

## ЛЕКЦИЯ 5. РОЛЬ НАУКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ

Интерес к методологическим проблемам общенаучного и специально-научного характера обычно резко возрастает в период наступления кризисных явлений в развитии той или иной сферы профессиональной творческой деятельности. Наряду с традиционными появились совершенно различные по своему содержанию виды проектирования:

- как процесс разработки не отдельных предметов, а целых систем (аэропорты, транспорт, супермаркеты, радиопрограммы, программы обучения, банковские системы, компьютеры);
- как соучастие, как включение общества в процесс принятия решения;
- как творчество, потенциально присущее каждому;
- как учебная дисциплина, синтезирующая искусство и науку и, возможно, идущая дальше, чем то и другое порознь;
- без объекта как процесс или образ самой жизни [4].

Главное требование состоит в том, чтобы всякий, кто вступает в междисциплинарное сотрудничество, достаточно ясно понимал критерии, которыми руководствуются в своих решениях его коллеги. Новые методы проектирования и призваны способствовать коллективному творчеству. Важный момент заключается в том, что такие методы позволяют сотрудничать до возникновения концепции, сформулированной идеи, случайного эскиза, до появления "проекта".

Пути решения указанного требования заложены в методе синектики (англ. Synectics – совмещение разнородных элементов) – исследовании, основанном на социально-психологической мотивации коллективной интеллектуальной деятельности, предложенном В.Дж. Гордоном. Синектика является развитием и усовершенствованием метода "мозгового штурма".

При "синектическом штурме" допускается критика, которая позволяет развивать и видоизменять идеи. В этом "штурме" задействована постоянная группа. Ее члены постепенно привыкают к совместной работе, перестают бояться критики, не обижаются, когда кто-то отклоняет их предложения.

В методе заложено четыре вида аналогий – прямая, символическая, фантастическая, личная:

- при прямой аналогии рассматриваемый объект сравнивается с более или менее похожим аналогичным объектом в природе или технике;
- символическая аналогия требует в парадоксальной форме сформулировать фразу, буквально в двух словах отражающую суть явления;
- при фантастической аналогии следует представить фантастические средства или персонажи, необходимые по условиям задачи;
- личная аналогия (эмпатия) позволяет представить себя тем предметом или частью предмета, о котором идет речь в задаче. Такое перевоплощение значительно снижает инерцию мышления и позволяет рассматривать задачу с новой точки зрения.

Проектировщики не осознают, что им надо научиться отличать утверждение, которое они считают истиной, от утверждения, истинность которого может быть доказана, а ученые в области естественных наук, математики и дру-

гие специалисты не сознают, что задача, которая кажется им четко сформулированной, может утратить смысл в новых ситуациях, которые непрерывным потоком проходят перед мысленным взором любого опытного проектировщика.

С точки зрения науки, то для проектирования искусственной среды будущего следует использовать пожалуй без исключения все ее разделы и направления, включающие результаты теоретических и экспериментальных исследований. Например, так как техническим расчетом определяются особенности широкого круга таких искусственных систем, как кузова автомобилей, рабочие органы дорожных и строительных машин, корпуса кораблей, поверхности летательных аппаратов, лопасти турбин и многое другое, вплоть до изделий бытовой техники, одежды, обуви, мебели, малых и больших архитектурных форм, то именно этот класс и является основным предметом познания и творческих устремлений конструкторов, дизайнеров и проектировщиков.

С другой стороны, изучая морфологию существующего объекта, естествоиспытатель прибегает к его непосредственному восприятию и инструментальному исследованию при помощи микроскопа, лазера, томографа, телескопа и т.д. В итоге он получает объективную информацию о том, из каких конкретных элементов состоит этот объект и как эти элементы объединяются в единое целое, интегрируя собой форму той локальной части пространства, которую они занимают [1].

