

Предисловие

Движение общества к высокому качеству жизни, экономике, основанной на знаниях, предполагает подготовку молодых профессионалов с креативным складом мышления, способных воспринимать мировой опыт, иметь системное представление о классических и новейших технологиях и материалах, способах их оптимального сочетания. На формирование таких знаний нацелена одна из базовых учебных дисциплин «Промышленные технологии и инновации», которую важно преподавать не просто с позиции узко инженерного подхода, но и с учетом влияния на инновационную активность организаций и складывающейся политической ситуации. Важно принимать во внимание также бережливое отношение к материальным ресурсам, природе, людям с учетом гуманитарного смысла расширения, разнообразия человеческих благ.

Проблемы современного периода развития страны усложнены санкционной политикой западных стран, которая имеет давние корни еще со времен реализуемой ими политики контролируемого технического отставания России, осознанно проводимой в 1949–1994 годы. До этого периода было прямое сдерживание и финансирование гражданской войны в России, затем длительное дипломатическое непризнание советской власти в нашей стране, которая развивала науку, технику, оборону. Все эти события и тогда, и теперь усложняют положение в промышленных секторах экономики, но и, с другой стороны, мотивируют к ускорению собственного инновационного процесса, где уже ощущаются определенные позитивные сдвиги. Данный фактор является одним из важнейших в проводимой промышленной политике России.

Это достаточно подробно излагается на страницах учебника, авторский стиль которого — не набор формальных определений, а систематизация взглядов, фактов, тенденций в научно-производственной сфере, которые важны для развития компетенций и навыков студентов, понимания сущности предмета, обобщения, самостоятельной оценки, принятия решений при разработке новшеств и др.

В сравнении с предыдущим учебником авторов (2014) в данном издании введен новый полезный раздел «Промышленная политика и цифровая экономика», отражающий новые тренды промышленного развития в мире и России. Современная цифровизация проявляется во всех сферах жизни общества, и молодое поколение — студенты — должно не просто быть готово к этому, но и являться активным участником (генератором) этого процесса. Для России создание цифровой экономики — это первостепенная задача, один из факторов преодоления технологической отсталости. Авторам учебника удалось раскрыть важнейшие направления развития отечественной промышленности, показать экономическую среду и инфраструктуру инновационной деятельности, убедительно продемонстрировать угрозы и возможности в движении к информационному обществу, вступлению в эпоху четвертой промышленной революции.

Учебник ориентирован на студентов и магистрантов, обучающихся по направлениям «Инноватика», «Управление качеством», «Системный анализ», «Менеджмент». В рамках этих направлений он может быть использован при изучении дисциплин «Промышленные технологии и инновации», «Производственный менеджмент», «Инновационный менеджмент», «Технология и организация производства продукции и услуг».

О. С. Сухарев, доктор экономических наук, профессор,
заведующий сектором институционального анализа
экономической динамики Института экономики РАН

Введение

Основная цель учебника состоит в содействии формированию у студентов и магистрантов современных представлений о сущности и основных приоритетных направлениях промышленного развития современной России, освоении методологии системного анализа преобразований, связанных с новой индустриализацией, инновационно-технологическим вектором отечественного производства в условиях жесткой конкуренции на рынке новых технологий и продуктов в преддверии новой четвертой промышленной революции.

Промышленное развитие — это основа экономики большинства стран мира. Умелая организация промышленного производства приносит успех и экономическое процветание, приводит к устойчивому развитию и расширению возможностей совершенствования других сфер национальной экономики. Потенциал любой (как производственной, так и сервисной) деятельности зависит от ее оснащенности разнообразными техническими приспособлениями и материалами, создаваемыми индустриальными способами. Весь прогресс цивилизации, превратившейся в техногенное общество, связан с поэтапным движением в эру разума, воплощаемого в высочайшие промышленные технологии. Процессы глобализации ускоряют инновационное движение: диффузия знаний и трансфер технологий позволяют экономить время и ресурсы для создания новых материальных и виртуальных благ, повышая при этом ответственность за их гуманитарное содержание. Все большую значимость приобретают технологии, ориентированные на бережливое производство, принципы которого реализуются во всем мире и особо значимы для российских производителей.

