

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 60–68.
Academia. Architecture and Construction, № 3, стр. 60–68.

Исследования и теория
Научная статья
УДК 725:727.055

doi: 10.22337/2077-9038-2022-3-60-68

Дианова-Клокова Инна Владимировна (Москва). Кандидат архитектуры, профессор МААМ (Отделение в Москве). Отделение научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ РАН. Эл. почта: indianova@mail.ru.

Метаньев Дмитрий Анатольевич (Москва). Кандидат архитектуры, действительный член МААМ (Отделение в Москве). Отделение научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ РАН.

Dianova-Kloкова Inna V. (Moscow). Candidate of Architecture, Professor of the Moscow branch of the International Academy of Architecture. The Department of research works of the GIPRONII RAN. E-mail: indianova@mail.ru.

Metanyev Dmitry A. (Moscow). Candidate of Architecture, Full-Fledged Member of the Moscow branch of the International Academy of Architecture. The Department of research works of the GIPRONII RAN.

Об устойчивости архитектурных решений научно-инновационных комплексов. Принципиальные положения

Аннотация. Развитие научных и инновационных исследований в последние десятилетия породили в архитектурной науке и практике осознание необходимости особого отношения к вопросам устойчивости архитектуры объектов науки и инноваций. Ситуация активизировала разработки архитектурных решений, отвечающих принципам безопасности, ограничения негативного воздействия на окружающую среду, учёта интересов будущих поколений. Применительно к созданию научно-инновационных комплексов в статье приведён ряд положений, соответствующих особенностям этих объектов.

На их основе разработан широкий ряд архитектурных и инженерных методов и приёмов. Их использовали в своем творчестве многие выдающиеся мастера. Статья проиллюстрирована материалами к постройкам научно-инновационного назначения Ричарда Роджерса – всемирно известного английского архитектора, теоретика и идеолога в области урбанизма и экологии.

Ключевые слова: научно-инновационные комплексы, особенности, устойчивость решений, архитектура Ричарда Роджерса

On the Sustainability of Architectural Solutions of Scientific and Innovative Complexes. Basic Provisions

Abstract. The development of scientific and innovative research in recent decades has generated awareness in

architectural science and practice of the need for a special attitude to the sustainability of the architecture of objects of science and innovation. The situation has intensified the development of architectural solutions that meet the principles of safety, limiting the negative impact on the environment, taking into account the interests of future generations. With regard to the creation of scientific and innovative complexes, a number of provisions have been developed that correspond to the features of these objects.

Architects have developed a wide range of methods and techniques that meet the listed provisions. They were used in their work by many outstanding masters. The article presents materials illustrating the buildings of scientific and innovative purpose of Richard Rogers - the world-famous English architect, theorist and ideologist in the field of urbanism and ecology.

Keywords: scientific and innovative complexes, features, sustainability of solutions, Richard Rogers architecture

Особенности развития научных и инновационных исследований в последние десятилетия породили в архитектурной науке и практике осознание необходимости пристального внимания к вопросам устойчивости решений. Архитекторы постоянно искали ответы на вызовы времени. Вопрос об ответственности архитектора перед будущими поколениями и термин «устойчивая архитектура» (sustainable architecture) обсуждались в 1993 году на Всемирном конгрессе Международного союза архитекторов в Чикаго. Наиболее чётко

тезис о социальной ответственности был сформулирован архитектором Ричардом Роджерсом в его докладе: «У нас есть обязанности как у архитекторов, но у нас есть ещё большие обязанности как у людей» [1; 2].

Ситуация активизировала разработки устойчивых архитектурных решений, отвечающих принципам безопасности, ограничения негативного воздействия на окружающую среду, учёта интересов будущих поколений.

Применительно к созданию научно-инновационных комплексов разработан ряд положений, соответствующий особенностям этих объектов. К числу основных положений мы относим следующее [3; 4].

1. Ускоренная смена различного рода научных практик, методов и объектов исследований, рисковый характер деятельности, частая смена рабочих коллективов и оборудования, перспективы будущего развития и изменения – вызвали к жизни необходимость создания пространств, пригодных для вариантного использования, развития и трансформации.

Архитекторы создали ряд методов и приёмов, отвечающих этому положению. К их числу относятся:

- максимальное освобождение пространства от жёстко фиксированных структур, к числу которых относятся несущие конструкции, элементы инфраструктуры и коммуникаций. Все подобные элементы сосредотачиваются в единых блоках – как внутри, так и снаружи здания, в целях придания пространству качеств универсальности, гибкости, трансформируемости, возможности развития и приращения;

- унификация лабораторных помещений применительно к требованиям различных наук – химии, физики, биологии и пр. Таким образом решалась проблема проектирования универсальных лабораторий, приспособленных для проведения исследований в широком диапазоне, в которых без реконструкции и нарушения рабочего процесса можно было бы решать разные научно-экспериментальные задачи;

- создание универсальных пространств на основе специализированных рабочих мест, в том числе положения так называемой «концепции общих лабораторий». При организации свободной планировки внутри общего большого рабочего пространства учитывается, что некоторые лаборатории в целях безопасности или по соображениям технологии требуют изолирующих конструкций ограждения. Для гибкости используются мобильные перегородки, специальные боксы и т.д.;

- модульная регламентация размеров, начиная от лабораторного оборудования и строительных элементов и кончая общими градостроительными параметрами;

- различные приёмы зонирования и организации групповых рабочих мест и планировки рабочих помещений, в том числе размещения офисов «генераторов идей» относительно рабочих зон.

