

Academia. Архитектура и строительство, № 3, стр. 97–108.

Academia. Architecture and Construction, no. 3, pp. 97–108.

Исследования и теория

Научная статья

УДК 727

DOI: 10.22337/2077-9038-2023-3-97-108

Об особенностях формирования комфортной среды для научных исследований

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

Аннотация. Сложные условия работы учёных требуют разнообразных и часто неординарных приёмов создания комфортной среды для ведения научных исследований.

Для этого необходимо решение следующих задач:

- организация атмосферы спокойствия и тишины для исследований путём рационального размещения и различных планировочных приёмов организации пространства;
- всемерное развитие возможностей для социального и научно-информационного взаимодействия путём создания системы пространств, которые облегчают коммуникации и общение;
- обеспечение безопасности сотрудников с использованием широкого спектра защитных мероприятий, среди которых основные – защита расстоянием (зонирование) и конструктивная защита;
- обеспечение высокой степени трансформируемости и возможностей модернизации путём резервирования – пространственного, конструктивного, инженерного; соответствующей планировки площадей; модульной организации всех элементов рабочего поля.

Комплексный подход и взаимосвязь применяемых архитекторами мер способствуют созданию комфортных условий, улучшению социального и творческого климата, повышают производительность труда.

Ключевые слова: объекты науки и инноваций, социально-информационный комфорт, безопасность, модернизация

Для цитирования. Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А. Об особенностях формирования комфортной среды для научных исследований // Academia. Архитектура и строительство. – 2023. – № 3. – С. 97–108. – DOI: 10.22337/2077-9038-2023-3-97-108.

On the Peculiarities of the Formation of a Comfortable Environment for Scientific Research

Dianova-Klokova 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

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

Abstract. The difficult working conditions of scientists require diverse and often extraordinary methods of creating a comfortable environment for conducting scientific research.

This requires solving the following tasks:

- organization of an atmosphere of calm and silence for research through rational placement and various planning techniques of space organization;
- comprehensive development of opportunities for social and scientific-informational interaction by creating a system of spaces that facilitate communication and communication;
- ensuring the safety of employees using a wide range of protective measures, among which the main ones are distance protection (zoning) and structural protection;
- ensuring a high degree of transformability and possibilities of modernization of reservation methods – spatial, constructive, engineering; appropriate layout of areas; modular organization of all elements of the working field. An integrated approach and the interconnection of the measures applied by architects contribute to the creation of comfortable conditions, improve the social and creative climate, and increase labor productivity.

Keywords: buildings for science and innovation research, social and information comfort, security, modernization

For citation. Dianova-Klokoва I.V., Metanyev D.A. On the Peculiarities of the Formation of a Comfortable Environment for Scientific Research. In: *Academia. Architecture and Construction*, 2023, no. 3, pp. 97–108, doi: 10.22337/2077-9038-2023-3-97-108.

Особенности формирования среды естественно определяются характером самой научной деятельности. Здесь работают высококвалифицированные, креативные люди, напряжённая научная и творческая деятельность которых протекает в условиях острой конкуренции и требует преодоления значительных социально-психологических барьеров. Должны быть созданы комфортные условия труда и отдыха, способствующие возникновению новых идей, условия для обеспечения необходимой информацией, для обучения и повышения квалификации, организации неформальных контактов и коммуникаций.

Особые требования к комфорту среды определяются сложностью и разнообразием:

- требований к организации информационного и социального обслуживания научной деятельности;
- источников опасности и мер защиты;
- размеров пространства и его архитектурных решений;
- инженерно-технического обеспечения работ;
- требований к достаточно частой модернизации и трансформации рабочего процесса и его площадей, а также соответствующего технического обеспечения и оборудования.

Разнообразие условий и сложности ведения научной деятельности влекут за собой разнообразие решений, затрудняют их регламентацию и стандартизацию.

Задача архитектора – действовать в соответствии с требованиями заказчика, однако предусматривать возможные в будущем пространственные изменения, обусловленные изменениями процесса и социальными трансформациями. Настоящая статья имеет целью способствовать решению этих неординарных задач.

Издавна общество сознавало высокую цивилизационную роль научных исследований. Пространство, предназначенное для научной деятельности, всегда относилось к разряду элитного. Архитектура научных комплексов отличалась высоким качеством и индивидуальностью решений, знаковой и репрезентативностью образа. На протяжении веков наука

принимала участие в формировании архитектурных ансамблей, а объекты науки проявляли способность доминировать в застройке городских площадей и районов [1].

Отношение к науке отражалось в соответствующих постройках. Их достоинства и по сей день способствуют повышению социальной значимости научной деятельности, просвещению и популяризации её достижений. И исследователи, и инвесторы соотносят привлекательность своих компаний с архитектурными достоинствами зданий. Важно то, что создание высоких архитектурных качеств, отражающих запоминающийся образ, повышают у сотрудников чувство причастности к научному сообществу [2; 3].

По словам архитектора Фрэнка Ллойда Райта, сказанным о лабораторном здании компании «Джонсон и сын» (рис. 1), нет «ничего невыгодного в том, чтобы улучшить условия для работников – ведь при этом возрастает производительность труда. Если вы сделаете так, что люди будут гордиться своим

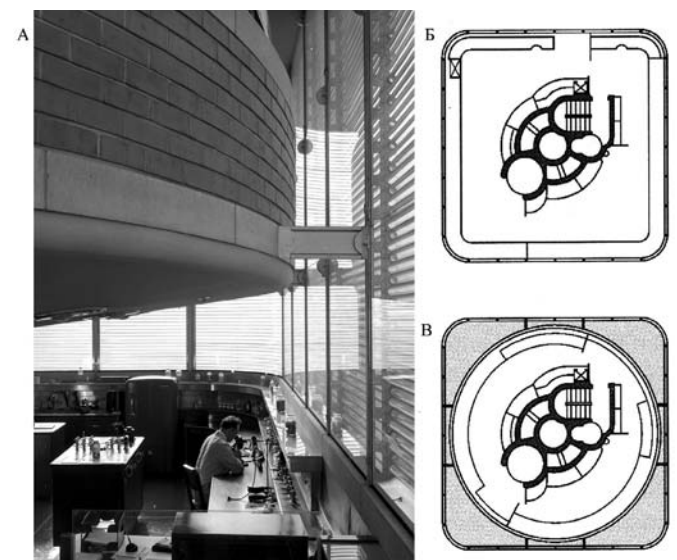


Рис. 1. Лабораторное здание компании «Джонсон и сын». Город Расин, США (источник [4])

окружением и будут чувствовать в нём себя хорошо, если их окружение будет выражать их достоинство и гордость, то всё это будет только на пользу результатам их труда... Сотрудникам нравилось находиться в этом здании, приходиться на работу раньше и наслаждаться его видом – они сами стали привлекательной чертой этого интересного и воодушевляющего окружения. И это оказалось прибыльным. Это "окупились"» [4].