Доминирование роли покупателя в рыночной экономике меняет тенденции и взгляды производителей — заметно движение к индивидуализации товаров и услуг, что еще в большей степени будет свойственно цифровой экономике, развитию которой в России придается государственное значение.

Авторский подход к построению программы и изложению материала учебника «Промышленные технологии и инновации» состоит в том, чтобы помочь студентам и магистрантам разобраться в общей философии и стратегии нововведений в рыночных условиях современной России.

Не представляется возможным описать даже одни только базовые технологии и конкретные инновации в пространстве промышленных структур. Для этого существуют специальные узкоотраслевые монографические и учебные издания, справочники, научные публикации, конструкторская и технологическая документация.

Задача учебника — представить понятийный аппарат, дать обзор основных направлений и тенденций современного технико-технологического промышленного развития, инновационной среды и инновационной активности промышленных предприятий, показать важность понимания сущности технологических укладов, технологических платформ и промышленной политики России, их институциональных особенностей, проявляющихся в правовом оформлении, инфраструктурной поддержке, формах влияния на развитие человеческого капитала.

Структура учебника отражает взгляды на генезис и современную стратегию промышленного развития:

- в первом разделе рассмотрены общие проблемы развития технологий и технологических процессов, становления промышленности, ее структура, материальная основа и базовые отрасли экономики России, классические и новейшие конструкционные материалы;
- второй раздел посвящен проблемам развития и распространения инновационных технологий, где рассмотрены методологические основы появления инноваций в промышленности, значение и формы трансфера технологий, перспективные технологические платформы, инновационное содержание бережливого производства;
- в третьем разделе подробно рассмотрены цели и содержание современной промышленной политики России, представлен феномен четвертой промышленной революции, ядром которой является цифровизация и, как следствие, модели и стратегии цифровой (электронной) экономики.

Для помощи в самостоятельной работе в приложениях размещен актуальный статистический материал, сформулированы темы для обсуждения и индивидуальной проработки.

Второе издание учебника подготовлено в рамках научной школы «Промышленная политика, производственный менеджмент и безопасность технологических процессов» (руководитель д. э. н., к. т. н., профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет» А. Д. Зарецкий). В нем использованы авторские разработки, выполненные в рамках поддержанного РФФИ научного проекта № 17-02-00494.

Авторы учебника будут признательны читателям за высказанные мнения, замечания и предложения.

Раздел I. Технологии и промышленность

1.1. Общее понятие о технологиях и технологических процессах

1.1.1. Введение в курс. Концепция техносферного развития

Мысль, разум человека веками участвуют в перестройке биосферы — околосемного пространства, в котором протекает его жизнь. Антропогенное воздействие происходило на протяжении значительной части истории, но в течение последних двух столетий (эпохи индустриальной цивилизации) многократно усилилось и привело к существенным количественным и качественным изменениям биосферы — появлению на планете новой глобальной материальной системы в виде многослойной насыщенной сферы искусственно созданных объектов.

Размышления о глобальной деятельности человека привели к созданию научной концепции преобразования биосферы, одним из основных авторов которой стал академик В. И. Вернадский. Ключевой категорией его концепции является **ноосфера** — сфера разума, в которой человек действует как *Homo sapiens faber*, то есть мыслящий, созидающий, духовный, социально активный.

В 1936 г. академик А. Е. Ферсман — ученик и последователь академика В. И. Вернадского — назвал **техногенезом**¹ процессы изменения поверхности Земли под влиянием производственной деятельности людей, а саму оболочку биосферы, пораженную активным технологи-

¹ Техногенез (от греч. *techne* — «ремесло, искусство, мастерство» и *genesis* — «возникновение, происхождение») — процесс изменения природных комплексов и биогеоценозов под воздействием производственной деятельности человека (ГОСТ 17.5.1.0-83). Теория техногенеза, первоначально базирующаяся на учении о геохимической деятельности, является крупнейшим научным достижением А. Е. Ферсмана. Сейчас ученые относят к техногенезу любую техническую деятельность человека, процесс перестройки биосферы, земной коры и околосемного космоса.