На этой базе на всех уровнях проектирования по всему миру создавались здания и комплексы научно-инновационного назначения.

2. Особенность научно-инновационных объектов всегда заключается в том, что в части инженерно-технологического оборудования они – одни из самых сложных и насыщенных в мировой практике. Значительное расширение и усложнение инструментария для исследований и разработок, обеспечение безопасности рабочего процесса, высокая энергетическая и ресурсная затратность, минимизация негативного воздействия на среду – это потребовало организации соответствующих пространств инфраструктуры, их оптимального размещения и конфигурации.

Для этого архитекторами разработан ряд приёмов и методов проектирования; к ним относится следующее:

- организация специализированных пространств для размещения коммуникационных систем.

Распространены открытый и скрытый способы прокладки сетей. Открытый способ (крепление трубопроводов к несущим и ограждающим конструкциям, к специальным эстакадам) – наименее дорогостоящий и наиболее простой в смысле трансформации. Он в наибольшей мере отвечает качествам универсальных рабочих пространств. При скрытом способе коммуникации размещены в наружных или внутренних пространствах: шахтах/ядрах, технических коридорах; технических этажах. В странах с тёплым и умеренным климатом эффективны наружные технические пространства;

- резервирование части этих специализированных пространств для обеспечения возможностей их перспективного развития;

- применение защитных мероприятий – пространственных, конструктивных, технических. Зонирование пространства исследований в зависимости от требований к температуре, чистоте, влажности, иным параметрам среды;

- группировка помещений по величине энергопотребления, применение оптимальной ориентации с учетом движения солнца, преобладающих направлений ветра.

3. Увеличение значимости и масштабности научных проблем и их решений, рост численности и квалификации сотрудников, напряжённая умственная работа и ненормированный график труда, острая конкуренция, преодоление социально-психологических барьеров, важность профессиональных и межличностных связей, необходимость повышения эффективности труда – всё это усиливало значимость человеческого фактора и организации социальной сферы деятельности.

На решение этих проблем направлены мероприятия, способствующие возникновению новых творческих идей, повышению чувства причастности к научному сообществу, привлечению исследователей и инвесторов. Такие мероприятия могут быть отнесены к приёмам социального инжиниринга.

В русле этого архитекторами предложены многочисленные архитектурно-пространственные приёмы, направленные на организацию комфортных условий труда, отдыха и общения, обеспечение необходимой информацией, обучение и повышение квалификации, организацию неформальных контактов

и коммуникаций, просвещение и популяризацию научных и технологических достижений.

Проектируется развитая многоуровневая система общественных пространств – в масштабах всего комплекса, отдельных рабочих подразделений, группы помещений, этажа. В эту систему входят информационные, учебно-просветительские, зрелищные, спортивные, бытовые объекты. Подобные зоны, часто озеленённые и украшенные элементами дизайна и малыми формами, способствуют повышению квалификации, общению, отдыху и релаксации.

В своих решениях архитекторы учитывают то обстоятельство, что аудитории, конференц-залы, библиотеки, медиа-центры, музеи – как элементы многоуровневой системы, приобретают важное свойство инклюзивности, будучи рассчитанными не только на сотрудников, но и на жителей окружающих районов.

Излюбленный элемент решения внутреннего пространства – атриумы. Это решение обогащает пространство здания и является важным приёмом пассивного энергодизайна.

Общественные пространства обычно отличаются высоким качеством и индивидуальностью архитектурных решений, знаковостью и репрезентативностью образа, что способствует укреплению корпоративного духа, созданию впечатления надёжности и устойчивости.

Изменение роли науки в обществе обуславливает тот факт, что научно-инновационные комплексы играют важную социально-градостроительную роль. Прежде всего это – центры приложения высококвалифицированного труда, где стираются грани между умственным и физическим трудом, его социальным обеспечением. Достижение «нулевого воздействия» на окружающую среду современных инновационных предприятий, улучшение условий труда, гуманизация производственной сферы позволяют развивать городскую промышленность на современном научно-техническом уровне. Это выражается в модернизации производственных технологий и перепрофилировании исторических промышленных территорий в инновационном направлении. Индустрия возвращается в город, взаимодействие социальных функций «труд – быт – отдых» развивается на новом уровне.

Вышеприведённые положения учитывали в своём творчестве многие выдающиеся архитекторы мира [5; 7–9]. Одним из первых был Ричард Роджерс – всемирно известный английский архитектор, теоретик и идеолог в области урбанизма и экологии. Среди авторских работ мастера, реализованных в разных странах мира, значительная часть относится к объектам научного, инновационного, производственно-технологического, делового, просветительского назначения. Архитектор утверждал, что в основе градостроительных планов всегда должны лежать гуманизм, красота, рациональность. В его постройках создание свободного от коммуникаций крупного

универсального пространства символизирует открытость и социальную прозрачность технологического процесса¹.