Также издавна сильна тенденция (особенно важная в настоящее время) к созданию среды спокойствия и тишины для ведения научных исследований. Это достигается, в частности, путём размещения объектов в составе озеленённых кампусов и научных зон, удалённых от неприятностей шумного города и его магистралей, расположения в глубине участков, с организацией зелёных барьеров для обеспечения зон покоя, релаксации, спорта (рис. 2 а).

¹ Все иллюстрации, кроме особо оговорённых, взяты из открытого доступа сети Интернет

Этим же стремлением вызвано создание научных центров вне крупных городов. Первым из них в СССР был Новосибирский академгородок, позднее: подмосковные города – научные центры (рис. 2 б).

Для объектов науки очень важно природное окружение, желательна размещение вблизи зелёных массивов, парков, рекреационных зон, достопримечательностей. Зелёное строительство, внесение элементов ландшафтной архитектуры в интерьер и на прилегающие территории – активный формирующий среду фактор. В условиях мегаполиса недостаток природного ландшафта может быть восполнен устройством искусственных водоемов и озеленённых поверхностей – стен, кровель, откосов, террас (рис. 3).

Можно сказать, что архитектура высокоэффективного научного комплекса в какой-то мере должна быть «обращена внутрь», направлена на создание оптимальных условий для творчества.

Важнейший фактор плодотворного ведения научной работы – социальное общение и взаимодействие. Большинство



а)



б)

Рис. 2¹. Создание среды спокойствия и тишины при размещении научных объектов: а) кампус «Корнелл тек» (Cornell Tec) на острове Рузвельта в Нью-Йорке [фирма SOM (SOM – Skidmore, Owings & Merrill)]; б) Новосибирский академгородок СО РАН



а)



б)

Рис. 3. Пример ландшафтной организации участка в мегаполисе. Деловой парк, Чизвик. Лондон. Архитектор Р. Роджерс. Плотность застройки (14–15 тыс. кв. м/га) позволила организовать на ограниченном участке обширную рекреационную зону с водоёмом: а) комплекс Делового парка в окружающей городской застройке (источник [11, с. 129]); б) рекреационная зона – вид с высоты птичьего полета

инновационных научных идей сегодня рождается из общения между коллегами-исследователями.

Важно всемерное развитие общественных пространств, назначение которых обеспечивает создание комфортных условий труда, отдыха и общения, организацию неформальных контактов и коммуникаций, способствует возникновению новых творческих идей, обеспечивает учёных необходимой информацией, позволяет проводить обучение и повышение квалификации сотрудников.

По мнению архитектора Гюнтера Хенна, «в архитектуре для научных и инновационно-технологических целей... необходимо создание сетей... линий перемещения, которые облегчают коммуникации и общение. Этот вид архитектуры толкает людей к совместному творчеству» [6].

В составе комплекса проектируется развитая сеть пространств различного уровня и масштаба для контактов сотрудников как на международном уровне, так и для личных неформальных встреч учёных.

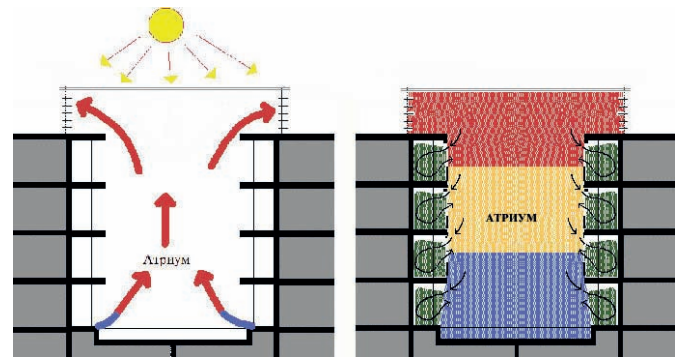
Высока значимость зон общения, отдыха, спорта – пешеходных галерей, залов конференций, семинаров, выставок, спортивных зон.

Излюбленным архитектурным приёмом создания крупного общественного пространства являются атриумы, существенно обогащающие внутреннее пространство здания. Являясь привлекательным и перспективным элементом пассивного эко- и энергодизайна, они позволяют обеспечить комфортную среду внутри здания, способствуют повышению производительности труда, неформальным творческим контактам и сплочению сотрудников. Здесь создаются прекрасные возможности для общения, на самочувствие и работу персонала положительно влияют естественное освещение, свежий воздух, благоприят-

ный шумовой режим, наличие естественной зелени, хорошие видовые перспективы (рис. 4, 5).

«Что нужно для оптимального ведения научных исследований? ...Необходимо социальное взаимодействие рабочих коллективов. Социальная структура коллектива может ускорять или тормозить его творческую потенцию и энтузиазм... Это также живительно, как и создание атмосферы открытости и доверия. Хороший проект научного здания изначально включает в свою концепцию безопасность процесса... Здание должно предоставлять атмосферу доверия, тепла и безопасности скорее, нежели игнорирующую человеческий масштаб монументальность» [8].

Важнейшим условием комфорта является обеспечение безопасности сотрудников и защита окружающей среды.



а) естественное освещение и вентиляция, использование возможностей конвекции в пространстве атриума; б) освещение, охлаждение и обеспечение свежим воздухом примыкающих к атриуму рабочих помещений (источник: [7, с. 146])



а) атриум-лестница в здании Научно-образовательного центра Питера Купера, Нью Йорк. Архитектурная студия «Морфозис» (Morphosis Architects); б) штаб-квартира машиностроительной компании «Альстом». Сент-Уэн-сюр-Сен, Франция. Фото авторов статьи

Среди источников опасности в научно-инновационном процессе можно назвать следующие [9]:

- механические (транспорт, оборудование, высокое/низкое давление, шум, вибрации);
- излучение (ионизация, ультрафиолетовое, инфракрасное, лазерное, радиационное, электромагнитное, сверхнизкие волны);
- пожар и взрыв (пожароопасные, взрывоопасные вещества и процессы);
- температура (сверхвысокая, сверхнизкая);
- горячие процессы – плавка, резка и пр.;

- высокое электрическое напряжение, работа на постоянно включённом электрическом оборудовании, статическое электричество;
- биологические источники (биоматериалы, аллергены, отравляющие вещества, генотоксины, зоологические запахи, опыты над мелкими/крупными животными, исследования человека);
- химические источники (канцерогены, вещества, раздражающие кожные покровы, вызывающие коррозию, яды и отравляющие вещества, производство/работа с газами, паром, смесями, дымом, пылящими и сильно пахнущими веществами).

