

Виртуальные научные исследования. Архитектурные инновации

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

Аннотация. В составе научных комплексов присутствуют помещения для ведения теоретических и виртуальных исследований. Успешное их функционирование напрямую зависит от рациональной организации пространства и создания оптимальных условий для творчества. При создании таких объектов предъявляются повышенные требования к организации рабочих мест, качеству социально-информационной инфраструктуры, комфорту и комплексной безопасности рабочего процесса, обеспечению условий для частой трансформации и модернизации пространства и оборудования.

Виртуальные исследования проводятся в объектах разного масштаба – от зданий крупных штаб-квартир до небольших стартапов и коворкингов. Для таких пространств широко применяются все подходы к безопасности процесса, устойчивому развитию, эффективной работе, использованию пассивной стратегии энергодизайна. Однако ряд негативных сторон виртуальной деятельности – монотонность работы, унификация и обезличивание рабочего пространства, часто приводящие к усталости и «выгоранию» сотрудников – является проблемой в том числе и для поиска архитектурных решений. Приведённые примеры показывают, как архитекторы находят способы преодоления этой проблемы, применяя ряд приёмов, снижающих монотонность рабочей среды и благотворно влияющих на здоровье и творческую активность сотрудников.

Ключевые слова: объекты виртуальных исследований, комфорт и творческая эффективность труда, социальная инфраструктура, устойчивость решений, приёмы пассивного энергодизайна и зелёного строительства

Для цитирования. Дианова-Клокова И.В. Виртуальные научные исследования. Архитектурные инновации // Academia. Архитектура и строительство. – 2024. – № 1. – С. 83–91. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-1-83-91.

Virtual Scientific Research. Architectural Innovation

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

Abstract. The scientific complexes include premises for conducting theoretical and virtual research. Their successful functioning directly depends on the rational organization of their space and the creation of optimal conditions for creativity. When creating such facilities, increased requirements are placed on the organization of workplaces; quality of social and information infrastructure; ensuring comfort and comprehensive safety of the work process; providing conditions for frequent transformation and modernization of space and equipment. Virtual studies are conducted in facilities of varying sizes - from large headquarters buildings to small startups and co-working spaces. For such spaces, all approaches to process safety, sustainable development, efficient operation, and the use of passive energy design strategies are widely applied. However, a number of negative aspects of virtual activity - monotony of work, unification and depersonalization of the workspace, often leading to fatigue and burnout of employees - are also a problem for the search for architectural solutions. These examples show how architects are finding ways to overcome this problem, using a number of techniques that reduce the monotony of the work environment and have a beneficial effect on the health and creativity of employees.

Keywords: objects of virtual research, comfort and creative labor efficiency, social infrastructure, sustainability of solutions, techniques of passive energy design and green construction

For citation. Dianova-Klokoва I.V. Virtual Scientific Research. Architectural Innovation. *Academia. Architecture and Construction*, 2024, no. 1, pp. 83–91, doi: 10.22337/2077-9038-2023-1-83-91.

Успешное и эффективное функционирование комплексов, в которых ведутся виртуальные исследования, во многом зависит от рациональной организации их пространства и создания оптимальных условий для творчества, в том числе:

- организации рабочих мест;
- качества социально-информационной инфраструктуры (расширение и рост уровня источников информации и связи, развитие связей с природой, экологией, общением, отдыхом);
- обеспечения комплексной безопасности и комфорта рабочего процесса;
- условий для частой трансформации и модернизации пространства и оборудования (в частности, на основе модульного принципа).

В составе научных комплексов присутствуют помещения для ведения теоретических и виртуальных исследований (называемые в прошлом лабораториями для камеральных работ и обработки результатов эксперимента).

Развитие виртуальных исследований позволило обеспечить их интеграцию в пространства различного назначения – организации управления, образования, просвещения, производства, научных исследований, а также – спорта и отдыха. Все это способствовало расширению научного сопровождения этих видов деятельности, росту интеллектуального уровня персонала и сотрудников в целом.

Эти пространства – наиболее отработанные с точки зрения архитектурно-планировочного проектирования. Здесь в наибольшей мере применяются все подходы к безопасности процесса, устойчивому развитию, эффективной работе и обеспечению высокой социальной ответственности, применению пассивной стратегии энергодизайна [1].

В состав объектов для виртуальной работы входят объекты разного масштаба – от зданий крупных штаб-квартир до таких небольших объектов как стартапы и коворкинги. В последних крайне важным для пространственного решения и эксплуатационных качеств является экономия ресурсов и энергии.

Поскольку требования к пространству виртуальных исследований практически соответствуют требованиям к офисной работе, для основных параметров обычно применимы нормативы и требования к офисным помещениям [2–5] (рис. 1, 2). Однако высокая квалификация и напряжённая умственная работа научного персонала, а часто – ненормированный график работы – определяют повышенные требования к организации рабочих мест, качеству социально-информационной инфраструктуры, особо комфортным условиям труда и отдыха.