Приведём ряд реализованных работ мастера [5; 10–12].

Первой его известной постройкой (совместно с Р. Пиано) стало здание музея современного искусства «Центр Помпиду» в Париже (1971–1977) (рис. 1). Здание олицетворяет практически все принципиальные авторские установки. Здесь приёмы освобождения внутреннего пространства от элементов коммуникационной и инженерной инфраструктуры, их вынос наружу и эстетизация стали лейтмотивом архитектуры стиля хай-тек.

Среди самых знаменитых построек – Микропроцессорный центр фирмы ИНМОС (INMOS) в Ньюпорте (Уэльс, Великобритания, 1982–1987. Рис. 2). Стальные вантовые конструкции покрытия обеспечивают создание больших безопорных пространств пролетом 38,4 м. Основные несущие конструкции в центре здания – стальные пилоны высотой 15,1 м. В поперечном направлении жёсткость конструкции обеспечивается устройством между пилонами эстакады из стальных плоских ферм. По эстакаде проложены все инженерно-технические коммуникации. На кровле – мощные системы вентиляции и кондиционирования. Это позволяет уменьшить высоту производственных помещений, а также не препятствует их перспективному расширению. Здесь достигнута максимальная гибкость планировочного и инженерного решения и возможность перспективного расширения комплекса. Планировка

² Все иллюстрации в статье, кроме особо оговоренных, взяты из открытого доступа сети Интернет.

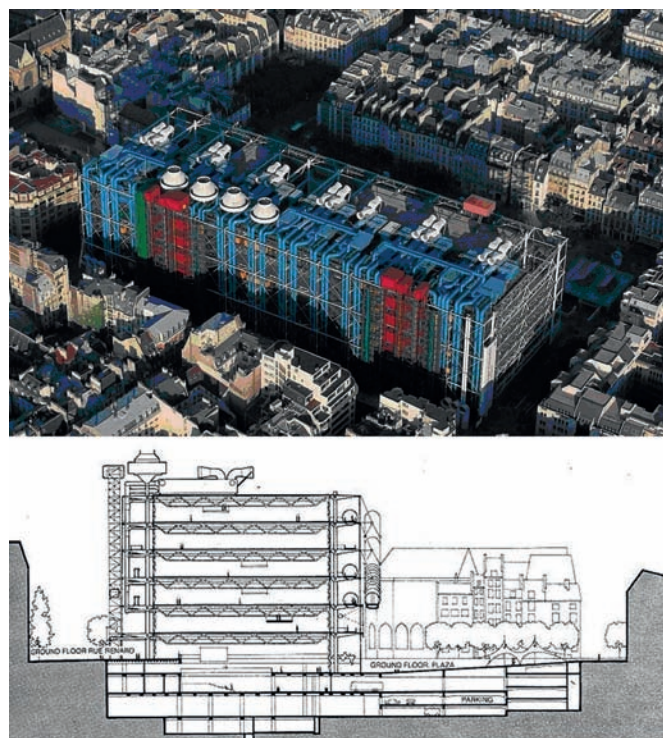


Рис. 1. Центр Помпиду, Париж: вид сверху и поперечный разрез²

¹ <https://istardesign.com/ru/blog/richard-rodgers---legenda-britanskoy-arhitekturyi>.

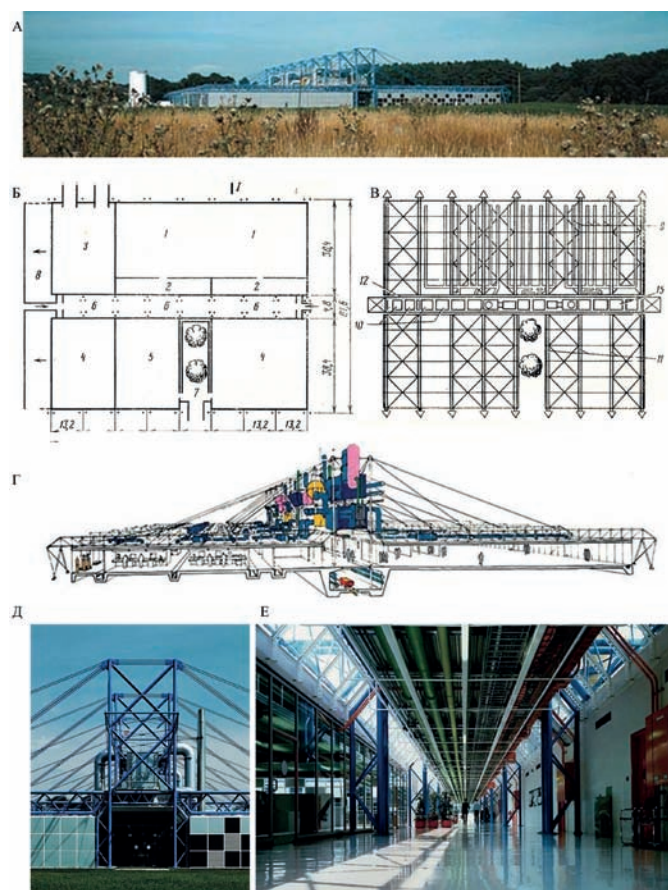
основана на единой модульной сетке. Композиционная ось здания – сквозной коридор-холл шириной 4,8 м. В нём расположены вспомогательные службы и рекреации. По обе стороны от коридора – безпорные универсальные пространства, где размещены лаборатории, чистые помещения, экспериментальные цехи, офисы, конференц-зал, конструкторское бюро. Над центральным коммуникационным коридором-холлом – световой зенитный фонарь.