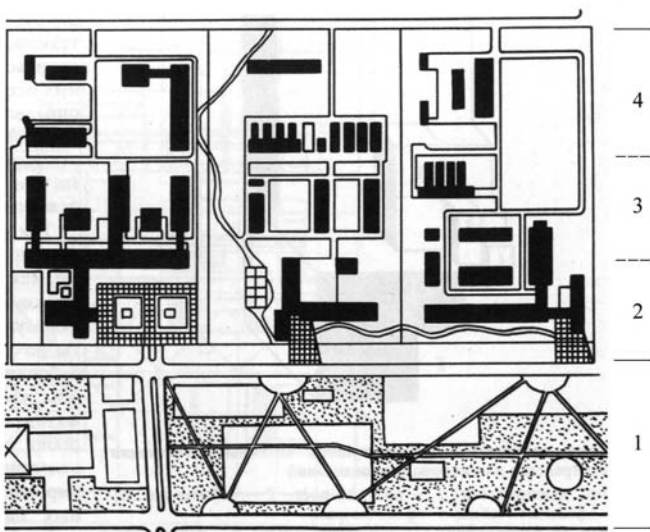
Также свою немаловажную роль играет человеческий фактор (условия ручного труда, резка, возможность скольжения, падения, зрительная фиксация – над микроскопом и пр., повторяющиеся операции, работа в одиночестве, сверхурочная работа, обслуживание посетителей).

Проект научного объекта включает комплексное решение вопросов безопасности, сочетающее различные защитные мероприятия – пространственные, конструктивные, технические. Среди приёмов, используемых архитектором, двумя основными способами защитных мероприятий являются:

- защита расстоянием, зонирование – группировка и взаимная пространственная изоляция по степени опасности (рис. 6);
- конструктивная защита – применение различного рода изолирующих ограждений (оболочек, боксов, кабин, вытяжных шкафов, в том числе – для защиты экспериментатора от вредных воздействий процесса) (рис. 7).

Зонирование в комплексе производится как на уровне решения генерального плана, так и отдельного здания (расположение и габариты зданий и помещений, рабочих мест, проходов, аварийных выходов) [7].

Например, помещения для теоретических работ в комплексе обычно размещаются различными способами:

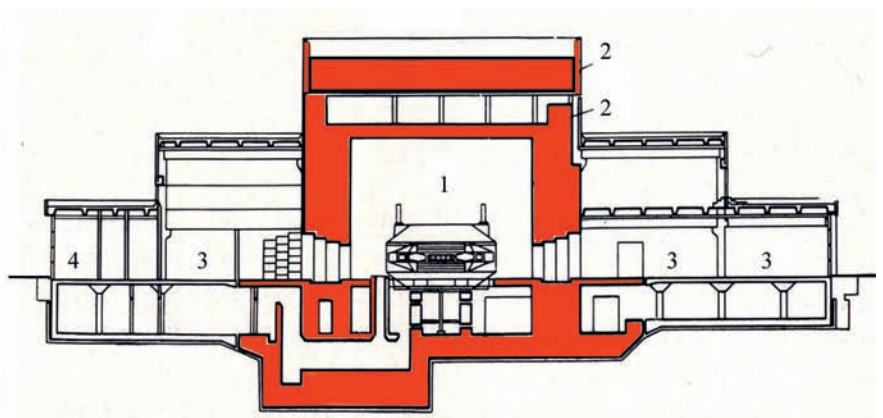


1 – зелёная защитная зона; 2 – зона блоков общего назначения, общелабораторных корпусов; 3 – зона спецлабораторий, опытных установок, 4 – зона вредных производств и хранения опасных веществ

Рис. 6. Зонирование застройки научной зоны как способ защиты от вредных воздействий. Фрагмент научной зоны Пушино под Москвой (источник [10, с. 43])



а)



1 – зона эксперимента; 2 – защитные конструкции, 3 – специальные лаборатории, 4 – лаборатории общего типа и кабинеты

б)

Рис. 7. Примеры конструктивно-технологической защиты от вредных воздействий: а) остекление вытяжного шкафа (источник: [11, с. 195]); б) монолитная железобетонная оболочка (источник: [12, с. 63])

– непосредственно примыкая к экспериментальному оборудованию в помещении лаборатории (за исключением зон с опасными экспериментами);

– в выгороженном отсеке внутри общего лабораторного пространства в достаточной близости от мест проведения эксперимента;

– вне лабораторного пространства, через разделяющий коридор (этот тип размещения предпочтителен в случаях ведения опасных экспериментов и в целях повышения энергоэкономичности здания) [9].

Важно сочетать в объекте зоны ограниченного доступа и зоны, открытые для широкого круга посетителей. Охрана интеллектуальной собственности («ноу-хау»), персональной собственности и безопасности, защита в чрезвычайных ситуациях – предполагают обеспечение комплекса организационных мер, а также создание объектов и зон недоступности для посторонних, автономных входов и отсеков; сведение к минимуму пространств, где посторонний человек может спрятаться.

Чтобы избежать опасного взаимного воздействия посетителей и лабораторных процессов, последние часто размещаются в изолированных зонах, недоступных для посетителей. Этим целям служит также создание изолированной галереи, предназначенной для внешнего наблюдения за происходящим внутри лаборатории и используемой в целях обучения, информации и рекламы, при этом непосредственный доступ зрителей в лабораторию закрыт.

В многоэтажных зданиях лабораторий устройство вертикальных инженерных шахт усложняет задачу проектировщика в части обеспечения безопасности. По противопожарным требованиям вертикальные шахты должны иметь промежуточные диафрагмы, препятствующие распространению огня. Поэтажные распределительные газопроводы, выходящие из вертикальных шахт, из-за возможности создания в коробах взрывоопасных смесей делаются открытыми, а их крепление должно обеспечивать возможность удобной эксплуатации и опознавания.

Во избежание перекрёстного загрязнения среды и для обеспечения необходимого обеззараживания в многоэтажном здании обычно предусматривается децентрализованное кондиционирование, организованное поэтажно, на части этажа, в отдельной лаборатории. Места соединения подводящих трубопроводов (газы, жидкости) и труб канализации предусматриваются так, чтобы они могли быть легко идентифицированы, обслуживаемы, а в экстренных случаях повреждённые зоны – быстро обнаружены и отключены.