Рабочие зоны виртуальных исследований сопровождаются объектами: обучения и повышения квалификации (проведение семинаров, лекций), информационно-просветительского, культурно-представительского назначения (приемная, конференц-зал); рекреаций, спорта, неформального общения сотрудников. Постоянное развитие дистанционных технологий ведёт к тому, что перечисленные объекты могут также частично использоваться в рабочих целях.

Традиционно здания штаб-квартир становятся объектами серьёзного градостроительного значения. Тенденция повышения инклюзивности и открытости проявляется в том, что часто такие крупные объекты в некоторых своих функциях также обслуживают и жителей прилегающих районов.

Однако существует и ряд негативных сторон виртуальной деятельности – монотонность работы, унификация и обезличивание рабочего пространства, часто приводящих к усталости и «выгоранию» сотрудников. Это стало проблемой в том числе и для архитектурных решений, и видные архитекторы ищут способы её преодоления.

Мастера архитектуры создают выразительные здания, отличающиеся уникальными и запоминающимися архитектурными решениями. Они демонстрируют широту приёмов решения интерьеров, вариантную организацию рабочих мест, снижающие монотонность рабочей среды, применение элементов внутреннего пространства, благотворно влияю-

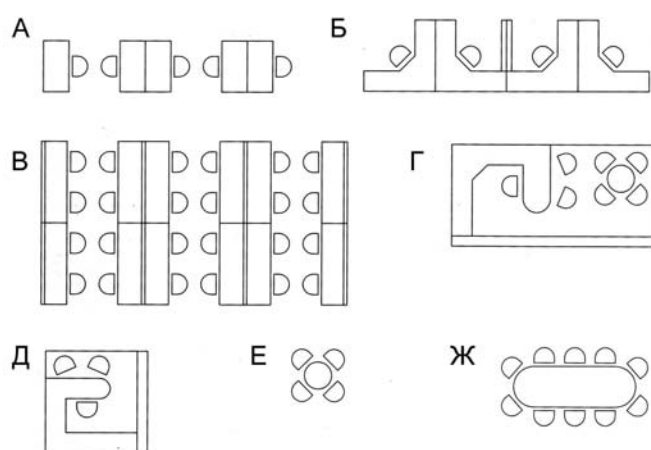


Рис. 1. Типы рабочих мест для теоретических и виртуальных исследований: А – запись и обработка результатов эксперимента; Б – виртуальные исследования и компьютерное моделирование; В – места для работы на компьютерах, Интернет-кафе (общий доступ); Г – рабочее место руководителя; Д – рабочее место кабинетного типа; Е, Д – места для рабочих переговоров и совещаний (источник: [1, с.10])

щих на здоровье сотрудников (природные строительные и отделочные материалы, искусственные водоёмы, обильное озеленение, комплексное освещение, расширение зон контактов, общения и рекреаций). Во внешнем оформлении применяются разнообразные и интересные архитектурные решения фасадов, приёмы пассивного энергодизайна и «зелёного» строительства, меры адаптации к окружающей среде.

Приведём некоторые примеры.

В 2022 году завершено строительство нового кампуса «Бэй Вью» (Bay View) штаб-квартиры компании «Google» в Силиконовой долине рядом с Исследовательским центром Эймса НАСА (NASA Ames Exploration Center) в городе Маунтин-Вью, (Калифорния, США). Проект разработан архитектурными фирмами БИГ – «Бьярке Ингельс Групп» (BIG-Bjarke Ingels Group) и «Хитервик Студио» (Heatherwick Studio) (рис. 3). На озеленённой территории площадью 17 га с искусственным водоёмом размещён кампус общей площадью 102,2 тыс. кв. м. Комплекс включает два рабочих офисных здания, центр для проведения общественных и информационных мероприятий на 1000 человек, жильё для 240 временных сотрудников. В объекте переосмыслена идея решения кампуса для виртуальных исследований. Инновационное решение предлагает рабочее пространство на двух уровнях, про-

низанное естественным светом, поступающим на верхний уровень через изогнутую кровлю, а на нижний – через ряд богато озеленённых двухсветных внутренних двориков, размещённых на модульном расстоянии 15–20 м. Кровли, покрытые фотогальваническими панелями, регулируют температуру в здании, поглощая солнечное тепло и преобразуя его в электроэнергию, составляющую почти 40% рабочей потребности. Остальной объём электроэнергии, необходимый для работы штаб-квартиры, поставляется с близлежащих ветряных электростанций. Предусмотрены автоматические шторы на окнах, пропускающие естественный свет в течение дня, и система вентиляции, использующая только наружный воздух. В кампусе предусмотрена крупная геотермальная установка для обогрева и охлаждения здания без использования ископаемого топлива. Система геотермальных свай использует насосы для поглощения тепла из земли в зимнее время и отвода его в землю летом; местные системы собирают, очищают и повторно используют ливневые и сточные воды. Это решение на 90 % сокращает количество хладагента¹.