Решение позволило использовать проект как унифицированный для создания научно-инновационных объектов. На его основе в 1985 году в городе Принстон (Нью-Джерси, США) построен комплекс научно-исследовательского и экспериментального центра фирмы «ПА Текнолоджи» (PA Technology) [5; 11; 12] (рис. 3).

Технологическая лаборатория Кембриджского университета в Мельбурне (Великобритания, 1975–1983) – многофункциональный инновационный комплекс, отличающийся

универсальностью, модульной организацией пространства, оригинальностью архитектурного и конструктивного решения (рис. 4). В этой постройке присутствует так называемый «модуль приращения», унифицированная модульная секция – пространственный элемент структуры, способный вместить законченную функциональную единицу. Это свойство является одним из основополагающих для объектов, предназначенных для сдачи в краткосрочную аренду. По заданиям арендаторов зона рабочих помещений дооборудуется коммуникациями и делится на отдельные секции.

Научно-производственный комплекс компании «Флитгард» в составе технополиса «Кимпер Корнуэй» (Quimper Cornouaille) (город Кимпер, Франция, 1981) – образец универсального одноэтажного здания для инновационных процессов с непредсказуемой сменой технологии (рис. 5). Здание площадью 8750 кв. м отличается высокой степенью универсальности, модульным решением, оригинальностью



А, Д – виды здания, Б – план первой очереди строительства, В – план кровли, Г – аксонометрический разрез; Е – интерьер коридора-холла. 1 – чистое помещение; 2 – бытовые помещения, воздушные шлюзы; 3 – зона приёма-отправления; 4 – офисы; 5 – ресторан; 6 – коммуникационная галерея; 7 – рекреации; 8 – направление расширения комплекса (вторая очередь строительства); 9 – воздуховоды; 10 – сервисные боксы; 11 – стальные ваны; 12 – световые фонари; 13 – стальные пилоны; 14 – фермы покрытия; 15 – кондиционеры

Рис. 2. Микропроцессорный центр ИНМОС. Ньюпорт



Рис. 4. Технологическая лаборатория Кембриджского университета. Мельбурн. Вид здания. Аксонометрия унифицированной модульной секции, поперечный разрез

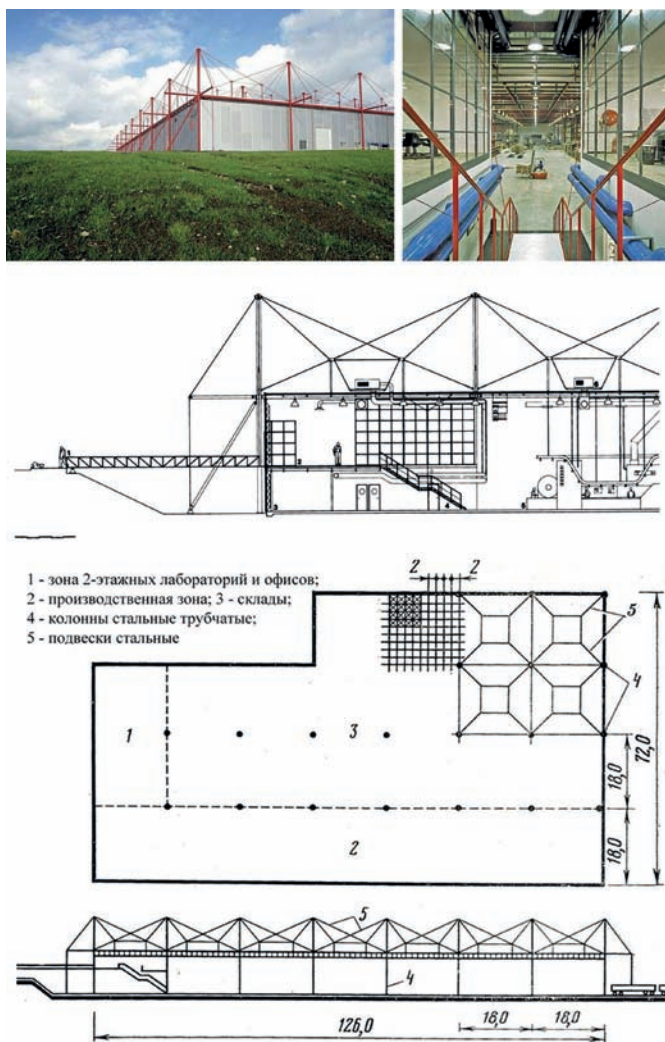


Рис. 5. Научно-производственный комплекс Флитгард, Кимпер: фрагмент общего вида здания, интерьер рабочего помещения, схемы плана и продольного разреза



Рис. 6. Здания-модули инновационно-производственного назначения, Мэйденхед, Великобритания: фрагмент фасада, интерьеры универсального цеха, продольные и поперечные разрезы

архитектуры. Подвешенное покрытие и облегченный каркас позволили увеличить сетку опор и повысить универсальность пространства, внутри которого обеспечено гибкое распределение обслуживающей инфраструктуры. Конструкция состоит из элементов заводского изготовления, несложных в монтаже. Расширение здания может производиться без нарушения конструктивной системы и без остановки производственного процесса.

