



УДК 727.57

DOI 10.25628/UNIIP.2023.57.2.010

ДИАНОВА-КЛОКОВА И. В., МЕТАНЬЕВ Д. А., ХРУСТАЛЕВ Д. А.

Гибкость — резерв возможностей в архитектуре научно-инновационных КОМПЛЕКСОВ

**Дианова-Клокова
Инна
Владимировна**

кандидат архитектуры,
ведущий научный сотруд-
ник, Отделение научно-
исследовательских работ
ГИПРОНИИ РАН
(ОНИР ГИПРОНИИ РАН),
Москва, Российская
Федерация

e-mail: indianova@mail.ru



**Метаньев
Дмитрий
Анатольевич**

кандидат архитектуры,
ведущий научный сотруд-
ник, Отделение научно-
исследовательских работ
ГИПРОНИИ РАН
(ОНИР ГИПРОНИИ РАН),
Москва, Российская
Федерация

e-mail: indianova@mail.ru



**Хрусталев
Дмитрий
Александрович**

кандидат архитектуры,
доцент, Московский
Архитектурный Институт
(Государственная
академия) (МАРХИ), Мо-
сква, Российская
Федерация

e-mail: promgettista@yandex.ru

Резервирование — один из универсальных принципов обеспечения устойчивости объектов за счет использования дополнительных средств и возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым. Рассмотрены вопросы резервирования при проектировании научно-инновационных комплексов. Чаще всего этот принцип именуется гибкостью — пространственной и технологической. На основе обзора материалов мирового опыта проектирования и эксплуатации таких комплексов приводятся ряд методических приемов, с помощью которых достигается значительная степень гибкости организации пространства и инженерно-технологического обеспечения научно-инновационного процесса.

Ключевые слова: резервирование, гибкость, устойчивая архитектура, научный, инновационный, технопарк.

Dianova-Klokovala I. V., Metanyev D. A., Khrustalev D. A.

Flexibility as a reserve of possibilities in architecture of scientific — innovative complexes

Redundancy can be called as one of the universal sustainability principles of objects through the use of additional means and capabilities that are redundant in relation to the minimum necessary. The issues of redundancy in the design practice of scientific and scientific-innovative complexes are shown. The concept is most known as flexibility — spatial and technological. Based on the world experience reviews of the design and construction of such complexes, the article provides a number of methodological techniques. A significant degree of flexibility in the organization of space and engineering and technological support of the scientific and innovative process is achieved.

Keywords: redundancy, flexibility, sustainable architecture, scientific innovational, technology park.

Резервирование — широко используемый термин в различных областях деятельности, при этом в каждом случае понятие имеет свои особенности. В общем виде это один из универсальных принципов обеспечения надежности работоспособности объектов, существующих в природе, технике и технологии, охватывающих различные стороны человеческой жизни. Можно привести и определение резервирования как способа обеспечения надежности объекта за счет использования дополнительных средств и (или) возможностей, избыточных по отношению к минимально необходимым для выполнения требуемых функций с целью сохранения работоспособного состояния объекта при отказе одного или нескольких элементов [14].

Мы предлагаем рассмотреть вопросы резервирования при проектировании научных и научно-инновационных комплексов, где это понятие чаще всего отождествляется с гибкостью — пространственной и технологической.

И оно чрезвычайно важно при проектировании научно-инновационных комплексов.

Изменение научно-инновационных программ происходит весьма быстро. При этом меняется тематика, методы исследования, инструментарий, квалификация и состав работающих. Как правило, средней продолжительностью цикла работ считается срок 2–3 года, за время которого до 30% элементов здания требуют различных внедрений и переделок, происходящих вследствие изменений финансирования и технологий исследования, численности и специализации персонала, продвижения продукции на рынке, слияний или разделений фирм, изменения законодательства и пр. [21].

Часто в строящееся в течение двух лет здание приходится вносить изменения на трети его полезной площади еще до ввода в эксплуатацию.