¹ <https://3dnews.ru/1066100/google-otkrila-kampus-bay-view-polnostyu-na-vozobnovlyaemih-istochnikah-energii>; <https://www.archdaily.com/982121/google-bay-view-campus-designed-by-big-and-heatherwick-studio-opens-in-silicon-valley-california>.



Рис. 2. Примеры планировок помещений для теоретических и виртуальных исследований: А – кабинетная с внутренним коридором; Б – смешанная (кабинетная + ландшафтная); Г – помещения для групповых исследований; Д, Е – решения на модульных сетках 1,35 м и 1,5 м. (источник: [4, с.47])

Кампус «Apple Park» – новая корпоративная штаб-квартира Apple Inc., расположенная в One Apple Park Way в Купертино [Калифорния, США. Объект открыт в апреле 2017 года Проект компании Фостер (Foster + Partners)]. Расположенное на пригородном участке в 71 га окружённое зеленью главное здание, похожее на летающую тарелку, выглядит футуристично (рис. 4). Это четырёхэтажный корпус – замкнутое кольцо площадью около 260 тыс. кв. м. Длина окружности 1,6 км, диаметр 461 м. Четыре этажа – над землей, три – под землей. Корпус с двумя наружными коридорами и рабочими местами в центральной зоне, с двух сторон примыкающими к технологическому коммуникационному пространству. Рабочие места выдержаны в едином минималистичном стиле. Новый комплекс демонстрирует повышенное внимание к окружающей среде и здоровью сотрудников.

Здесь есть несколько решений, способствующих открытому творческому духу и инновациям: сочетание зон для группового сотрудничества с частными кабинетами для сосредоточенной работы; широкие рекреационные проходы с двух сторон по периметру, способствующие единению людей с природой и неформальным контактам, ограждённые изогнутыми стеклопанелями. Остекление с матовым покрытием и наружные круговые козырьки из матового стекла уменьшают перегрев и блики. Предусмотрена подземная парковка на 11 тыс. мест. Также в составе комплекса: трёхуровневый ресторан на 1750 мест площадью 1900 кв. м; трансформируемое пространство экскурсионного центра для посетителей; конференц-зал (так называемый Театр Стива Джобса) на 1000 человек; секретная лаборатория в подземном уровне – центр инноваций. Фитнес-центр – спортзал, в котором сотрудники также могут работать; здесь производится фиксация медицинских показаний во время выполнения тренировок; эти данные используются для внесения улучшений в программное обеспечение новых технологических разработок («умных» часов). По сути это пространство можно также назвать экспериментальным центром. Ландшафтный дизайн скрывает дороги и парковочные места под землей. 80% участка – зелёное пространство, засаженное местными растениями. Внутренний двор – сад с фруктовыми деревьями; в саду – искусственный пруд. Вокруг стоят лавочки, сотрудники также могут там работать. Система вентиляции предусматривает забор наружного воздуха, его очистку в вентиляционных камерах и выброс наружу после прохождения через рабочее пространство. Наружное ограждение – бесшовные стеклопанели, сквозь которые открываются виды на окружающий пейзаж и во внутренний двор. Интегрированная система фотоэлементов покрытия позволяет вырабатывать больше электроэнергии, чем потребляет здание – важное достижение в эпоху стремительного изменения климата³.

² Все иллюстрации, кроме особо оговорённых, взяты из открытого источника сети Интернет.

³ <https://www.yandex.ru/images/search?lr=213&noreask=1&source=wiz&stype=image&text=apple%20park%20cupertino%20california>; <https://vc.ru/office/23893-applepark>.



Рис. 3². Кампус Bay View штаб-квартиры компании Google, Силиконовая долина, США: общие виды, интерьеры рабочих пространств, аксонометрические схемы



Рис. 4. Кампус Apple Park, Калифорния, США: А – вид сверху; Б – внутренний двор; В, Г – план и схема зонирования рабочего уровня; Д – схема поперечного разреза; Е – интерьеры рабочих помещений; Ж – рекреационные террасы; а – ресторан; б – вертикальные коммуникационные и инженерно-технические шахты; в – зоны рабочих мест; г – балконы – рекреационные проходы; д – инженерно-техническое оборудование; е – подземные паркинги