ческим творчеством человека, — **техносферой**. В истории цивилизации техногенез — это рождение техники, создание человеком все более совершенных способов, орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью получения благ. С экологической точки зрения техногенез — это последний по времени этап земной эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование¹. Познавать техногенез необходимо для того, чтобы разумно, рационально, на научной основе управлять этим процессом, в который мы все вовлечены.

Таким образом, техногенез выступает как материальное слагаемое истории человечества. В XX в. техногенез приобрел глобальный характер и способствовал быстрому расширению и распространению техносферы. Современное определение техносферы как результата многовекового техногенеза, как области технической деятельности человека было введено Р. К. Баландиным — членом Комиссии РАН по творческому наследию Вернадского.

Биосфера, ноосфера и техносфера — понятия близкие, непротиворечивые, диалектически связанные. Методологическим новшеством в учении Вернадского считается выведение нового параметра эволюции биосферы Земли под воздействием разума и духовного роста человека. Ученый пишет: «Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть ноосфера» (*Вернадский В. И.* Биосфера и ноосфера. М.: Наука, 1989. С. 148). Но это, по его логике, не должно означать, что с появлением ноосферы отмирает биосфера как таковая или же ноосфера как новая оболочка покоится на биосферном субстрате. Это

¹ Одна из современных проблем международного сообщества — уничтожение озонового слоя за счет развития техносферы. Вторая половина XX в. ознаменована в мировом развитии тем, что за счет интенсивного роста количества техники, машин и технологического оборудования в атмосфере значительно увеличилось содержание малых газовых составляющих, таких как окислы азота, водорода, серы, углерода, перекиси водорода, аммиак, метан, сероводород, и других соединений, которые посредством сложных физико-химических превращений разрушают озон. Мировое сообщество пытается влиять на этот процесс, но пока безуспешно. Наиболее промышленно развитые страны (в частности, США) не желают закрывать крупнейшие предприятия, которые загрязняют атмосферу, так как их закрытие может повлиять на экономический рост страны. Таким образом, современная промышленная политика в мире характеризуется противостоянием между экономическим ростом и экологической безопасностью.

должно означать только одно: ноосфера есть стадия развитой биосферы и одновременно развитого человека. Сам термин «ноосфера» Вернадский позаимствовал у французских мыслителей Э. Ле Руа и Т. де Шардена.

При соотношении понятий *техносферы* и *ноосферы* имеют место случаи их прямого уравнивания. Но это противоречит коренным началам концепции Вернадского — Ферсмана, поскольку, как они подчеркивали, современная техносфера, то есть сфера взаимодействия общества и природы, является детищем научно-технической революции (НТР), она есть *явление настоящего времени*, разворачивающееся на наших глазах и охватившее весь земной шар, тогда как ноосфера относится к *будущему времени*. Состояние человеческого общества, названное ноосферой, по мнению Вернадского, только зарождается. Его расцвет наступит лишь тогда, когда станет возможным основанное на научных знаниях *сознательное управление* общественными процессами и взаимодействием общества и природы в глобальном масштабе. И как ни велика роль науки и разума в этом процессе, биосфера перестраивается посредством техновещества. Именно оно является новым всепланетным телом, определяющим коренные и нередко неразумные перестройки биосферы.

Современная техносфера, или научно-техническая революция XX в., при всех ее позитивных достижениях создала, однако, ситуацию *глобальной экологической катастрофы*. Ее суть состоит в том, что промышленное производство, удовлетворяя материальные потребности, одновременно разрушает благоприятную для существования человека как биологического вида внешнюю среду и структуру биосферы. По аналитическим оценкам председателя экологической комиссии ООН профессора И. Ятамару, человечество погубит себя в ближайшие 200 лет. Поэтому очевидно, что в *«свою ноосферу»* как будущую обитель знания Вернадский не мог допустить такую техносферу, где *знания выступают против сознания* и самым активным протестантом заявляется *Homo sapiens faber* — хозяин ноосферы.

Академик Н. Н. Моисеев также высказал мысль, что переход биосферы в ноосферу не может произойти автоматически, *человечество должно оказаться способным его осуществить*.