По степени радикальности существуют три уровня внедрений и переделок, которые приходится производить в структуре здания:

- косметические изменения (мелкие ремонтные работы);
- переделки в существующих помещениях (новое оборудование, освещение, потолки, полы);
- комплексные изменения (смена планировки с передвижкой перегородок и затрагиванием всех систем).

Стоимость переделки зданий складывается из стоимости ремонтно-строительных работ, а также компенсации убытков вследствие простоя деятельности, перемещения лабораторий и пр. Затраты на перечисленные внедрения в структуру здания должны быть увеличены соответственно на 5% (косметические изменения), 5–10% (промежуточные переделки в помещениях), 25–50% (комплексные изменения) [22].

Условием успешности проекта здания научно-инновационного назначения считается степень приспособленности к изменениям, происходящим со временем в эксплуатации здания в связи с требованиями персонала и технологии, при условии, что трансформация первоначального пространственного решения не потребует значительных финансовых затрат. Именно это свойство называется гибкостью. С увеличением гибкости увеличивается стоимость капиталовложений в строительство.

Лабораторные пространства должны обладать максимальной гибкостью (как следствие — высокой стоимостью в расчете на 1 м²). Все жестко фиксированные структуры — такие как лестницы и лифты — не должны быть препятствием гибкости пространства. Офисные, вспомогательные и общественные пространства не нуждаются в такой степени гибкости, стоимость их квадратного метра ниже. Учет конкретных пожеланий пользователей позволяет проектировать здание именно для них, но может не удовлетворять будущим требованиям. Поэтому важно учесть большинство будущих требований, возникающих с изменением персонала исследователей.

Ниже рассматриваются вопросы проектирования составных частей научно-инновационных комплексов: лаборатории для теоретических и виртуальных исследований и лаборатории общего типа для инструментальных исследований.

Еще в середине XX в. на смену существовавшим лабораторным ячейкам для исследований физического и химического профиля были созданы унифицированные лабораторные ячейки с коммуникационными нишами универсального характера раз-

мерами 4,0 × 6,4 м, обеспечивающие возможности широкого диапазона исследований физического, химического, биологического профилей (Иллюстрация 1). Это вело к более широкой вариантности решений, трансформации рабочих площадей, универсализации пространства для научных исследований. Созданные на этой основе помещения в отечественной практике получили название «лабораторий общего типа». На этой основе были запроектированы и построены, в частности, шесть однотипных лабораторных корпусов Новосибирского научного центра Сибирского отделения АН СССР (Иллюстрация 2) [1; 2].

Внедрение приемов унификации производилось и на уровне генерального плана. Унифицированное зонирование стало своеобразным регламентом застройки институтских территорий. Научная зона расчленялась на унифицированные участки отдельных институтов. Участки имели глубинное функциональное зонирование по схеме: блоки административно-общественного назначения, общие лаборатории, специальные установочные лаборатории, экспериментальные мастерские, производства, склады. Впоследствии этот прием позволил применять т. н. «подвижное зонирование» в случаях необходимости преобладающего развития одной из зон. Реализованный в подмосковном Научном центре биологических исследований в Пушкино, этот прием получил распространение при проектировании и других подмосковных академических научных городков.

В мировой практике выработаны разнообразные типы планировок лабораторий и их групп, обеспечивающие повышенную гибкость пространства и широкий спектр планировочных решений групповых рабочих мест и планировки рабочих помещений и лабораторных корпусов [3; 4; 20; 22]. Применяются разные приемы взаимного размещения лабораторных помещений — от объединения теоретических лабораторий в отдельный общий блок (при этом лаборатории общего типа блокируются в зависимости от требований каждого направления работ) — до размещения всех типов лабораторий в непосредственной связи друг с другом. Получили распространение широкие корпуса, где специальные рабочие помещения (чистые комнаты, опытные или экспериментальные пространства и пр.) и вспомогательные службы расположены в центральном ядре здания, а по периме-