Таким образом достигается надёжный контроль безопасности, предотвращение возможных опасностей и снижение неизбежных рисков, связанных с характером работ.

Научная деятельность характеризуется быстрой сменой направления и тематики исследований, инструментария, состава рабочих коллективов. Сроки обновления технологий и оборудования процессов коротки (обычно не более двух-трёх лет).

Возникает необходимость частой трансформации рабочего пространства, модернизации его инженерного оборудования и обеспечения.

Трансформируемость и способность к модернизации обеспечивается:

– созданием резервов,

– способами планировочной организации пространства, расположением коммуникаций,

– модульностью организации рабочего поля.

Важная особенность комфортной среды – требование участников научного процесса к тому, чтобы трансформация пространственных параметров рабочих зон не была помехой рабочему процессу.

К числу резервов, обеспечивающих подвижность и многовекторность развития научного процесса, относятся архитектурные, конструктивные, инженерные...

Резервы пространства изначально присутствуют в проектах научных комплексов. Отводимые участки, как правило, имеют некоторые территории для возможности перспективного расширения; предусматриваются достаточные габариты помещений (высота, площадь), удобная планировка.

В период активного строительства объектов науки в нашей стране максимальная общая площадь зданий НИИ на одного штатного сотрудника определялась в 30 кв. м (для естественных и технических наук) и в 20 кв. м (для общественных наук). Высота этажа лабораторного здания для теоретических работ принималась не менее 3,3 м; для лабораторий общенаучного типа – 3,6 м. Высоты лабораторных помещений – в чистоте не менее 3 м. Ширина коридора не менее 2 м¹.

Конструктивные резервы также предусматривались, в частности, в показателях полезных нагрузок на 1 кв. м перекрытия (принимались обычно от 400 до 1000 кг).

Уровень освещённости рабочей поверхности – не менее 500 люкс.

Инженерные резервы определялись возможностью изменения подаваемых по коммуникациям ингредиентов – как их объёма, так и количества и состава. Резервы предусматривались в части воздухообмена, приточной и вытяжной вентиляции, водопотребления и др.

Организация инженерных систем и связанных с ними технических пространств должна удовлетворять меняющимся требованиям исследований. Важно, чтобы расположение коммуникаций – инженерных, лифтов и лестниц – не препятствовало трансформации и модернизации. Использование свободного от коммуникаций пространства предоставляет возможность изменений.

Важно расположение инженерных коммуникаций по отношению к площадям рабочего назначения (внутри или вне

¹ Инструкция по проектированию зданий научно-исследовательских учреждений СН 495-77. – Москва : Стройиздат, 1978 (<https://ohranatruda.ru/upload/iblock/933/4293841628.pdf>); СН-НИИ-68. Указания по проектированию научно-исследовательских институтов и лабораторий. – Москва, 1968 (<https://ohranatruda.ru/upload/iblock/3f4/4293784615.pdf>).

них), подключение коммуникаций к технологическому оборудованию (в любом месте или в заранее определённых местах).

Для резервирования, позволяющего организацию дополнительных прокладок инженерных коммуникаций, существуют несколько основных приёмов проектирования.

Все коммуникации могут располагаться близ наружного ограждения – как снаружи, так и внутри здания.

Инженерно-техническая зона часто организуется в составе наружного технического пространства, где может совмещаться с устройством «котлоенных» и вентилируемых

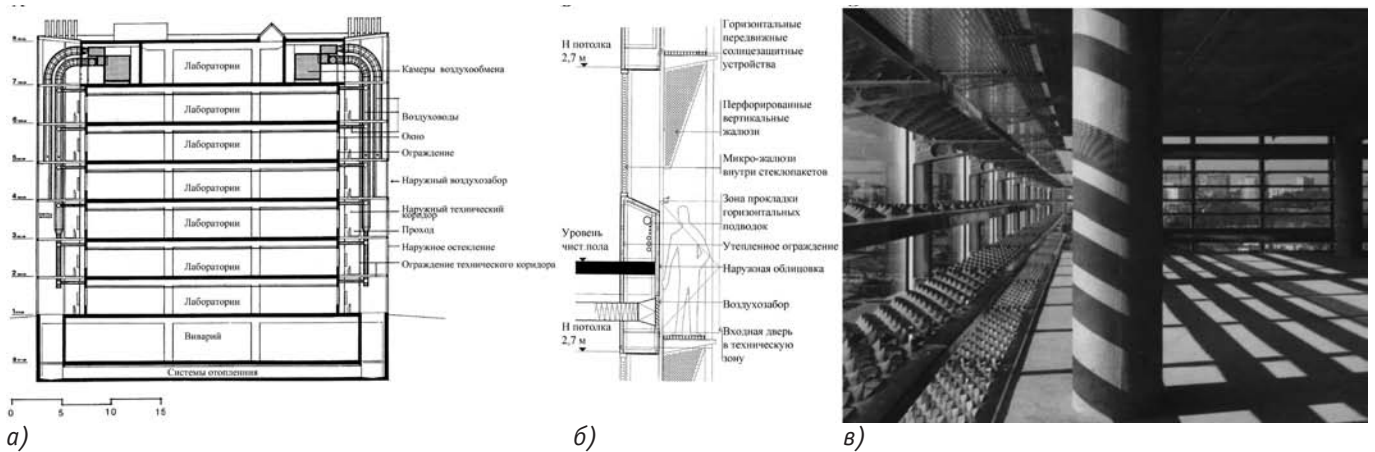
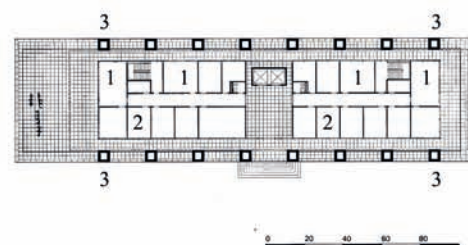
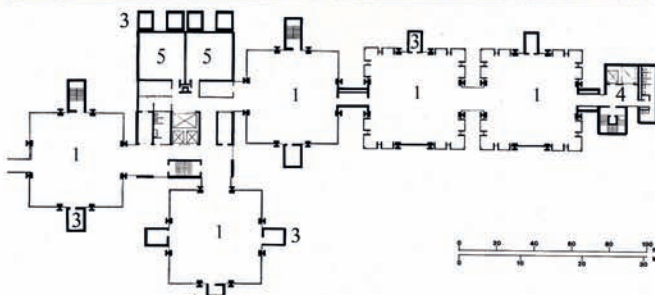