Интересный проект, сочетающий деятельность штаб-квартиры крупной компании с офисами и виртуальными исследованиями, образовательной и просветительской деятельностью, – комплекс новой штаб-квартиры российской IT-компании в Москве (рис. 5). Проект [бюро PLP Architecture (главный архитектор – Ли Полисано), с участием АПЕКС и РТДА] разрабатывался для компании «Яндекс». Объект – пример сложной, технологичной, современной архитектуры. Строительство начато, сдача в эксплуатацию планировалась в 2024 году. Участок в 4 га расположен на улице Косыгина; общая площадь здания – 262 тыс. кв. м, над землей – 12–15 этажей, под землей – 5 этажей. Для сотрудников предусмотрены столовые, кофейни, спортивные залы, бассейн, просторная терраса на крыше. Фасады облицовываются титановыми панелями светлого оттенка, часть стен и атриум будут закрыты витражным остеклением. Кровля многоуровневая сложного контура с эксплуатируемыми террасами. Ландшафтный дизайн выполнен компанией «Arteza». На территории органи-



Рис. 5. Здание штаб-квартиры российской IT-компании. Москва. Общий вид, интерьер атриума

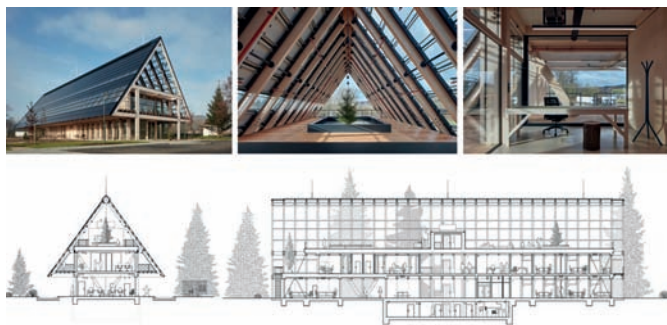


Рис. 6. Штаб-квартира компании «Kloboucká lesní». Город Брум-Бильнице. Моравия, Чехия. Общий вид, зал для презентаций, рабочие помещения; разрезы поперечный и продольный



Рис. 7. Штаб-квартира и Исследовательский центр компании Феррари. Маранелло, Италия. Фрагмент фасада, интерьер

зовано общественное пространство. Первые два надземных этажа здания отдаются под общедоступные кафе, аптеки, салоны красоты. Сквозной диагональный проход соединяет комплекс с близлежащими районами. Рядом предусмотрен городской парк площадью около 2 га.

«Проект предусматривает создание технологичного здания с современным общественным пространством, открытым для жителей района. Новая штаб-квартира станет большой образовательной площадкой с залами презентаций, учебными классами, лекторием, музеем компьютерной техники», – пообещали в компании⁴.

Штаб-квартира чешской деревообрабатывающей компании «Kloboucká lesní» построена в 2022 году в городе Брум-Бильнице (Моравия, Чехия) (рис. 6). Проект архитектурной студии «Мьольк» (Mjolk Architekti). Общая площадь компактного объекта 1100 кв. м, размеры в плане 56×18 м. Трёхэтажное здание выполнено с широким применением деревянных конструкций, визуально информирующих о профиле деятельности компании. Архитектура (в частности, фронтон, ограниченный крутыми уклонами кровли) характерна для традиционного национального деревянного зодчества. Несущая конструкция – клеёный деревянный каркас из местной ели, усиленный бетонными стойками и стальными связями. Модульное архитектурно-конструктивное решение обеспечивает гибкую трансформацию внутреннего пространства. Широкое применение местных материалов и стеклянных ограждений сотрудникам повышает комфорт рабочего процесса и открывает виды на окружающий пейзаж, одновременно демонстрируя рабочий процесс гостям. В здании располагаются помещения виртуальных и офисных работ, мастерские, рекреации; на верхнем этаже – зал для лекций, презентаций, и пр. Часть кровли – это светопрозрачные солнечные панели, производящие энергию для ведения производственного процесса и потребностей эксплуатации. Сквозь эти панели с северной стороны верхний этаж обеспечивается естественным светом. Имеется резервная аккумуляторная батарея. Ливневые стоки накапливаются в открытых прудах и используются для орошения и охлаждения в летние месяцы⁵.

Штаб-квартира и Исследовательский центр, расположенный в производственном комплексе компании «Феррари» в Маранелло (Италия), открыт в 2012 году. Проект студии Дориана и Массимилиано Фуксас Архитектс (Studio Fuksas). Авторы стремились привнести природную среду в высокотехнологичный комплекс, чтобы снять напряжение у сотрудников и создать комфортное рабочее пространство. Вода и многочисленные отражения – важные элементы проекта. Рабочие помещения располагаются на нескольких уровнях вокруг атриума с деревьями и водоёмами. Стекло и зеркальные ограждения придают некую зыбкость и виртуальную изменчивость пространству⁶ (рис. 7).