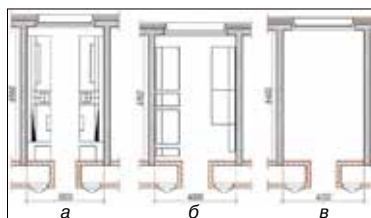


Иллюстрация 1. Унифицированные лабораторные ячейки с коммуникационными нишами ([12]), специализированные: а — для химических и биологических наук; б — для физических наук; в — универсальная для химических, биологических и физических наук

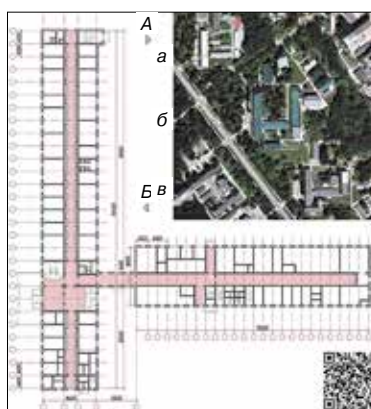


Иллюстрация 2. Унифицированное планировочное решение лабораторного корпуса для институтов Новосибирского Академгородка Сибирского отделения АН СССР: А — аэрофотосъемка фрагмента пр. Академика Лаврентьева с тремя из шести институтов, расположенных северо-восточнее проспекта: а — Институт неорганической химии им. А. В. Николаева СО РАН; б — Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН; в — Институт органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН; Б — планировочное решение в уровне первого этажа

тру к световому фронту примыкают лаборатории общего типа. Иногда периметральная зона этажа образована помещениями теоретических лабораторий, а его средняя часть формируется из лабораторных помещений, лишенных прямого дневного света, что упрощает создание здесь заданных параметров среды. В некоторых случаях без естественного освещения выполняются все помещения корпуса. При этом по периметру проходит коридор, который служит своеобразной изолирующей оболочкой для центрально расположенных лабораторий, а также местом отдыха сотрудников. В таком коридоре может быть осуществлена прокладка распределительных инженерных коммуникаций.

Планировка лабораторных зданий может иметь один, два, несколько коридоров. Двойной коридор предусматривается в зданиях с большим количеством помещений вспомога-



Иллюстрация 3. Планировочный прием организации лабораторных зданий с одним внутренним коридором [3]



Иллюстрация 4. Планировочный прием организации лабораторных зданий с двумя внутренними коридорами [3]

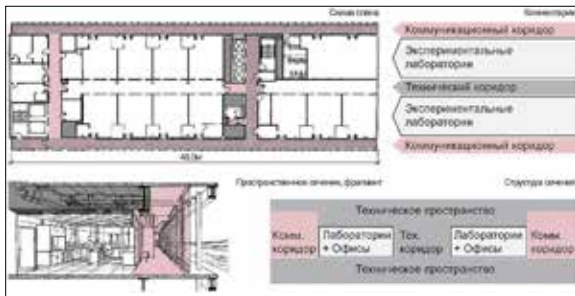


Иллюстрация 5. Планировочный прием организации лабораторных зданий с двумя наружными и центральным техническим коридором [3]



Иллюстрация 6. Планировочный прием организации лабораторных зданий с центральным атриумом [3]

тельного назначения, которые могут располагаться в средней зоне между коридорами. При проектировании одинарного коридора помещения по обе стороны от него могут быть разной глубины. В этом случае по одну сторону коридора располагаются теоретические помещения, по другую — лаборатории общего типа. При равной глубине помещений, расположенных по обе стороны коридора,