Рис. 8. Варианты расположения инженерно-технических коммуникаций. Снаружи: а) здание биомедицинских исследований. Австралийский технологический парк. Сидней. Архитектурная студия TGP (источник [9, с. 198]); б) здание биомедицинских исследований. Университет Альберты. Архитектор Вулфенден Гамильтон Браун (Woolfenden Hamilton Brown) (источник [9, с. 239]). Внутри: в) индустриальный отель «Берлие». Париж, 13 округ. Архитектор Доменик Перро (источник [11, с. 329])

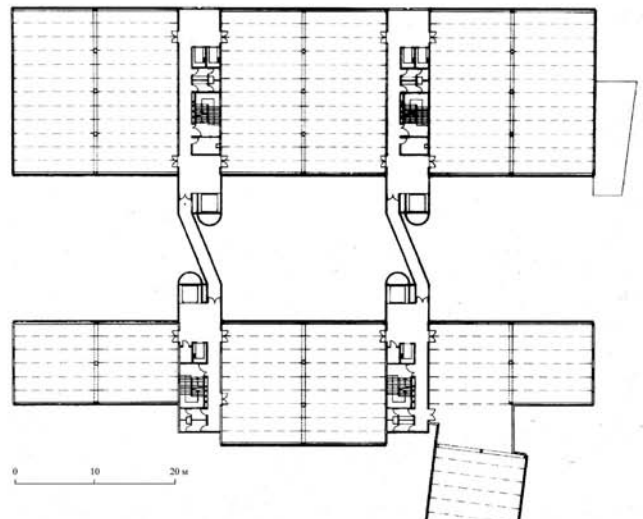


1 – лаборатории, 2 – кабинеты, 3 – инженерные шахты; 4 – лифты, лестницы; 5 – виварии

Рис. 9. Примеры освобождения рабочего поля путём размещения коммуникаций в наружных вертикальных шахтах: а) комплекс медико-биологических лабораторий Ричардса Университета Пенсильвании. Архитектор Луис Кан. США; б) Центр исследований в области здравоохранения и эпидемиологии Йельского университета Пирсон-Сэйдж. Архитектор Филип Джонсон Нью-Хейвен, штат Коннектикут, США (источники: [14; 15; 16])

фасадов для улучшения изоляции здания от внешних условий. Этот способ распространён преимущественно в относительно мягком климате. При этом достигается возможность перекладки и трансформации сетей одновременно с проведением научных исследований, экономия средств и удобство обслуживания и эксплуатации. Трубопроводы крепятся с внешней стороны к наружной стене лаборатории; солнцезащитные устройства – к стойкам, поддерживающим наружное светопрозрачное ограждение (рис.

8 а, б) Например, в здании лаборатории биомедицинских исследований в области наследственности в Университете Альберты (Канада) все инженерные коммуникации размещены снаружи, на северном и южном фасадах, в двух технических пространствах [9]. Трансформация сетей может производиться без нарушения рабочего процесса. Вентиляция технических пространств отделена от вентиляции здания, что позволяет поддерживать в них температуру от +10 до +35 °С. Северное и южное расположение



а) б)
Рис. 10. Примеры группировки коммуникаций во внутренних ядрах здания: а) индустриальный отель «Берлие». Париж. Архитектор Доменик Перро (источники: [11, с. 329; 27]); б) научно-производственный отель «Метрополь 19». Париж. Архитекторы Жан-Поль Вигер и Жан-Франсуа Жодри (источники: [11, с. 330; 28])

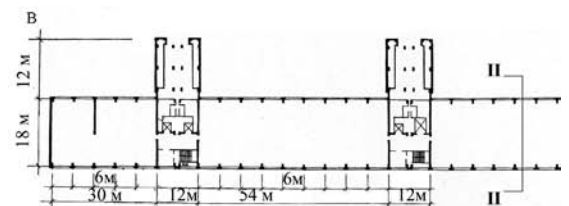
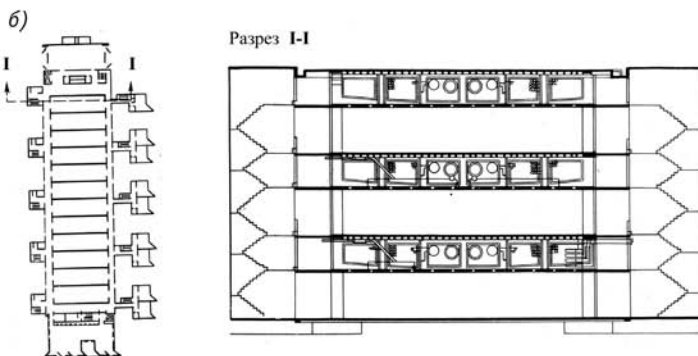
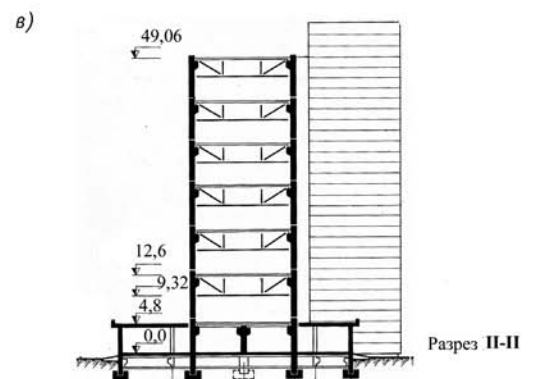


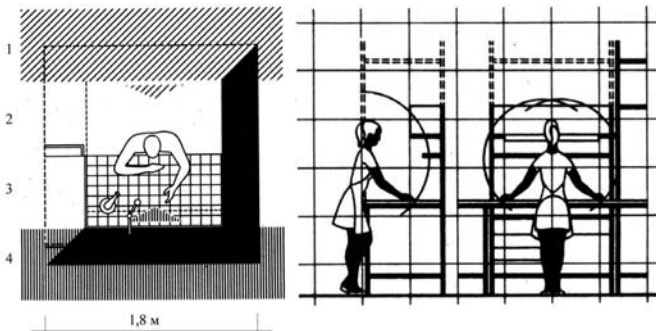
Рис. 11. Примеры расположения коммуникаций в технических этажах: а) одноуровневая лаборатория ATEW Corporation Laboratories. Архитектор Брайан Гриффин. Австралийский Технопарк, Фишвик (Fyshwick); (источник [9, с. 181–184]); б) Институт Солка, лабораторный корпус. Архитектор Луис Кан. Ла-Джолла, штат Калифорния, США (источник [16, с. 101]); в) Лабораторный корпус Института космических исследований. Архитекторы Ю. Платонов, М. Марковский и др. Москва (источник [20, с. 48–50])

технических пространств позволяет использовать приёмы пассивного накопления солнечной энергии в летнее время, что снижает теплопотребление зимой.