Здания инновационно-производственного назначения «Мэйденхед» (Maidenhead Industrial Units) построены в 1982–1985 годы в городе Мэйденхед (Великобритания). Рис. 6). Это универсальные одноэтажные модули открытой планировки. Покрытие складчатое по металлическим фермам; элементы инженерии и коммуникаций легко трансформируются по необходимости. В отделке фасадов применены панели модульных габаритов – стеклянные и металлические, ярко окрашенные.

Исследовательский Центр парфюмерной промышленности (рис. 7) в графстве Сюррей (Великобритания, 1980-е годы), построен совместно с Р. Пиано. Здание одноэтажное, бесподвальное, с верхним техническим пространством в габаритах несущих ферменных конструкций. Планировка – гибкая модульная, применены унифицированные решения всех

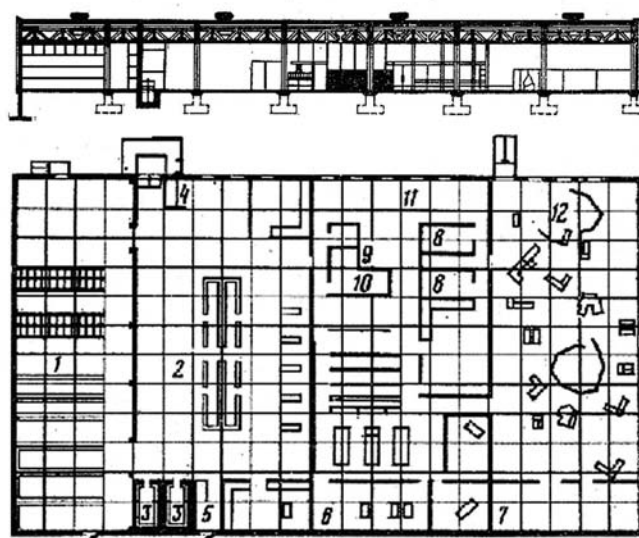


Рис. 7. Исследовательский Центр парфюмерной промышленности. Сюррей. Великобритания. Фрагмент общего вида, продольный разрез, план

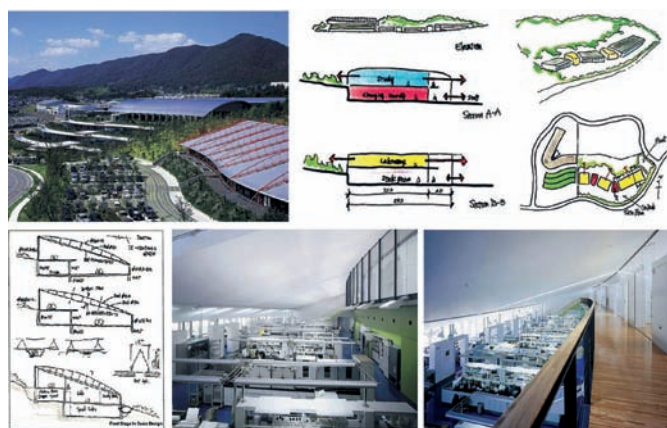


Рис. 8. Научно-исследовательский центр Аmano. Гифу, Япония: вид застройки (фрагмент), интерьеры рабочих и учебных помещений, авторские эскизы



Рис. 9. Научно-исследовательский институт Текно Плаза. Гифу, Япония: вид сверху, интерьер атриума, поперечный разрез

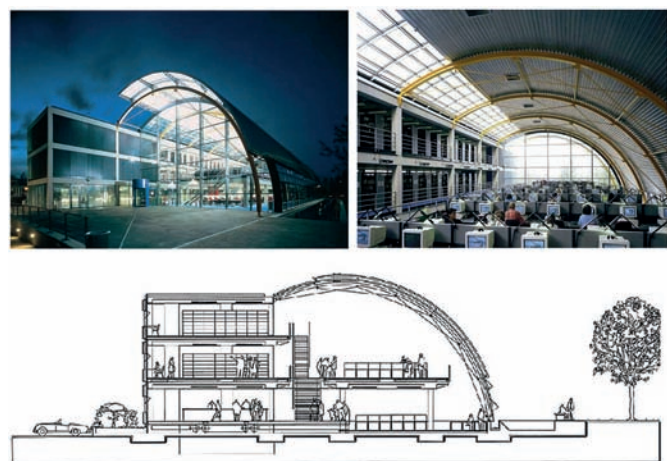


Рис. 10. Комплекс Университета Темз Вэлли. Слау, Великобритания: общий вид и интерьер здания, поперечный разрез

деталей, конструкций и узлов. Безопорное универсальное пространство делится трансформируемыми перегородками на отдельные функциональные зоны – рабочие (с различными режимами исследований), общественные (включая зону конференций), вспомогательные. По своим пространственным, инженерным и образным характеристикам эта постройка может служить хорошим образцом зданий-павильонов со свободной планировкой, предназначенных для сдачи в аренду фирмам, ведущим химико-биологические поисковые исследования.