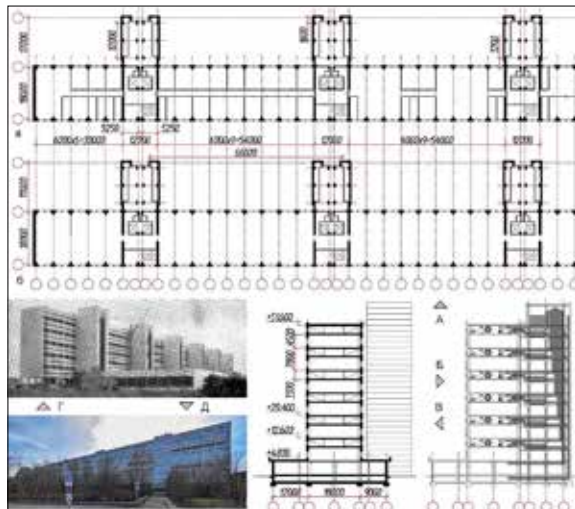


Иллюстрация 7. Здание Института космических исследований, Москва [6]: А — вид в процессе строительства; Б — план рабочего этажа; В — план технического этажа; Г — поперечный разрез; Д — схема организации инженерно-технологического обеспечения

дора, степень гибкости здания увеличивается (Иллюстрация 3, 4).

Распространен прием организации рабочих помещений вокруг атриума, который может служить также пространством для гибкой организации необходимых коммуникаций (Иллюстрация 5, 6).

Гибкость научных и инновационных зданий ограничивается в первую очередь расстановкой опор, лестниц, коммуникационных шахт, иных жестко фиксированных структур. Их рациональная группировка обеспечивает большую степень гибкости. Для ее достижения предпочтительно организовывать свободную планировку лабораторий внутри общего большого пространства. Наиболее благоприятные условия создаются в беспорядных помещениях больших габаритов. Для одноэтажных зданий это достигается конструкциями покрытия больших пролетов (фермы, структурные плиты, оболочки и т. д.). Сходные решения возможны и в многоэтажных зданиях, где рабочие этажи перемежаются техническими, ферменными этажами. Так решен Институт космических исследований в Москве, где гибкая планировка этажа шириной 18 м практически ничем не ограничена (Иллюстрация 7).

Важным этапом в процессе разработки достижения максимальной гибкости пространственной и функциональной организации стало применение модульного регулирования на всех уровнях проектных решений [2; 10]. Большой вклад в развитие этого принципа сделан в 1970–1980-х гг. в ГИПРОНИИ АН СССР [4]. «Регулирование» понималось как предопределение основных путей развития в пространстве и времени, создание условий для поливариантности решений. Установленная на основе антропометрических и эргонометрических данных первичная пространственная единица — рабочий пост, функциональный и планировочный модуль 1,8 × 1,8 м — определяла параметры всех уровней, вплоть до градостроительного. Рабочий пост включал в себя пространство для размещения экспериментатора и рабочего стола — прибора и окружающего его пространства коммуникаций. Система модульного регулирования позволяла достичь высокой степени гибкости всей пространственной структуры градостроительного комплекса, сохраняя свободу творческих поисков (Иллюстрация 8).