Внутри рабочих помещений инженерные коммуникации могут быть организованы открытым способом на кронштейнах, прикреплённых к импостам наружного остекления. На таких же кронштейнах могут крепиться солнцезащитные устройства. Кронштейны в таком случае распределены по вертикали по всей высоте рабочих помещений (рис. 8 в).

Радикальный приём освобождения рабочего поля от инженерного обеспечения – вертикальные коммуникационные шахты, примыкающие снаружи к фасадам здания. Освобождаемое таким образом рабочее пространство позволяет гибкую перепланировку, а наружные инженерно-коммуникационные шахты образуют мощный рельеф стен (рис. 9).

Возможна группировка коммуникаций в компактном ядре (одном или нескольких) внутри здания при сохранении открытого рабочего пространства. Несколько компактных коммуникационных ядер часто входят в состав центральной обслуживающей зоны здания. В этих случаях планировка рабочих этажей позволяет любую трансформацию, зафиксировано лишь положение вертикальных коммуникационных шахт, технических и вспомогательных помещений (см. рис. 1 б, в; рис. 10).



1 – общие коммуникации, 2 – экспериментатор, 3 – рабочий стол (прибор), 4 – инженерно-технологические коммуникации

Рис. 12. Схема установленной на основе антропометрических и эргонометрических данных первичной пространственной модульной единицы: (источник [17])

Инженерные коммуникации могут быть сосредоточены в технических коридорах; верхних и/или нижних технических этажах. В этих случаях возможно достижение высокой степени трансформируемости рабочего пространства.

Одноуровневая лаборатория с верхним и нижним техническими этажами – наиболее гибкое решение с точки зрения организации инженерных подводок. Подача и отвод сред может производиться с нижнего уровня прямо к рабочим местам, верхнее техническое пространство облегчает вентиляцию и кондиционирование, отвод воздуха и газов.

Безопорные помещения больших габаритов иногда проектируются и в многоэтажных зданиях, где рабочие этажи перемежаются техническими, ферменными [16]. Так решён Институт космических исследований в Москве, где гибкая планировка этажа 18-метровой ширины практически ничем не ограничена [20, с. 48–50] (рис. 11).

Применение модульного метода проектирования облегчает модернизацию рабочего процесса при минимальных его нарушениях. Общепринятым способом является принятие единого модуля для элементов рабочего оборудования.

В качестве первичного модуля принято понятие «рабочий пост» [17]. Установленная на основе антропометрических и эргонометрических данных первичная пространственная единица – рабочий пост (1,8×1,8 м) – функциональный и планировочный модуль (рис. 12). Рабочий пост включает в себя пространство для учёного-экспериментатора и его рабочего стола и примыкающей к нему коммуникационной панели и также локальных коммуникаций – общих и инженерно-технологических.

Из технологически специализированных постов набираются более крупные многофункциональные единицы – рабочие места, из них – рабочие ячейки, различные по составу, габаритам и конфигурации. Смена элементов оборудования рабочего места может вестись без помехи работе сотрудников соседних зон.

При этом чрезвычайно важна вариабельность и возможность модернизации инженерно-технологического обеспечения и оборудования. Инженерные коммуникации, не привязанные к строительным конструкциям, закрепляются в структуре оборудования [9; 18] (рис. 13).



Рис. 13. Поэлементная комплектация модульного установочного лабораторного оборудования: панель коммуникационная (а), + добавлен стол лабораторный передвижной (б), + добавлена полка-стеллаж (в); (источник: [9, с. 136–137, plate 14,15,16])

Обусловленная модульными размерами возможность поэлементной модернизации оборудования может рассматриваться как один из критериев пространственного комфорта рабочей среды.

* * *

Основанием для разработки приёмов создания комфортной среды в научных объектах послужили три основных положения, определяющие комфортные условия:

- 1) социально-информационные;
- 2) безопасности;
- 3) трансформации и модернизации.

Рекомендации составленные на базе этих трёх положений, прошли апробацию в процессе создания и эксплуатации многочисленных научных учреждений и комплексов во всём мире.

В последние десятилетия стремительное развитие информационных технологий вносит серьёзные коррективы в способы ведения исследований и, соответственно, – в требования к процессу и пространству.

Однако мы надеемся, что рекомендации, создаваемые на основе названных положений, будут иметь силу и в дальнейшем.