Мастером построены многие научно-исследовательские и образовательные комплексы [12], в том числе: Научно-исследовательский центр «Аmano» (Amano Research Laboratories) (Гифу, Япония, 1997–1999. Рис. 8); Научно-исследовательский институт «Текно Плаза» (Techno Plaza) (Гифу, Япония, 1993–1995. Рис. 9); комплекс Университета «Темз Вэлли» (Thames Valley University) (Слау, Великобритания, 1993–1996. Рис. 10).

В исторической части Лондона архитектор создал несколько многоэтажных зданий, близких по своим характеристикам к городским научно-техническим отелям [5]. Постройки отличаются фирменный почерк автора – экономичность и целесообразность пространственного решения, универсальность планировки, чёткая модульность объёмов, акцентированные (в том числе с помощью яркой окраски) элементы металлических конструкций и инженерных устройств на фасадах и в интерьерах, крупномасштабные членения панелей сплошного наружного остекления.

Здание штаб-квартиры компании «Ллойд» (1978–1986) – памятник британского хай-тека, внесённый в реестр культурного наследия Лондона³. Деловой комплекс площадью 34000 кв. м размещён в тесном окружении застройки лондонского Сити (рис. 11). Здание переменной (7–14) этажности состоит из модульных объёмов, сблокированных в соответствии с условиями участка по веерообразной схеме. Планировочные центры – два многосветных атриума, обеспечивающих естественное освещение и климатический комфорт. Лифты и трубы на фасаде выполняют, помимо основной, также и эстетическую функцию. Различные детали фасадов имеют кодовую окраску: конструктивные элементы – голубые, лестницы – жёлтые, лифтовые шахты – красные, инженерные коммуникации – серебристые. Синие строительные краны, возвышающиеся над зданием, не были частью первоначального проекта, но поддерживали авторские приёмы архитектурного решения, и их решили оставить после окончания строительства.

В деловом парке Стокли (близ Лондона, середина 1970 х–1986; генеральный застройщик фирма ARUP) в результате масштабного комплекса градостроительных, архитектурно-планировочных, инженерных, транспортных, ландшафтных преобразований на территории бывшей свалки организовано

³ <https://istardesign.com/ru/blog/richard-rodgers---legenda-britanskoy-arhitekturyi>.

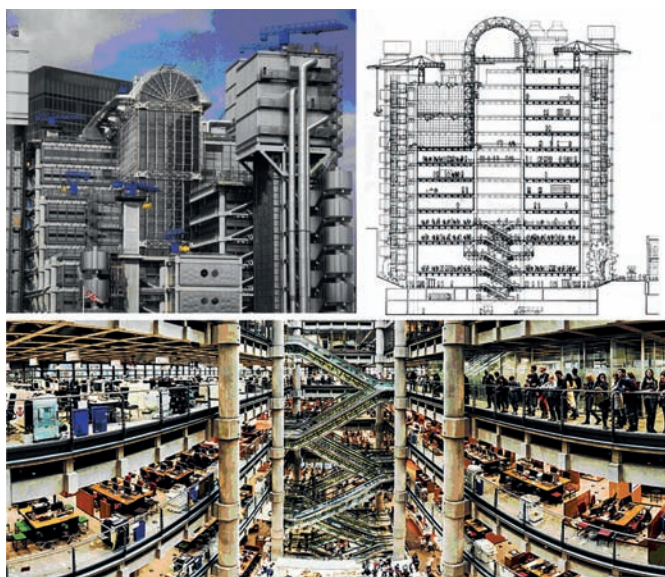


Рис. 11. Штаб-квартира компании «Ллойд», Лондон: фрагмент общего вида, разрез, интерьер



Рис. 12. Здания-модули в деловом парке «Стокли». Лондон



Рис. 13. Комплекс делового парка «Чизвик». Лондон. Рабочие здания-модули: вид сверху, наружные коммуникации и защитные жалюзи, виды природной рекреационной зоны с водоёмом

пространство для развития высокоэффективной инновационной деятельности, а также создана крупная общественная рекреация. Расположенные здесь универсальные двух-трёхэтажные здания-модули площадью застройки 1,5–2 тыс. кв. м (для исследований в разных областях – нефтехимия, лёгкая промышленность, компьютерные технологии и пр.) энергоэффективны и экологически корректны (рис. 12). Помимо Роджерса, в создании объектов участвовал целый ряд выдающихся мастеров архитектуры: Ове Аруп, Ян Риччи, СОМ, Норман Фостер, Джеффри Дарк, Трогтон Мак Аслан, Эрик Пери и др. [5].