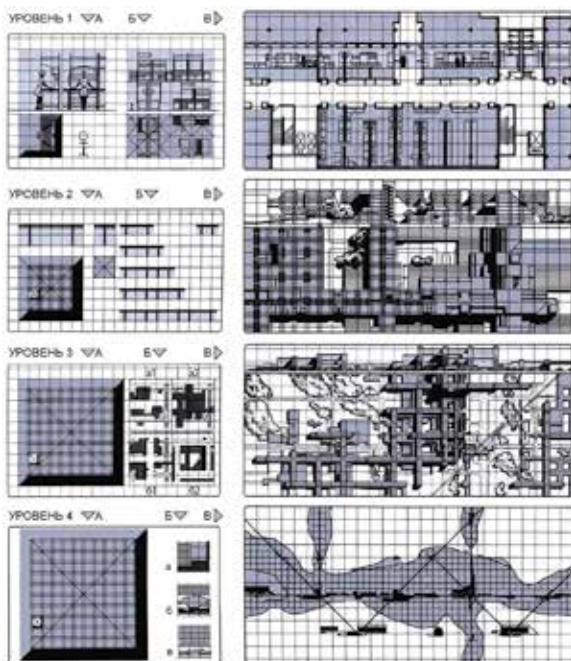


Иллюстрация 8. Пространственная организация объекта. Модульное регулирование проектных решений [3]:
 1, 2, 3, 4 — уровни пространственной организации.
 1-й уровень: А — размеры и структура «рабочего поста»; В — блокировка рабочих постов и образование на их основе рабочих мест; В — типы лабораторных ячеек, их размещение в структуре объекта;
 2-й уровень: А — размеры и структура конструктивного модуля; типы конструктивных элементов; В — блокировка в различных функциональные блоки; В — фрагменты пространственной структуры объектов для научно-производственной деятельности;
 3-й уровень: А — планировочный модуль; В — варианты его заполнения: а1 — малоэтажная застройка павильонного типа; а2 — сплошная малоэтажная застройка; б1, б2 — смешанная застройка; В — фрагмент планировочной структуры объектов;
 4-й уровень: А — градостроительный модуль; В — варианты заполнения градостроительного модуля; а, б, в — сочетания различных функциональных зон; В — схема планировки крупного объекта на базе многоуровневой планировочной матрицы

Важной вехой в совершенствовании принципа стал реализованный проект Научного центра Сибирского отделения Всесоюзной сельскохозяйственной академии им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ) под Новосибирском, где система модульного регулирования реализована в полном объеме (Иллюстрация 9) [1].

Модульный принцип использован в полной мере при разработке лабораторного оборудования и мебели. В России на модульной основе была разработана система предметов лабораторного оборудования и налажено их производство. Новый модуль внедрен в производство оборудования для физики, химии, биологии и других областей (Иллюстрация 10) [19].

Важно, что при этом инженерные и специальные коммуникации, которые прежде в пределах лабораторной ячейки были привязаны к строительным конструкциям, закреплялись в структуре оборудования. В дальнейшем модульная система была использована в мировой практике, создав принципиальные возможности поэлементного реформирования и гибкой трансформации рабочих мест без нарушения исследовательского процесса, что определило устойчивость решений при переоборудовании лабораторных помещений (Иллюстрация 11) [22].

При рассмотрении вопросов достижения гибкости организации инженерной инфраструктуры мы концентриру-



Иллюстрация 9. Научный центр Сибирского отделения Всесоюзной сельскохозяйственной академии им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ) под Новосибирском: А — общий вид застройки сверху; В — аэрофотосъемка; В — фрагмент научной зоны [6]



Иллюстрация 10. Модульное установочное лабораторное оборудование с коммуникациями: А — стол лабораторный с подвижным коммуникационным крылом серии IKARO от компании Bicasa (Италия) [11]; В — стол пристенный химический от компании Lab Furniture (США) [18]; В — стол лабораторный островной от международной компании Herman Miller [15]; Г — вытяжной шкаф пристенный производства Labconco, США [17]



Иллюстрация 11. Комплектация модульного установочного лабораторного оборудования: А — модульные лабораторные рабочие места от компании Waldner, Германия [12]; В — комплектное оборудование от компании Starrco из США [16]; б1 — вытяжные шкафы в составе чистой комнаты; б2 — модульная поставка комплектной чистой комнаты

ем внимание на пространственных решениях, связанных с достижением устойчивого специального инженерно-технологического обеспечения научно-инновационных процессов [5].

В лабораторных зданиях сложность систем инженерного обеспечения весьма велика, их стоимость может составлять до 50% стоимости строительства всего здания. Обычно применяется четкое деление на рабочую и инженерно-техническую зоны. Соотношение их площадей достигает величины от 3:1 до 1:1 (в редких случаях) [21]. В части инженерно-технологического оборудования лабо-