Имеются парадоксальные примеры. Так, в 1961 году ученый-метеоролог Эдвард Лоренц, используя компьютер в предсказаниях погоды, пришел к выводу, что даже минимальное изменение начальных условий в любом непериодическом процессе приводит к непредсказуемым результатам. Он сформулировал "эффект бабочки", который состоит в том, что даже "движение крыла бабочки в Перу через серию непредсказуемых и взаимосвязанных событий может усилить движение воздуха и, в итоге, привести к урагану в Техасе" [50]. Об этом же писал знаменитый математик Анри Пуанкаре: "Совершенно ничтожная причина, ускользающая от нас по своей малости, вызывает значительное действие, которое мы не можем предусмотреть" [51]. Эти ситуации являются разновидностями причинности, как одной из форм всеобщей взаимосвязи явлений объективного мира, где под причиной понимается явление, которое так связано с другим явлением—следствием, что они взаимно обуславливают существование друг друга. Только они становятся явлениями хаоса, когда в содержании причины не учитываются ее ничтожно малые элементы, что приводит к неожиданным или непредсказуемым последствиям. Этим объясняются различного рода техногенные и экологические катастрофы, вызываемые ошибками в расчетах, не учитывающих малозаметные, но реально существующие факторы воздействия на конструкцию (обрушение купола в Истре из-за его низкой морозоустойчивости или покрытия спортивно развлекательного центра "Трансвааль" в Москве из-за недооценки величины снеговой нагрузки и др.). Причиной взрыва 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС стало несовершенство автоматики, которая обеспечивала его безопасность, а колоссальное количество выхлопных газов вызывает глобальное потепление с его непредсказуемыми последствиями – поэтому ни-

чего случайного нет. Лоренц в своей модели погоды, кроме хаотичности, обнаружил некую последовательность как случайность, которую предстоит познать.

Теория хаоса революционна, основана на "возможностях" Канта и никогда не прекращающихся изменениях Гераклита. Хаос свидетельствует, что нелинейное мышление приводит к более точному пониманию нестандартных ситуаций, что законы природы являются гибкими, а не строгими, и это позволяет исследователям сосредотачивать свое внимание на особенностях процесса, а не на его содержании, так как они при этом имеют возможность учитывать и использовать те данные, которыми классическая наука пренебрегала как случайными.

Одним из инструментов теории хаоса, используемых для изучения природных объектов, хаотичных с точки зрения евклидовой геометрии и линейной математики, является теория фракталов, способная описать эти объекты. Фракталы встречаются везде, где отсутствуют объекты с евклидовой структурой. Объекты же Гераклитовой природы, не описываемые евклидовой геометрией, описываются геометрией фрактальной.

Слово "синергетика" происходит от греческого "*sinergia*" – содействие, сотрудничество. Синергизм означает совместное функционирование органов и систем. Широко применять термин "синергетика" начал в 70 годы XX века немецкий физик Г. Хакен. Он предложил ее рассматривать как науку о саморазвитии или самоорганизации нелинейных систем.

Классическая же наука базировалась на лапласовском детерминизме, т.е. на полном исключении неопределенности, на простоте и линейности, что с позиций современности несовершенно, так как из рассмотрения исключается ряд важных факторов, и в первую очередь время и случайность. На этой основе сформировался линейный тип научного мышления, когда хаос рассматривается как деструктивное начало мира, исключавший из научных теорий случайность как второстепенный фактор, воспринимавший неравновесность и неустойчивость как досадные неприятности, подлежащие преодолению и т.п. При этом развитие понималось как линейное, поступательное, без альтернатив, и, в силу детерминистской парадигмы, – однозначно предсказуемым. Одновременно со статистическими исследованиями линейный тип научного мышления стал переходить к вероятностному стилю. Квантовая механика завершила коренной переход к новой картине мира, в которой вероятность, а значит и случайность приобрели статус основных категорий, поскольку было осознано, что случайность и неопределенность заложены в саму природу вещей.

Очередному изменению научного мышления способствует интенсивное проведение системных исследований и развитие кибернетики. Новый системный стиль мышления не отвергает вероятностного видения мира, дополняя его такими важнейшими элементами, как сложность, структурность, целенаправленность. Современная наука непосредственно соприкасается с системно-структурным подходом, с идеями системного анализа, в ходе развития которого разрабатываются обобщающие направления, играющие большую роль в теории познания: идеи уровней, иерархии, субординации во внутреннем строении и де-

терминации материальных систем, их автономности относительной независимости, неопределенности и случайности в поведении и функционировании [54].

Синергетику можно рассматривать как современный этап развития идей кибернетики и проведения системных исследований. При этом кибернетика имеет абстрактно-математический характер, так как абстрагируется от конкретных материальных форм, а синергетика – менее формализованный характер, поскольку занимается исследованием физических основ формирования структур [55].