Список источников

1. Бочаров, Ю.П. Наука в пространстве Москвы. Истоки развития / Ю.П. Бочаров, Н.Р. Фрезинская, К.И. Сергеев. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – № 4. – С. 80–90.
2. 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.
3. Дианова-Клокова, И.В. Об архитектурных решениях научных и инновационных объектов / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2021. – № 1. – С. 64–73.
4. Wright Frank Lloyd. – Nurnberg : Benedikt Taschen, 1994. – 96 S. – Текст : непосредственный.
5. Метаньев, Д.А. Модульная координация элементов и регулирование застройки / Д.А. Метаньев, Ю.П. Платонов, А.И. Томский. – Текст : непосредственный // Научный центр. Модели развития. НИЦ, НИИ, НИЛ. – Москва : Наука, 1977. – С. 30–42.
6. Henn, G. Research Today / G. Henn. – Текст : непосредственный // Braun, H. Research and Technology Buildings : A Design Manual / Braun Hardo, Gromling Dieter. – Basel, Berlin, Boston : Burkhauser, 2005. – 235 p. – P. 12–13.
7. Дианова-Клокова, И.В. Инновационные научно-производственные комплексы. Вопросы архитектурного проектирования / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Москва : УРСС, 2012. – 186 с. – Текст : непосредственный.
8. Paabo, Svante. What is Research? / Paabo Svante. – Текст : непосредственный // Braun, H. Research and Technology Buildings : A Design Manual / Braun Hardo, Gromling Dieter. – Basel; Berlin ; Boston : Burkhauser, 2005. – 235 p. – P. 10–11.
9. Griffin, Brian. Laboratory Design Guide / Griffin Brian. – Elsevier Architectural Press, 2005. – 346 p. – Текст : непосредственный.
10. Сергеев, К.И. Планировка научных зон / К.И. Сергеев. – Текст : непосредственный // Научно-исследовательские центры, институты, лаборатории. Исследования, проектирование, строительство. НИЦ, НИИ, НИЛ. – 1970. – Вып. 1. – С. 40–44.
11. Дианова-Клокова, И.В. Архитектурные решения инновационных научно-производственных комплексов : Обзор мировой практики / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Москва : URSS, 2012. – 365 с. – Текст : непосредственный.
12. Зайцев, Л.Н. Пространственные решения защиты ускорителей / Л.Н. Зайцев, А.Я. Штивельман. – Текст : непосредственный // Научно-исследовательские центры, институты, лаборатории. Исследования, проектирование, строительство. НИЦ, НИИ, НИЛ. – 1970. – Вып. 1. – С. 62–73.
13. Хрусталёв Д.А. Инновационные комплексы Великобритании: научные, технологические, деловые парки / Д.А. Хрусталёв. – Текст : непосредственный // Зарубежный и отечественный опыт в строительстве : Экспресс – информация. – Москва : ВНИИТПИ, 2010. – № 1. – С. 113–129.
14. Johnson, Ph. Architecture 1949–1965 / Ph. Johnson. – New-York ; Chicago ; S.-Francisco, 1966. – 116 p. – Текст : непосредственный.
15. Guirgola, R. Louis I. Kahn / R. Guirgola, J. Mehta. – Boulder : Colorado Westview Press, 1975 – 252 p. – Текст : непосредственный.
16. Пространственные решения систем инженерно-технических коммуникаций в лабораторных зданиях / Д.А. Метаньев, Ю.П. Платонов, М.М. Рачек, М.Ф. Суслин. – Текст : непосредственный // Научно-исследовательские центры, институты, лаборатории. Исследования, проектирование, строительство. НИЦ, НИИ, НИЛ. – 1970. – Вып. 1. – С. 94–103
17. Метаньев, Д.А. Кардинальная задача современной архитектуры и ее возможное решение / Д.А. Метаньев, А.И. Томский, С.И. Хмелевский. – Текст : непосредственный // Проблемы пространственной организации научных учреждений. НИЦ, НИИ, НИЛ. – Москва : Наука, 1974. – С. 7–25.
18. Установочное лабораторное оборудование. Лабораторная мебель. НИЦ, НИИ, НИЛ. – Москва : Наука, 1981. – Текст : непосредственный.
19. Савина, А. Икона эпохи: Ричард Роджерс / А. Савина – Текст : электронный // Look at Me – Интернет-издание о креативных индустриях. – URL: <http://www.lookatme.ru/tag/people/icon/195101-ikona-epochi-richard-rodzhers> (дата обращения 07.07.2023).
20. Архитектура научных комплексов / Текст : непосредственный // Архитектура СССР. – 1976. – № 2. – С. 18–51
21. Принципы проектирования лабораторной мебели /

Д.А. Метаньев, В.Н. Шихеев, П.Г. Демчев, М.Ф. Суслин. – Текст : непосредственный // Проблемы пространственной организации научных учреждений. НИЦ, НИИ, НИЛ. – Москва : Наука. 1974. – С. 101–114.

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

23. The Phaidon atlas of contemporary world architecture [Album] / Comprehensive ed. – London ; New York : Phaidon press, 2004. – 809 p. – Текст : непосредственный.

24. Архитектурные решения объектов науки : История, проблемы, перспективы / Ю.П. Платонов (отв.ред.). – Москва : Наука, 1989. – 183 с. – Текст : непосредственный.

25. Штивельман, А.Я. Примеры современных решений защиты ускорителей / А.Я. Штивельман. – Текст : непосредственный // Научно-исследовательские центры, институты, лаборатории. Исследования, проектирование, строительство. НИЦ, НИИ, НИЛ. – 1970. – Вып. 1. – С. 112–118.

26. Дианова-Клокова, И.В. Пространство инноваций. Вопросы архитектурного проектирования / И.В. Дианова-Клокова, Д.А. Метаньев, Д.А. Хрусталёв. – Текст : непосредственный // Архитектура и строительство России. – 2012. – № 6. – С. 2–19.

27. Perrault, Dominique. Hotel Industriel. Paris, Treiziemes / Dominique Perrault. – Paris, 1990. – 48 p. – Текст : непосредственный.

28. Hubert Tonka. Metropole 19, Rue d'Aubervilliers, Paris (France) par Jan-Paul Viguier, Jean-Francois Jodry, Les Editions du Demi-Cercle, 1988. – Текст : непосредственный.

References

1. Bocharov Yu.P., Frezinskaya N.R., Sergeev K.I. Nauka v prostranstve Moskvy. Istoki razvitiya [Science in the Space of Moscow: Origins of Development]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2022, no. 4, pp. 80–90. (In Russ., abstr, in Engl.)

2. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A. Effektivnost' innovatsionnoi deyatel'nosti i chelovecheskii faktor. Vzglyad arkhitekтора [Efficiency of Innovation Activity and Human Factor. Architect's View]. In: *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and Construction of Russia], 2013, no. 7, pp. 20–29. (In Russ.)

3. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A. Ob arkhitekturnykh resheniyakh nauchnykh i innovatsionnykh ob"ektov [On the Architectural Solutions for Scientific and Innovative Objects]. In: *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo* [Academia. Architecture and Construction], 2021, no. 1, pp. 64–73. (In Russ., abstr, in Engl.)

4. Wright Frank Lloyd. Nurnberg : Benedikt Taschen, 1994, 96 S. (In Germ.)

5. Metan'ev D.A. Platonov Yu.P., Tomskii A.I. Modul'naya koordinatsiya elementov i regulirovanie zastroiki [Modular Coordination of Elements and Building Regulation]. In:

Nauchnyi tsentr. Modeli razvitiya. NITs, NII, NIL [Scientific Center. Development Models. NITs, NII, NIL]. Moscow, Nauka Publ., 1977, pp. 30–42. (In Russ.)

6. Henn G. Research Today In Braun Hardo, Gromling Dieter. In: *Research and Technology Buildings, A Design Manual*. Basel, Berlin, Boston, Burkhauser, 2005, 235 p., pp. 12–13. (In Engl.)

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

8. Paabo, Svante. What is Research? In Braun Hardo, Gromling Dieter: *Research and Technology Buildings, A Design Manual*. Basel, Berlin, Boston, Burkhauser, 2005, 235 p., pp. 10–11. (In Engl.)