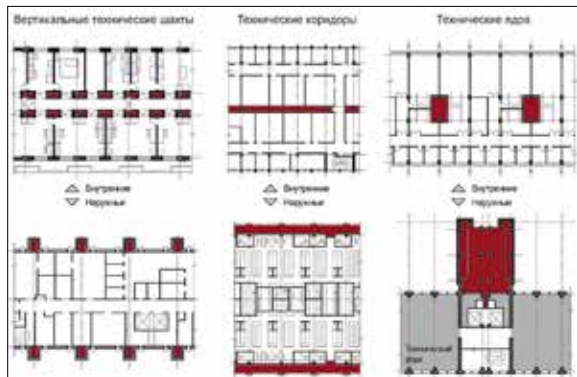


Иллюстрация 12. Примеры разводки инженерных коммуникаций в помещениях лабораторий общего типа: А — вскрытый подвесной потолок лаборатории фармакологического профиля от компании LabManager [13]; Б — вид лаборатории в г. Сан-Антонио [9]; В — вид лаборатории биохимического профиля Университета Элбани [7]; Г — вид лаборатории химического профиля от компании Level10dc из г. Стэнфорд [8]

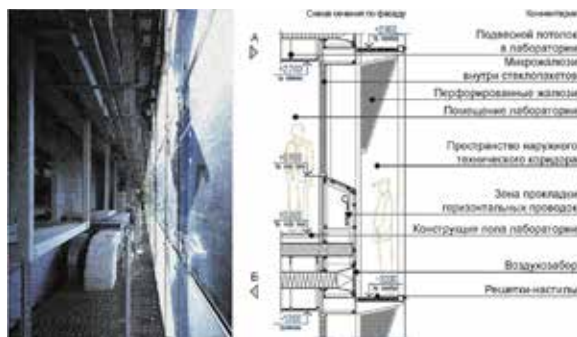


Иллюстрация 14. Пример организации инженерно-технической зоны в составе наружного технического пространства

ракторные здания едва ли не самые сложные и насыщенные в строительной мировой практике. К рабочему месту исследователя подается множество инженерных подводок, снабжающих процесс необходимыми ингредиентами и обеспечивающих отвод сред: приточная и вытяжная вентиляция, кондиционирование, холодная и горячая вода, газ, сжатый воздух, азот, вакуум, электроэнергия разного напряжения, канализация и др.

Непредсказуемость развития и результатов исследовательского и инновационного процессов предполагает в будущем возможность расширения и изменения их составляющих, что требует гибкости перекладки, замены и наращивания коммуникаций, изменения спектра технических возможностей (состав материалов, оборудования, вспомогательно-технических служб). Организация инженерных систем и связанных с ними технических пространств должна удовлетворять меняющимся требованиям исследований. Гибкость планировки лабораторных зданий напрямую зависит от способа организации инженерного обслуживания рабочих площадей, от расположения пространств, предназначенных для инженерных коммуникаций, по отношению к площадям рабочего назначения (внутри или вне них) и от возможности подключения коммуникаций к технологическому оборудованию (в любом месте или в заранее определенных местах). Важно при этом, что с ростом гибкости увеличивается строительная стоимость, и наиболее гибкое решение обычно является и наиболее затратным при строительстве, но при этом — наиболее эффективным в эксплуатации.

Научно-исследовательские и научно-инновационные комплексы обслуживаются магистральными, распре-



Иллюстрация 13. Способы распределения инженерных коммуникаций в зданиях научного назначения [5]

лительными и питающими инженерными коммуникациями. Способы организации пространств для прокладки коммуникаций разнообразны и всегда в большой мере влияют на планировочные решения, напрямую определяя архитектурные задачи, внешний облик и интерьеры зданий.

Внутри лабораторных зданий распространены открытый и скрытый способы распределения инженерных коммуникаций (Иллюстрация 12).

Открытый способ прокладки путем крепления трубопроводов к несущим и ограждающим конструкциям, к специальным эстакадам — наименее дорогостоящий и наиболее простой в смысле трансформации. Он распространен в универсальных рабочих помещениях, а также в некоторых исследовательских лабораториях (см. Иллюстрация 12, в, г). При скрытом способе размещение коммуникаций осуществляется в наружных или внутренних пространствах: вертикальных шахтах/ядрах, технических коридорах; верхних и/или нижних технических этажах (Иллюстрация 13). Одноуровневая лаборатория с верхним и нижним техническими этажами — наиболее гибкое решение с точки зрения организации инженерных подводок. Подача и отвод сред производится с нижнего уровня прямо к рабочим местам, верхнее техническое пространство облегчает вентиляцию и кондиционирование, отвод воздуха и газов.