⁴ <https://redeveloper.ru/news/yandeks-pokazal-proekt-novoy-shtab-kvartiry-na-yugo-zapade-moskvy.htm>.

⁵ <https://archi.ru/world/98539/derevyannyi-treugolnik>.

⁶ <https://www.archdaily.com/245278/ferrari-operational-headquarters-and-research-centre-studio-fuksas>

«Стата-центр компьютерных и информационных наук и исследований искусственного интеллекта» (Стата-центр), открытый в 2004 году, – «инклюзивный» академический комплекс площадью около 4000 кв. м, спроектированный Фрэнком Гери для Массачусетского технологического института (MIT). Здание имеет серию небольших аудиторий и классных комнат кафедры электротехники, виртуальных исследований и компьютерных наук. Широкий главный проход вдоль здания на нижнем уровне – так называемая «Студенческая улица» – соединяет комплекс с окружением. На первом этаже расположен музей истории MIT. Несмотря на значительное количество критических отзывов в адрес этого объекта, один из главных владельцев Центра, профессор Родни Брукс из Лаборатории компьютерных наук и искусственного интеллекта, утверждал, что «Стата» – пространство, которое способствует совместным исследованиям и открытиям и воплощает в себе интеллектуальное приключение и творческий дух MIT, обеспечивая высокофункциональные и чрезвычайно приятные пространства для творческого взаимодействия»⁷ (рис. 8).

Архитектурно-дизайнерская компания «Аэдас» (Aedas Global Design) в 2021 году выиграла конкурс на разработку проекта Центра инновационных технологий в Шэньчжэне (КНР). В составе комплекса площадью 190 000 кв. м – помещения для виртуальных исследований, офисы, торговые помещения, гостиницы. Проект станет важным узлом на «Проспекте Кремниевой долины», соединяющем ключевые объекты высокотехнологичных отраслей исследований и раз-

работок Шэньчжэня. Предполагается, что в комплексе будет представлен новый тип рабочих пространств офисного типа. Многосветные атриумы – зелёные рекреации для сотрудников – особенность решения интерьеров. «Лента Мёбиуса» принята в качестве архитектурно-художественного лейтмотива комплекса главных зданий. Спиралевидные многоэтажные объёмы соединяются друг с другом, образуя запоминающийся образ, в котором находит отражение национальная китайская идиома – «цветы, цветущие богатством»⁸ (рис. 9).

По проекту архитекторов компании «Пауэрхаус» (Powerhouse Company) в 2019 году построено здание главного офиса компании «Данон» (Danone) в городе Хофддорпе (Нидерланды). Это пятиэтажное здание с чёткими членениями и прозрачными фасадами, за которыми ведутся виртуальные исследования и административно-офисная работа. На первом этаже – приёмная и ресторан. Главное рабочее пространство на верхних этажах представлено разнообразными помещениями для виртуальных работ, проведения встреч и собраний. Скруглённые углы здания смягчают чёткую геометрическую сетку. К постройке примыкает искусственный водоём. Внутри атриум – социальный центр здания, с лестницей и вертикальным садом высотой 20 м, к которому обращены балконы четырёх рабочих этажей. На ступенях главной лестницы часто проводятся неформальные рабочие встречи, презентации, лекции. Стеклопанельная крыша и прозрачный фасад наполняют пространство естественным светом (рис. 10).

Объект содержит инновационные технологические и пространственные решения для управления микроклиматом

⁷ <https://archi.ru/projects/world/3263/centr-stata-kompyuternykh-i-informacionnykh-nauk-i-issledovaniy-iskusstvennogo-intellekta>.

⁸ https://amazingarchitecture.com/futuristic/aedas-won-the-shenzhen-genzon-technology-innovation-center-project-competition?fbclid=IwAR1z2FUtwibG1EB5kBrPXsCK4gy4YfJJYQsUkvcdUu4dhjpY9DTJ4_Wd3xk.

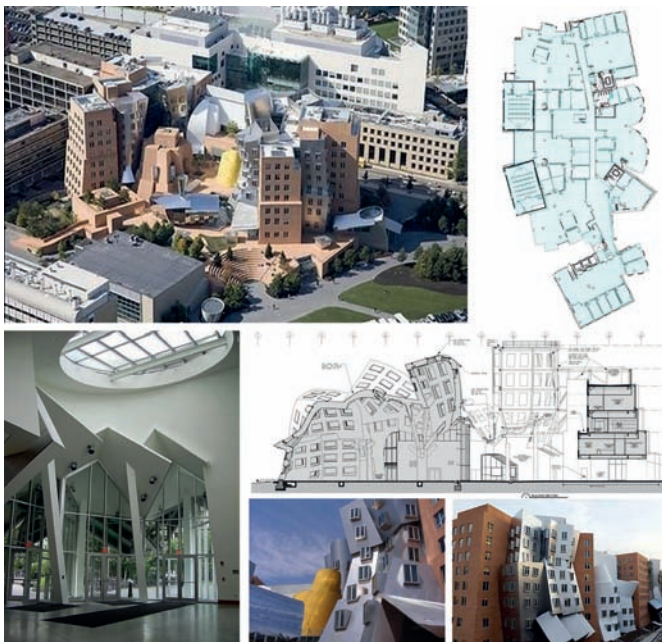


Рис. 8. Академический комплекс «Стата-центр» компьютерных и информационных наук и исследований искусственного интеллекта. Массачусетский технологический институт: общие виды, интерьер, план, разрез