Теория В. И. Вернадского основывается на идее преобразования биосферы через техносферу¹ в ноосферу. Однако называть техносферу

¹ Техносферу подразделяют на несколько подсистем — субсфер:

- субсфера «А» (артефакты) — все продукты и производные человеческого труда;
- субсфера «Т-1» — все виды топлива;

частью биосферы можно только в ограниченном смысле. Действительно, техносферу создал человек, который сам является порождением биосферы. Техносферой занято значительное пространство, принадлежавшее ранее биоте биосферы.

Человек взял под контроль и, по существу, включил в состав техносферы несколько сотен видов растений и животных, перерабатываемых и используемых в целях обеспечения своей жизнедеятельности. Но значительная часть современной техносферы — это принципиально новое, надприродное искусственное образование, генетически не связанное с законами биосферы. Поэтому кроме деления техносферы на субсферы выделяют так называемое *техническое вещество* — активно функционирующую часть средств производства, то есть совокупность действующих инструментов, станков, машин, механизмов, аппаратов, топок, реакторов и т. п. А всю остальную, неактивную массу техносферы (здания, сооружения, коммуникации, скопления извлеченных пород и отходов производства и потребления, техногенные эмиссии и т. д.) обозначают как *техногенное вещество*. Масса техногенного вещества к настоящему времени достигла колоссальной величины и сопоставима с массой биоты биосферы.

Введение термина «техновещество»¹ также принадлежит Р. К. Баландину. Появление техновещества он относит к событию, сопоставимому с появлением на суше крупных скоплений растительности на границе девонского и каменноугольного периодов, с планетным геологическим или даже космическим явлением. Если выделяют «живое вещество» и биогенные продукты, то логично выделить «техническое вещество»

-
- субсфера «Т-2» (технолиты) — элементы техногенного рельефа: карьеры, шахты, каналы, насыпи, плотины и т. п.;
 - субсфера «П» — пища, в том числе непосредственно контролируемые и используемые человеком растения и животные;
 - субсфера «О» — отходы.

¹ Р. К. Баландин предложил разграничить следующие понятия:

- техновещество — совокупность искусственных функционирующих систем (машины, фабрики, электростанции и т. п.);
- техномасса — совокупная масса техносистем;
- технопродукция — созданные в процессе техногенеза или возникшие как его побочный результат искусственные (техногенные) вещества, включая вышедшую из строя технику (см.: Баландин Р. К. Организм биосферы и механизм техносферы. <http://claw.ru/1news/referaty/biologiya-i-estestvoznaniye/tri-koncepcii-noosfery.html>).

и техногенные продукты. При этом разрушительная функция техно-вещества намного превосходит все его созидательные качества. О правомерности сопоставления биологического и технического в их глобальной и космической сущности говорят следующие цифры (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Количественное сопоставление масштабов биосферы и техносферы

Сравниваемые показатели	Биосфера	Техносфера
Средообразующее число биологических видов	10^7	1
Число контролируемых видов	10^7	10^4
Масса сферы, Гт*	$2,5 \times 10^4$	10^4
в том числе:		
активное вещество, Гт	$4,9 \times 10^3$	15
неактивное, произведенное вещество, Гт	$2,0 \times 10^4$	10^4
Кратность обновления активного вещества, год	0,1	0,1
Годовая нетто-продукция, Гт	550	1,5
Годовой расход органического вещества, Гт	170	24
Годовой расход энергии, ЭДж**	8200	450
Годовой расход воды, км ³	3×10^4	5000
Степень замкнутости круговорота веществ, %	99,9	<10
Запас генетической информации, Гбит	10^6	7
Запас сигнальной информации, Гбит	–	8
Скорость переработки информации, бит/с	10^{36}	10^{16}
Информационная скорость эволюции, бит/с	0,1	10^7

* Гт — гигатонна = 10^9 т.

** ЭДж — эксаджоуль = 10^{18} Дж.

Источник: Техносфера. <http://ucheba-legko.ru/view/ekologiya/ekosfera/tehnosfera>.

Формирование техносферы как пространства искусственного материального и электромагнитного мира происходит на базе индустриализации и технико-технологической модернизации. Ускорение темпов промышленного (и на этой основе всего общественного) развития, массовое производство товаров, увеличение степени удовлетворения человеческих потребностей становятся возможными

благодаря небывалому ранее совершенствованию научно-технической базы общества.