В многоэтажном здании также можно создавать междуэтажные технические пространства, но это значительно повышает стоимость строительства. Необходимость устройства вертикальных инженерных шахт в многоэтажных зданиях лабораторий усложняет задачу проектировщика. По противопожарным требованиям такие вертикальные шахты должны иметь промежуточные диафрагмы, препятствующие распространению огня. Поэтажные распределительные газопроводы, выходящие из вертикальных шахт, в целях безопасности делаются открытыми, а их крепление обеспечивает возможность удобной эксплуатации и опознавания. Способ организации инженерно-технической зоны в составе наружного технического пространства часто совмещается с устройством «отслоенных» и вентилируемых фасадов для улучшения изоляции здания от внешних условий. В этом случае достигается возможность перекладки и трансформации сетей параллельно с проведением исследований, экономия средств и удобство обслуживания и эксплуатации. Трубопроводы при этом крепятся с внешней стороны к наружной стене лаборатории; солнцезащитные устройства — к стойкам, поддерживающим наружное светопрозрачное ограждение (Иллюстрация 14).

Опыт показывает, что в целях надежности и безопасности, во избежание перекрестного загрязнения среды и для обеспечения необходимого обеззараживания в здании обычно предусматривается поэтажное децентрализо-

ванное кондиционирование на части этажа, в отдельной лаборатории. Места соединения подводящих трубопроводов (газы, жидкости и пр.) и труб канализации предусматриваются так, чтобы они могли быть легко идентифицированы, обслуживаемы, дополнены, изменены или трансформируемы без конструктивных переделок, а в экстренных случаях поврежденные зоны — быстро обнаружены и отключены.

Заключение

В статье рассмотрены приемы, применяемые в мировой практике проектирования научных и научно-инновационных комплексов для достижения потребной степени их гибкости. Тем самым обеспечивается резервирование широкого диапазона возможностей пространственного и технологического развития научно-исследовательского и научно-инновационного процесса. Практика эксплуатации таких объектов подтверждает надежность и устойчивость примененных приемов и решений.

Список использованной литературы

- [1] Архитектура научных комплексов // Архитектура СССР. — 1976. — № 2. — С. 18–51.
- [2] Дианова-Клокова И. В., Метаньев Д. А., Хрусталев Д. А. Об устойчивости архитектурных решений объектов науки и инноваций // Системные технологии. — 2020. — № 1 (34). — С. 100–105.
- [3] Дианова-Клокова И. В., Метаньев Д. А., Хрусталев Д. А. Об устойчивости инженерных решений объектов науки и инноваций. Взгляд архитектора // Системные технологии. — 2020. — № 2 (35). — С. 74–80.
- [4] Лаборатория биохимического профиля Университета Элбани, Нью-Йорк. — URL: <https://www.humanhayes.com/university-at-albany-suny-biochemistry-laboratory-renovation> (дата обращения: 25.02.2023).
- [5] Лаборатория компании Level10dc из г. Стэнфорд, Калифорния. — URL: <https://www.level10gc.com/project/stauffer-ii-lab-renovation/> (дата обращения: 25.02.2023).
- [6] Лаборатория фармакологического профиля в Сан-Антонио, Техас. — URL: <https://www.worldwide.com/solutions/early-phase-development/clinical-pharmacology-unit-san-antonio-tx/san-antonio-tx-clinical-pharmacology-unit-virtual-tour/processing-laboratory/> (дата обращения: 25.02.2023).
- [7] Метаньев Д. А., Платонов Ю. П., Томский А. И. Модульная координация элементов и регулирование застройки // Научный центр. Модели развития. — М.: Наука, 1977. — С. 30–42.
- [8] Оборудование компании Bicasa, Италия. — URL: <https://donaulab.ru/components/serii-ikaro-ikompatto/> (дата обращения: 12.03.2023).
- [9] Оборудование компании Waldner, Германия. — URL: https://www.waldner.de/fileadmin/Produkte/Labor-einrichtung/Waldner_Technical_Catalogue_GB.pdf (дата обращения: 13.03.2023).
- [10] Оборудование компании LabManager, США. — URL: <https://www.labmanager.com/lab-design-and-furnishings/laboratory-renovations-made-fast-to-last-23164> (дата обращения: 25.02.2023).
- [11] Политехнический словарь / под ред. А. Ю. Ишлинского. — М.: Сов. энцикл., 1989. — 450 с.
- [12] Решения международной компании HermanMiller. — URL: <https://www.hermanmiller.com/solutions/healthcare/applications/laboratories/> (дата обращения: 16.03.2023).