Рис. 9. Проект Центра инновационных технологий. Шэньчжэнь, КНР

и освещением, что облегчает рабочий процесс. Здание устойчиво и эффективно с точки зрения экологичности и здоровья сотрудников, о чём свидетельствуют сертификаты LEED Gold и WELL Gold⁹.

Важной задачей архитекторов, проектирующих комплексы теоретических и виртуальных исследований, является преодоление целого ряда негативных аспектов, ведущих к усталости и «выгоранию» сотрудников. Это – и однообразие и унификация оборудования рабочих зон, и широкое распространение зальных пространств с большим количеством рабочих мест (так называемых «ландшафтных офисов»), и отсутствие естественного освещения...

Приведённые выше примеры демонстрируют комплекс приёмов, в совокупности являющих новое отношение к виртуальному труду XXI века и формирующих инновационный подход к проектированию.

В рамках применения широкого комплекса мер «пассивного энергодизайна», помимо всестороннего использования возможностей сохранения энергии и природных ресурсов, ширится привнесение природной среды в рабочее пространство, растёт внимание к созданию здоровых условий труда, обеспечению возможности разнообразия впечатлений, уменьшающих монотонность офисной работы.

Помимо традиционного использования модульности и унификации элементов для максимальной трансформируемости внутренней организации рабочего пространства, происходит расширение понимания его гибкости, выражающееся как в сочетании зон для групповой работы с кабинетами для сосредоточенного труда, так и в «выплеске» потенциальных

⁹ <https://top-haus.ru/architecture/glavnyi-ofis-kompanii-danone-v-niderlandah.html>.



Рис. 10. Здание главного офиса компании «Данон» (Danone). Хофддорп, Нидерланды: общий вид, фрагмент атриума с вертикальным садом, интерьеры

рабочих мест и возможности использования в этих целях иных функциональных зон: рекреаций, спортзалов, ресторанов, природного окружения.

В русле повышения инклюзивности, а также в целях расширения функционального содержания комплексы интегрируются в городское окружение, становясь высокотехнологичными информационными, просветительскими, учебными центрами. Это расширяет сферу творческой деятельности сотрудников и ведёт к повышению образовательного уровня и просвещению населения.

Видные мастера архитектуры создают объекты, направленные на успешное и эффективное ведение виртуальных исследований; объекты эти часто становятся заметными вехами в архитектурном творчестве.

Список источников

1. Griffin, Brian. Laboratory Design Guide / Brian Griffin ; 3-rd Edition. – Elsevier Architectural Press, 2005. ISBN: 0750660899. – Текст : непосредственный.

2. Дианова-Клокова, И.В. Об устойчивости архитектурных решений объектов науки и инноваций / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Текст : электронный // Системные технологии. – 2020. – № 1 (34). – С. 100–105. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42700382&> (дата обращения 16.12.2023).

3. Дианова-Клокова, И.В. Эффективность инновационной деятельности и человеческий фактор. Взгляд архитектора / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2013. – № 7. – С. 20–29.

4. Дианова-Клокова И.В. Инновационные научно-производственные комплексы / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Текст : непосредственный // Вопросы архитектурного проектирования. – Москва : УРСС (ЛЕНАНД), 2012. – 186 с.

5. Дианова-Клокова И.В. О некоторых тенденциях пространственного развития социального инжиниринга научно-инновационной деятельности / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2021. – № 3. – С. 41–49.

6. Khrustalev D.A. Changes and the principle of assessment of reading for changes in the life cycle of buildings / D.A. Khrustalev. – Текст : непосредственный // Vestnik MGSU. – 2023. – Т. 18, № 8. – С. 1201–1211.

7. 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.

8. Алам Эль Дин С.Х. Влияние принципов устойчивой архитектуры на приёмы формирования архитектуры офисного здания / Алам Эль Дин С.Х., Калинина Н.С. – Текст : непосредственный // Реабилитация жилого пространства горожанина : Материалы XIX международной научно-практической конф. им. В. Татлина. – Пенза : ПГУАС, 2023. – С. 46–50.