9. Griffin, Brian. *Laboratory Design Guide*. Elsevier Architectural Press, 2005, 346 p. (In Engl.)

10. Sergeev, K.I. Planirovka nauchnykh zon [Planning of Scientific Zones]. In: *Nauchno-issledovatel'skie tsentry, instituty, laboratorii. Issledovaniya, proektirovanie, stroitel'stvo. NITs, NII, NIL* [Research Centers, Institutes, Laboratories. Research, Design, Construction. NITs, NII, NIL], 1970, Iss. 1, pp. 40–44. (In Russ.)

11. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A., Khrustalev D.A. Arkhitekturnye resheniya innovatsionnykh nauchno-proizvodstvennykh komplekсов : Obzor mirovoi praktiki [Architectural Solutions for Innovative Research and Production Complexes], A review of world practice. Moscow, URSS Publ., 2012, 365 p. (In Russ.)

12. Zaitsev L.N., Shtivel'man A.Ya. Prostranstvennyye resheniya zashchity uskoritelei [Spatial Solutions for the Protection of Accelerators]. In: *Nauchno-issledovatel'skie tsentry, instituty, laboratorii. Issledovaniya, proektirovanie, stroitel'stvo. NITs, NII, NIL* [Research Centers, Institutes, Laboratories. Research, Design, Construction. NITs, NII, NIL], 1970, Iss. 1, pp. 62–73. (In Russ.)

13. Khrustalev D.A. Innovatsionnye komplekсы Velikobritanii: nauchnye, tekhnologicheskie, delovye parki [Innovative complexes of Great Britain: Scientific, Technological, Business Parks]. In: *Zarubezhnyi i otechestvennyi opyt v stroitel'stve* [Foreign and Domestic Experience in Construction], Express-information. Moscow, VNIINTPI Publ., 2010, no. 1, pp. 113–129. (In Russ.)

14. Johnson Ph. *Architecture 1949–1965*. New-York, Chicago, S.-Francisco, 1966, 116 p. (In Engl.)

15. Guirgola R., Mehta J. Louis I. Kahn. Boulder, Colorado Westview Press, 1975, 252 p. (In Engl.)

16. Metan'ev D.A., Platonov Yu.P., Rachek M.M., Suslin M.F. Prostranstvennyye resheniya sistem inzhenerno-tekhnicheskikh kommunikatsii v laboratornykh zdaniyakh [Spatial solutions of engineering and technical communication systems in laboratory buildings]. In: *Nauchno-issledovatel'skie tsentry, instituty, laboratorii. Issledovaniya, proektirovanie, stroitel'stvo. NITs, NII, NIL* [Research Centers, Institutes, Laboratories. Research, Design,

Construction. NITs, NII, NIL, 1970, Iss. 1, pp. 94–103. (In Russ.)

17. Metan'ev D.A., Tomskii A.I., Khmelevskii S.I. Kardinal'naya zadacha sovremennoi arkhitektury i ee vozmozhnoe reshenie [The Cardinal Task of Modern Architecture and its Possible Solution]. In: *Problemy prostranstvennoi organizatsii nauchnykh uchrezhdenii. NITs, NII, NIL* [Problems of the Spatial Organization of Scientific Institutions. NITs, NII, NIL]. Moscow, Nauka Publ., 1974, pp. 7–25. (In Russ.)

18. Ustanovochnoe laboratornoe oborudovanie. Laboratornaya mebel'. NITs, NII, NIL [Installation Laboratory Equipment. Laboratory Furniture. NITs, NII, NIL]. Moscow, Nauka Publ., 1981. (In Russ.)

19. Savina, A. Ikona epokhi: Richard Rodzhers [Icon of the Era: Richard Rogers]. In: *Look at Me – Internet-izdanie o kreativnykh industriyakh* [Look at Me – Internet publication about the creative industries]. URL: <http://www.lookatme.ru/mag/people/icon/195101-ikona-epohi-richard-rodzhers> (Accessed 07/07/2023). (In Russ.)

20. Arkhitektura nauchnykh kompleksov [Architecture of Scientific Complexes]. In: *Arkhitektura SSSR* [Architecture of the USSR], 1976, no. 2, pp. 18–51. (In Russ.)

21. Metan'ev D.A., Shikheev V.N., Demchev P.G., Suslin M.F. Printsipy proektirovaniya laboratornoi mebeli [Principles of Laboratory Furniture Design]. In: *Problemy prostranstvennoi organizatsii nauchnykh uchrezhdenii. NITs, NII, NIL* [Problems of the Spatial Organization of Scientific Institutions. NITs, NII, NIL]. Moscow, Nauka Publ., 1974, pp. 101–114. (In Russ.)

22. Bocharov Yu.P., Frezinskaya N.R., Sergeev K.I. V prostranstve nauchnogo tsentra: usloviya truda uchenykh [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.)

23. The Phaidon atlas of Contemporary World Architecture. Comprehensive ed. London, New York, Phaidon press, 2004, 809 p. (In Engl.)

24. Platonov Yu.P. (ch.ed.) Arkhitekturnye resheniya ob"ektov nauki: istoriya, problemy, perspektivy [Architectural Solutions for Objects of Science. History, Problems, Prospects]. Moscow, Nauka Publ., 1989, 183 p. (In Russ.)

25. Shtivel'man, A.Ya. Primery sovremennykh reshenii zashchity uskoritelei [Examples of Modern Solutions for the Protection of Accelerators]. In: *Nauchno-issledovatel'skie tsentry, instituty, laboratorii. Issledovaniya, proektirovanie, stroitel'stvo. NITs, NII, NIL* [Research Centers, Institutes, Laboratories. Research, Design, Construction. NITs, NII, NIL], 1970, Iss. 1, pp. 112–118. (In Russ.)

26. Dianova-Klokova I.V., Metan'ev D.A., Khrustalev D.A. Prostranstvo innovatsii. Voprosy arkhitekturnogo proektirovaniya [Space of Innovations. Issues of Architectural Design]. In: *Arkhitektura i stroitel'stvo Rossii* [Architecture and Construction of Russia], 2012, no. 6, pp. 2–19. (In Russ.)

27. Perrault Dominique. Hotel Industriel. Paris, Treiziemes. Paris, 1990, 48 p. (In French)

28. Hubert Tonka. Metropole 19, Rue d'Aubervilliers, Paris (France) par Jan-Paul Viguier, Jean-Francois Jodry, Les Editions du Demi-Cercle, 1988. (In French)