конце концов приводят к цели.

Учитесь мечтать, выступайте в роли фантастов, проектируйте завтрашний и послезавтрашний день — и пусть ваша мечта обретет крылья! Но учитесь и работать. Химия нужна повсюду: на Земле и в космосе, в Океане и недрах, в городе и поле — везде, где будет жить человек, где будет он прокладывать пути в Неведомое. Вам, мечтателям и будущим исполнителям великих замыслов, посвящаю эту книгу.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Часть I. ХИМИЯ — ЛЮДЯМ	9
Часть II. В ШКОЛЕ ВЕЛИКОГО ХИМИКА	83
Часть III. О САМИХ СЕБЕ	141
Часть IV. МИР МЕЧТЫ	177

Для среднего и старшего возраста

Ляпунов Борис Валерианович

ХИМИЯ ЗАВТРА

Ответственный редактор *М. А. Зубков*. Художественный редактор *Н. З. Левинская*. Техн. редактор *Н. Г. Леканова*. Корректоры *Л. М. Короткина* и *Т. П. Лейзерович*. Сдано в набор 3/VIII 1966 г. Подписано к печати 11/III 1967 г. Формат 84×108 ¹/₃₂. Печ. л. 6. Усл. печ. л. 10,08. (Уч.-изд. л. 8,53). Тираж 75 000 экз. ТП 1966 № 559. А03761. Цена 35 коп. на бум. № 2. Издательство «Детская литература». Москва, М. Черкасский пер., 1. Типография «Пунане Тяхт», гор. Таллин, ул. Пикк, 54/58. Заказ № 1503.

ИЗДАТЕЛЬСТВО
«ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

В 1964 и 1965 годах в издательстве «Детская литература» вышли в свет следующие научно-художественные и научно-популярные книги, посвященные химии:

Ильин Б.
БИОГРАФИЯ ВЕЛИКОЙ ВОЛШЕБНИЦЫ.
Рассказы из истории органической химии

Ляпунов Б.
ХИМИЯ ВСЮДУ.
В этой книге ярко показана роль химии в нашей жизни, ее удивительные успехи сегодня и перспективы развития в будущем

Фиалков Ю.
ДЕВЯТЫЙ ЗНАК.
Книга о трудных, полных романтики научных поисках; об удивительных и многообещающих свойствах сверхчистых веществ, о широком внедрении химии в область практической деятельности советских людей.

Эти книги вы можете приобрести в магазинах Книготорга и потребительской кооперации. Книги высылаются также по почте наложенным платежом отделом «Книга — почтой» областных, краевых и республиканских книготоргов.