9. Маштаков, И.В. Сущность и виды офисных помещений как важных сегментов коммерческой недвижимости / И.В. Маштаков, О.С. Шарыгина. – Текст : непосредственный // Молодой учёный. – 2023. – № 7 (454). – С. 191–193. – URL: <https://moluch.ru/archive/454/100012/> (дата обращения: 03.08.2023).

10. Лупенцова, И.В. Объекты социальной инфраструктуры научно-производственных комплексов : Учебное пособие для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 270100 «Архитектура» / И.В. Лупенцова, О.А. Охлопкова. – Москва : МАРХИ, 2021. – 65 с. – Текст : непосредственный.

11. Шайбер, Ш. Инновации и экоустойчивые решения: основа проекта инженерных систем офисного здания / Ш. Шайбер. – Текст : электронный // АВОК. – 2021. – № 8. – С. 54–72. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47263746> (дата обращения 02.04.2023).

12. Хрусталёв, Д.А. Резервирование пространства для развития систем инженерного обеспечения научно-производственных зданий с инновационной деятельностью / Хрусталёв Д.А. – DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.063.127-128. – Текст : электронный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 5 (47), Ч. 2. – С. 127–128., URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-2-47-.pdf> (дата обращения 16.12.2023).

13. Braun, Hardo Research and Technology Buildings : A Design Manual / Braun Hardo, Gromling Dieter. – Basel, Berlin, Boston : Burkhauser, 2005. – 238 p. – Текст : непосредственный.

14. Design for Research: Principals of Laboratory Architecture by Susan Braybrooke. – New York : John Wiley & Sons Inc., 1986. – 193 p. – Текст : непосредственный.

15. Crosbie, M.J. Architecture for Science / Crosbie M.J. – Australia : The Images Publishing; Group Pty Ltd., 2006. – 208 p. – Текст : непосредственный.

16. McAdam, M. High Tech Start-Ups in University Science Park Incubators: The Relationship between the Start-Up's Lifecycle Progression and Use of the Incubator's Resources / Maura McAdam, Rodney McAdam. – Текст : непосредственный // Technovation. – 2008. – Vol. 28, Iss. 5. – P. 277–290.

17. Sustainable laboratory evaluations: Optimized fume-hood-intensive ventilation and energy efficiency without compromising occupational safety and comfort / Yueyang He, Daniel Jun Chung Hii, Nyuk Hien Wong, Thian-Guan Peck. – Текст : электронный // J. of Cleaner Production. – 2022. – Vol. 333. – P. 130147. – URL: https://www.researchgate.net/publication/357068017_Sustainable_laboratory_evaluations_Optimized_fume-hood-intensive_ventilation_and_energy_efficiency_without_compromising_occupational_safety_and_comfort (дата обращения 18.12.2023).

18. A prosumer-based sector-coupled district heating and cooling laboratory architecture / Zinsmeister D., Lickleder T., Adldinger S. [et al.]. – Текст : электронный // Smart Energy. – 2023. – Vol. 9. – P. 100095. – URL: https://www.researchgate.net/publication/369026921_A_prosumer-based

sector-coupled_district_heating_and_cooling_laboratory_architecture (дата обращения 16.12.2023).

References

1. Griffin Brian. Laboratory Design Guide. Elsevier Architectural Press, 2005. ISBN: 0 7506 6089 9 (In Engl.)

2. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A., Khrustalev D.A. Ob ustoichivosti arkhitekturnykh reshenii ob"ektov nauki i innovatsii [Sustainability of Architectural Design Solutions for Science and Innovation Objects]. In: *Sistemnye tekhnologii*, 2020, no. 1 (34), pp. 100–105. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42700382&>. ISSN 2227-5398 (Accessed 12/16/2023). (In Russ., abstr.in Engl.)

3. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A. Effektivnost' innovatsionnoi deyatel'nosti i chelovecheskii faktor. Vzglyad arkhitekтора [Innovation Effect in Human Context. The architectural Point of View]. In: *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and Construction of Russia], 2013, no. 7, pp. 20–29. (In Russ., abstr.in Engl.)

4. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A., Khrustalev D.A. Innovatsionnye nauchno-proizvodstvennyye komplekсы. Voprosy arkhitekturnogo proektirovaniya [Innovative Research and Production Complexes]. In: *Voprosy arkhitekturnogo proektirovaniya* [Issues of Architectural Design]. Moscow, URSS (LENAND) Publ., 2012, 186 p. (In Russ.)

5. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A. O nekotorykh tendentsiyakh prostranstvennogo razvitiya sotsial'nogo inzhiniringa nauchno-innovatsionnoi deyatel'nosti [On Some Trends in the Spatial Development of Social Engineering of Scientific and Innovative Activity]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2021, no. 3, pp. 41–49. (In Russ., abstr.in Engl.)