Комплекс делового парка «Чизвик» (Лондон, 1999–2010) создан на модернизируемой промышленной территории (Р. Роджерс в качестве генерального застройщика совместно с «Ове Аруп») (рис. 13). Это – озеленённое пространство в черте мегаполиса, где большое внимание уделено созданию благоприятных условий работы и отдыха. Хорошая транспортная доступность и расположение близ станции метро снижают расчётную потребность в автостоянках – предполагается, что 75% работающих в парке смогут добраться до места работы пешком, на велосипедах или общественным транспортом. На участке в 13 га размещены более десятка шестиэтажных широких рабочих корпусов. Застройка высокой плотности (14–15 тыс. кв. м/га) позволила освободить почти 70% площади участка и создать обширную рекреационную зону с живописным ландшафтным озеленением и водоёмом, вокруг которой сгруппированы рабочие модули. Использованы унифицированные и стандартизированные элементы заводского изготовления. В центре каждого модуля – коммуникационное ядро, окружённое универсальными рабочими пространствами 18-метровой глубины; наружные эвакуационные лестницы придают разнообразие



Рис. 14. Галерея-павильон. Шато ля Кост, Франция: общий вид, поперечное сечение, аксонометрический вид конструктивного решения, план

фасадам зданий. Атриумы обеспечивают светом внутреннее пространство и открывают красивые виды на окружающий ландшафт. Энергетическая стратегия основана на принципах экономии ресурсов и соответствии климатическим условиям. Все здания имеют снаружи алюминиевые жалюзийные решетки, которые вместе с выступающими конструкциями покрытия затеняют до 90% остеклённых ограждений, что позволяет существенно снизить затраты на вентиляцию. Основные преимущества – быстрота возведения при одновременном достижении высокого качества строительства, экономичной эксплуатации и повышенной комфортности рабочей среды. Парк «Чизвик» – прекрасный пример ландшафтной организации участка в плотной городской застройке, модернизации производственных технологий и перепрофилирования промышленных территорий в инновационном направлении.

Последней реализованной работой мастера стал выставочный павильон в Провансе (Франция). Строительство этого объекта⁴ (рис. 14) завершено в 2020 году на территории инновационного винодельческого хозяйства Шато ля Кост (Château La Coste). Оранжевые несущие стальные балки консольно закреплены в откосе и вынесены наружу, конструкция словно парит в воздухе. Входной лёгкий мост ведёт внутрь галереи (площадь 120 кв. м, сечение 5×4 м), облицованной матовой полированной сталью. С открытой террасы на высоте 27 м открываются красивые ландшафты юга Франции.

Освобождение и возможности трансформации рабочего пространства; оптимизация пространственных условий для развития инфраструктуры, учёт возрастающего влияния человеческого фактора – все это направлено на обеспечение устойчивости и надежности решений.

На протяжении длительного времени архитекторы многих стран мира, и в их числе – Ричард Роджерс, создавали и реализовывали проекты, применяя эти положения в той или иной мере и в том или ином виде.

Время подтвердило их надёжность как факторов устойчивого развития архитектуры научно-инновационных объектов.

Список источников

1. Есаулов, Г.В. Энергоэффективность и устойчивая архитектура как векторы развития / Г.В. Есаулов. – Текст: электронный // АВОК. – 2015. – № 5. – С. 4–13. – URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6165 (дата обращения 16.05.2022). АВОК.

2. Есаулов, Г.В. Устойчивая архитектура как проектная парадигма (к вопросу определения) / Г.В. Есаулов. – Текст: непосредственный // Устойчивая архитектура: настоящее и будущее : Тезисы докладов международного симпозиума. Москва, 17–18 ноября 2011 года. – Москва: Московский архитектурный институт (государственная академия), 2011. – 256 с. ISBN 978-5-93642-312-3.

3. Дианова-Клокова, И.В. Устойчивая архитектура и пространство инноваций / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. – Текст: непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2015. – № 7 (211). – С. 16–31.

4. Дианова-Клокова, И.В. Об устойчивости архитектурных решений объектов науки и инноваций / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Текст: непосредственный // Системные технологии. – 2020. – № 1 (34). – С. 100–105

5. Дианова-Клокова, И.В. Архитектурные решения инновационных научно-производственных комплексов : обзор мировой практики / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Текст: непосредственный. – М. : УРСС (ЛЕ-НАНД). 2012. – 365 с.

6. Кологривова, Л.Б. Научно-производственные здания с близким к нулевому энергетическим балансом / Кологривова Л.Б. – Текст: непосредственный. – Academia. Архитектура и строительство. – 2014. – № 4. – С.45–47.

7. Sustainable & Green Building. V.2 Research+Education. 2017.

8. Appleton Neil (ed.). Research Buildings. Planning and Design. / Neil Appleton (ed.). – Melbourne, 2013.

9. Griffin, B. Laboratory Design Guide / Brian Griffin; 3-rd edition. – Elsevier Architectural Press, 2005.

10. Architecture and Urbanism Extra Edition Richard Rogers 1978 – 1988 / Текст: электронный. – URL: <https://www.amazon.co.uk/Architecture-Urbanism-Extra-Richard-Rogers/dp/B002SFVYAU> (дата обращения 21.05.2022).