В техносфере ускоряется ход природных процессов благодаря катализирующему действию разума и техники. Под влиянием своей деятельности человечество эволюционно движется в направлении от *присваивающих технологий* жизнеобеспечения (собираательства и охоты) к *производящим* (земледелию и ремеслу) и *обрабатывающим*. Этот процесс уже не остановить, так как производящие технологии повышают уровень благосостояния общества, улучшают качество жизни. Другой вопрос: как правильно с экономической, экологической, эргономической, технической, социальной, психологической и организационной точек зрения направлять их движение?

В последней четверти XX в. в отечественной и зарубежной научной литературе появилось понятие «*техногенное общество*», в котором происходит интеграция социума, биосферы и техносферы в единое целое и усиление роли техносферы в социально-природных процессах. Техногенное общество формируется как основа искусственного земного мира, включая неживую и живую материю.

Техногенное общество возникает в Западной Европе, поэтому его часто определяют как западную цивилизацию. Оно характеризуется значительным динамизмом социальной жизни. В обществах такого типа прогресс осуществляется не за счет расширения культурных зон, а за счет интенсификации деятельности.

Особенности техногенного общества социологи и культурологи выявляют, сравнивая его с традиционным. *Традиционное общество* существовало в Европе примерно до XV в. В условиях традиционной цивилизации на протяжении веков виды деятельности человека, его средства и цели существовали в рамках устойчивых стереотипов. В культуре традиционных обществ приоритетными являются традиции, нормы, ориентирующиеся на опыт предыдущих поколений. Классическими примерами традиционных обществ были Древняя Индия, Древний Китай, Древний Египет, Древняя Греция.

Главное, что отличает техногенное общество, — это принципиально новая система ценностей, основными среди которых становятся *инновации* и *автономия личности*.

Длительный путь к новым ценностям проходит через череду промышленных революций в наиболее развитых странах мира, оказавших определяющее влияние на состояние техносферы. Первая в истории человечества промышленная революция произошла в Англии во второй

половине XVIII в. В других странах Западной Европы необходимые условия для промышленного переворота, индустриализации и урбанизации появились лишь в XIX в. Таким образом, Великобританию можно считать первой страной, где началось становление и развитие техногенной общественной системы. В этой стране значительные средства, получаемые в результате торговли, направлялись на строительство мануфактур и инвестировались в промышленность. Именно они обеспечивали промышленное применение технических изобретений.

В ходе первой (индустриальной) революции начал меняться вектор совокупных производительных сил общества: основную энергетическую нагрузку вместо физической силы человека и животных стала нести техника¹. В итоге к началу XXI в. доля объемов мирового валового продукта, произведенного с помощью техники (в том числе без участия человека), включая промышленную энергетику, составила около 99 % с учетом того, что преимущественно ручным трудом сегодня занята примерно половина населения Земли.

В результате трансформации социальных, технических и технологических условий образовалась новая общественная формация, получившая название «*капитализм*». В системе периодизации эпох новой эры период до середины XVIII в. в научной литературе именуется как доиндустриальный период развития человечества (предмодерн). Затем в течение 200 лет (до середины XX в.) длился индустриальный период (модерн), а с 1950-х гг. начался постиндустриальный период (постмодерн).

Д. Белл, автор известной работы «Грядущее постиндустриальное общество: опыт социального прогнозирования» (1973), определяет доиндустриальный период как «добывающий», индустриальный — как «производящий», а постиндустриальный называет «обрабатывающим», в котором обмен информацией и знаниями происходит в основном с помощью телекоммуникации и компьютеризации. Он подчеркивает, что если капитал и труд определяли образ индустриального общества,

¹ Следует вместе с тем отметить, что энергетический потенциал живых организмов достаточно велик. По подсчетам биохимика Э. Брода, человек на единицу своего веса вырабатывает больше энергии, чем единица солнечной массы, в 10 тыс.! (Брод Э. Эволюция биоэнергетических процессов. М., 1978. С. 70.) В биосфере, таким образом, обитают миллиарды миллиардов «живых сверхсолнц», которые стремятся распространить в окружающее пространство собственную биомассу и биопroduкцию, демонстрируя, по словам Вернадского, мощный «напор жизни».