Современная наука стала развиваться со времен великого Ньютона, когда "научный метод", унаследованный от Аристотеля и провозглашенный Ф. Бэконом, стал общепризнанным методом научных исследований и открытий. Крупные ученые, ссылаясь на этот метод, исследовали Природу и, экспериментируя, получали новые результаты, которые не всегда удавалось правильно объяснить.

Кроме знаний, полученных на основе материалистической науки и лабораторных экспериментов, наша цивилизация обладает богатым опытом передачи знаний от одного поколения другому на основе мысленного эксперимента, проводимого в состоянии глубокой медитации. Информация, получаемая таким образом, преобразовывалась сознанием адепта в слуховую, визуальную, кинестетическую форму, которая затем трансформировалась в произведения искусства, философскую доктрину, физическую или математическую теорию или в разновидность общественной деятельности.

Фактически вся ортодоксальная наука была создана на базе той информации, которую такие ученые, как Галилей, Ньютон, Максвелл, Менделеев, Эйнштейн, Бор, Гейзенберг, Мальденброт и другие получали из Вселенной и преобразовывали ее в конкретные физико-математические конструкции. Многие из полученных знаний удалось подтвердить экспериментально, но далеко не все. Поэтому наука подошла к XX столетию с большим количеством наработанного, но необъяснимого (в рамках старой парадигмы) материала. XX век вошел в историю науки благодаря трем фундаментальным открытиям, полностью изменившим наше представление о мире. Это теория относительности, квантовая механика и теория хаоса, которая включает в себя информатику, кибернетику, голографию, нелинейную динамику и фрактальную геометрию.

В истории науки ничто не предвещало создания теории относительности. Ученых интересовали четыре элемента, которые считались несвязанными между собой: масса, энергия, пространство и время. Основой теории Эйнштейна является его идея о единстве пространства и времени и о взаимобратимости вещества и энергии, которые не различаются между собой [50].

Это стало началом использования атомной энергии, что коренным образом изменило научные представления о мире. Вывод Эйнштейна о скорости света 300000 км/с, как о предельной величине скорости материи в пространстве, был опровергнут квантовой механикой. Оказалось, что электрон, двигаясь с невероятной скоростью, превышающей скорость света, может находиться одновременно в двух местах, что противоречит логике Аристотеля.

Реальный мир элементарных частиц и Вселенной оказался не соответствующим классическим законам, полным парадоксов, которые следовало разрешить. В 1965 г. Джон Стюард Белл вывел теорему о "нелокальности причин", которая гласит, что отдельные причины различных событий не могут быть изолированы друг от друга, что все во Вселенной взаимосвязано, что изолированных систем не существует и что вся система, подсистемы которой разделены огромными расстояниями, между которыми отсутствуют сигналы, поля, силы, энергии, функционирует как Единая Система.

Американский исследователь Давид Бом пошел дальше Белла. По его утверждению, реальность едина и представляет собой неделимую целостность в основе материи и сознания, поставляющую исходный материал для всех проявленных сущностей и событий. Она, как самоорганизующаяся система, порождает, поддерживает и контролирует все в ней происходящее путем постоянной связи со всем в глубинной структуре целого, то есть по Бому, все во Вселенной не только взаимосвязано, но и является в действительности одной и той же сущностью[50].

Изложенное свидетельствует о неразрывной связи науки с проектированием. По сути, наука с учетом решаемых в проектировании проблем разрабатывает методологию создания искусственного мира.

Интенсификация научно-технического труда и сокращение затрат по всему циклу "исследование – проектирование – подготовка производства" являются жизненно важным условием повышения темпа роста эффективности научно-технического прогресса, куда входит также автоматизация обработки данных и планирование экспериментальных исследований, автоматизированное проектирование новых технических средств, включая конструирование и технологическую подготовку производства.

Наука – одна из наиболее прибыльных сфер капиталовложений. В мировой практике принято считать, что прибыль от капиталовложений в нее составляет 100 – 200%, что намного выше прибыли, получаемой в любой другой отрасли. По данным зарубежных экономистов, на один доллар затрат на науку прибыль в год составляет 4 – 7 долл. и больше. В нашей стране показатель эффективности научных исследований также на высоком уровне. Так, на 1 грн, затраченную на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, прибыль составляет 3 – 8 грн.