11. Савина, А. Икона эпохи: Ричард Роджерс / А. Савина. – Текст: электронный // LOOK AT ME. 3 августа 2013 г. – URL: <http://www.lookatme.ru/mag/people/icon/195101-ikona-epochi-richard-rodzhers> (дата обращения 07.05.2022).

12. Ричард Роджерс: Архитектурные проекты / Текст: электронный // NOVOSIBDOM.ru. Архитектура и проектирование. Справочник. – URL: <http://arx.novosibdom.ru/node/195> (дата обращения 11.05.2022).

13. ARUP Journal. – Spring 1987. – P. 4–7.

14. Business Parcs // World Architecture. – Текст: непосредственный. – 1996, May. – № 46. – P. 114–135

15. Бочаров, Ю.П. В пространстве научного центра: условия труда ученых / Ю.П. Бочаров, Н.Р. Фрезинская, К.И. Сергеев. – Текст: непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 1. – С. 104–114.

References

1. Esaulov G.V. Energoeffektivnost' i ustoichivaya arkhitektura kak vektory razvitiya [Energy efficiency and sustainable architecture as development vectors]. In: AVOK [ABOK], 2015, no. 5, pp. 4–13. URL: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6165 (Accessed 05/16/2022). (In Russ., abstr.in Engl.)

2. Esaulov G.V. Ustoichivaya arkhitektura kak proektnaya paradigma (k voprosu opredeleniya) [Sustainable architecture as a design paradigm (to the question of definition)]. In:

⁴ https://www.architime.ru/architects/a_richard_rogers.htm

Ustoichivaya arkhitektura: nastoyashchee i budushchee [Sustainable architecture: present and future], Abstracts of the reports of the international symposium. Moscow, November 17–18, 2011. Moscow, Moscow Institute of Architecture (State Academy) Publ., 2011, 256 p. ISBN 978-5-93642-312-3. (In Russ.)

3. Dianova-Klokoval I.V., Metan'ev D.A. Ustoichivaya arkhitektura i prostranstvo innovatsii [Sustainable architecture and innovation space]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2015, no. 07 (211), pp. 16–31. (In Russ., abstr.in Engl.)

4. Dianova-Klokoval I.V., Metan'ev D.A., Khrustalev D.A. Ob ustoichivosti inzhenernykh reshenii ob"ektov nauki i innovatsii. Vzgl'yad arkhitekora [On the sustainability of engineering solutions for objects of science and innovation. Architect's view]. In: *Sistemnye tekhnologii* [System technologies], 2020, no. 1 (34), pp. 100–105. (In Russ., abstr.in Engl.)

5. Dianova-Klokoval I.V., Metan'ev D.A., Khrustalev D.A. Arkhitekturnye resheniya innovatsionnykh nauchno-proizvodstvennykh kompleksov : obzor mirovoi praktiki [Architectural solutions for innovative research and production complexes. A review of world practice]. Moscow, URSS (LENAND) Publ., 2012, 365 p. (In Russ.)

6. Kologrivova L.B. Nauchno-proizvodstvennye zdaniya s blizkim k nulevomu energeticheskim balansom [Research and production buildings with close to zero energy balance]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2014, no. 4, pp. 45–47. (In Russ., abstr.in Engl.)

7. Sustainable & Green Building. V.2 Research+Education. 2017.

8. Appleton Neil (ed.). Research Buildings. Planning and Design. – Melbourne, 2013. (In Engl.)

9. Griffin, B. Laboratory Design Guide. 3-d edition. Elsevier Architectural Press, 2005. (In Engl.)

10. Architecture and Urbanism Extra Edition Richard Rogers. 1978–1988. URL: <https://www.amazon.co.uk/Architecture-Urbanism-Extra-Richard-Rogers/dp/B002SFVYAU> (Accessed 05/21/2022). (In Engl.)

11. Savina, A. Ikona epokhi: Richard Rodzhers [Icon of the era: Richard Rogers] In: *LOOK AT ME* August 3, 2013. URL: <http://www.lookatme.ru/mag/people/icon/195101-ikona-epokhi-richard-rodzhers> (Accessed 05/07/2022). (In Russ.)

12. Richard Rodzhers: Arkhitekturnye proekty [Richard Rogers: Architectural projects]. In: *NOVOSIBDOM.ru. Arkhitektura i Proektirovanie. Spravochnik* [Architecture and Design. Directory]. URL: <http://arx.novosibdom.ru/node/195> (Accessed 05/11/2022). (In Engl.)

13. ARUP Journal. – Spring 1987. – P. 4–7. (In Engl.)

14. Business Parcs. – World Architecture. – № 46. – May 1996. – P. 114–135. (In Engl.)

15. Yu.P. Bocharov, N.R. Frezinskaya, K.I. Sergeev. V prostranstve nauchnogo centra: usloviya truda utchenykh [In the space of the scientific center: working conditions of scientists]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and construction], 2022, no. 1, pp. 104–114. (In Russ., abstr.in Engl.)