6. Khrustalev D.A. Changes and the principle of assessment of reading for changes in the life cycle of buildings. In: *Vestnik MGSU*, 2023, Vol. 18, no. 8, pp. 1201–1211. (In Engl., abstr. in Russ.)

7. Bocharov Yu.P., Frezinskaya N.R., Sergeev K.I. V prostranstve nauchnogo tsentra: usloviya truda uchennykh [In the Space of the Scientific Center: Working Conditions for Scientists]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2022, no. 1, pp. 104–114. (In Russ., abstr.in Engl.)

8. Alam El' Din S.Kh., Kalinina N.S. Vliyanie printsipov ustoichivoi arkhitekтуры na priemy formirovaniya arkhitekтуры ofisnogo zdaniya [The Influence of the Principles of Sustainable Architecture on the Methods of Forming the Architecture of an Office Building]. In: *Reabilitatsiya zhilogo prostranstva gorozhanina* [Rehabilitation of the Living Space of a City Dweller], Materials of the 19th international scientific and practical conference named after V. Tatlin. Penza, PGUAS Publ., 2023, pp. 46–50. (In Russ.)

9. Mashtakov I.V., Sharygina O.S. Sushchnost' i vidy ofisnykh pomeshchenii kak vazhnykh segmentov kommercheskoi nedvizhimosti [The Essence and Types of Office Premises as

Important Segments of Commercial Real Estate]. In: *Molodoi uchenyi [Young Scientist]*, 2023, no. 7 (454), pp. 191–193. URL: <https://moluch.ru/archive/454/100012/> (Accessed 08/03/2023). (In Russ.)

10. Lupentsova I.V., Okhlopko O.A. Ob"ekty sotsial'noi infrastruktury nauchno-proizvodstvennykh kompleksov [Social Infrastructure Objects of Scientific and Production Complexes]. Moscow, MARKhI Publ., 2021, 65 p. (In Russ.)

11. Shaiber Sh. Innovatsii i ekoustoichivye resheniya: osnova proekta inzhenernykh sistem ofisnogo zdaniya [Innovations and Environmentally Sustainable Solutions: the Basis of the dEsign of Engineering Systems for an Office Building]. In: *AVOK*, 2021, no. 8, pp. 54–72. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47263746> (Accessed 04/02/2023) Aprelya 2023]. (In Russ., abstr.in Engl.)

12. Khrustalev D.A. Rezervirovanie prostranstva dlya razvitiya sistem inzhenernogo obespecheniya nauchno-proizvodstvennykh zdanii s innovatsionnoi deyatelnost'yu [Space Reservation for Engineering Systems Flexibility in Research-and-Development Buildings]. In: *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal [International Research Journal]*, 2016, no. 5 (47), Part 2, pp. 127–128. URL: <http://research-journal.org/wp-content/uploads/2011/10/5-2-47-.pdf>. ISSN 2303-9868 (Accessed 12/16/2023). DOI: 10.18454/IRJ.2016.47.063.127-128. (In Russ., abstr.in Engl.)

13. Braun Hardo, Gromling Dieter. Research and Technology Buildings. A Design Manual. Basel, Berlin, Boston, Burkhauser, 2005. (In Engl.)

14. Design for Research: Principals of Laboratory Architecture by Susan Braybrooke. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1986, 193 p. (In Engl.)

15. Crosbie M. J. Architecture for Science. Australia, The Images Publishing; Group Pty Ltd., 2006, 208 p. (In Engl.)

16. McAdam Maura, McAdam Rodney. High Tech Start-Ups in University Science Park Incubators: the Relationship between the Start-Up's Lifecycle Progression and Use of the Incubator's Resources. In: *Technovation*, 2008, Vol. 28, Iss. 5, pp. 277–290. (In Engl.)

17. Yueyang He, Daniel Jun Chung Hii, Nyuk Hien Wong, Thian-Guan Peck. Sustainable Laboratory Evaluations: Optimized Fume-Hood-Intensive Ventilation and Energy Efficiency without Compromising Occupational Safety and Comfort. In: *J. of Cleaner Production*, 2022, Vol. 333, p. 130147. URL: https://www.researchgate.net/publication/357068017_Sustainable_laboratory_evaluations_Optimized_fume-hood-intensive_ventilation_and_energy_efficiency_without_compromising_occupational_safety_and_comfort (Accessed 12/18/2023). (In Engl.)

18. Zinsmeister D., Lickleder T., Addinger S. et al. A prosumer-Based Sector-Coupled District Heating and Cooling Laboratory Architecture. In: *Smart Energy*, 2023, Vol. 9, P. 100095. URL: https://www.researchgate.net/publication/369026921_A_prosumer-based_sector-coupled_district_heating_and_cooling_laboratory_architecture (Accessed 12/16/2023). (In Engl.)