- [13] Оборудование от компании Starrco из г. Мэрилэнд Хайтс, США. — URL: <https://www.starrco.com/photo-gallery/clean-room-example-gallery/> (дата обращения: 14.03.2023).
- [14] Продукция производства Labconco из г. Канзас-Сити, США. — URL: <https://www.labconco.com/product/protector-xl-floor-mounted-laboratory-hoods/29> (дата обращения: 13.03.2023).
- [15] Стол лабораторный компании Lab Furniture, США. — URL: <https://labfurnitureandfumehoods.com/photo-galleries/steel-laboratory-furniture/> (дата обращения: 10.03.2023).
- [16] Установочное лабораторное оборудование: лаб. мебель: каталог-справочник. — М.: Наука, 1981. — 57 с.
- [17] Design for Research: Principals of Laboratory Architecture by Susan Braybrooke. — New York: John Wiley & Sons, Inc., 1986. — 193 p.
- [18] Crosbie M. J. Architecture for Science. — Australia: The Images Publishing; Group Pty Ltd., 2006. — 208 p.
- [19] Griffin B. Laboratory Design Guide. — London: Elsevier Architectural Press, 2004. — 416 p.
- [20] 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 // Technovation. — 2008. — Vol. 28, Iss. 5. — P. 277–290.
- [21] 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 // J. of Cleaner Production. — 2022. — Vol. 333. — P. 130147.
- [22] Zinsmeister D., Lickleder T., Adldinger S. et al. A prosumer-based sector-coupled district heating and cooling laboratory architecture // Smart Energy. — 2023. — Vol. 9. — P. 100095.

References

- [1] Arhitektura naučnih kompleksov // Arhitektura SSSR. — 1976. — № 2. — С. 18–51.
- [2] Dianova-Kloкова I. V., Metan'ev D. A., Hrustalev D. A. Ob ustojchivosti arhitekturnyh reshenij ob'ektov nauki i innovacij // Sistemnye tekhnologii. — 2020. — № 1 (34). — С. 100–105.
- [3] Dianova-Kloкова I. V., Metan'ev D. A., Hrustalev D. A. Ob ustojchivosti inzhenernyh reshenij ob'ektov nauki i innovacij. Vzglyad arhitekтора // Sistemnye tekhnologii. — 2020. — № 2 (35). — С. 74–80.
- [4] Laboratoriya biohimicheskogo profilya Universiteta Elbani, N'yu-York. — URL: <https://www.humanhayes.com/university-at-albany-suny-biochemistry-laboratory-renovation> (data obrashcheniya: 25.02.2023).
- [5] Laboratoriya kompanii Level10dc iz g. Stenford, Kaliforniya. — URL: <https://www.level10gc.com/project/stauffer-ii-lab-renovation/> (data obrashcheniya: 25.02.2023).
- [6] Laboratoriya farmakologicheskogo profilya v San-Antonio, Tekhas. — URL: <https://www.worldwide.com/solutions/early-phase-development/clinical-pharmacology-unit-san-antonio-tx/san-antonio-tx-clinical-pharmacology-unit-virtual-tour/processing-laboratory/> (data obrashcheniya: 25.02.2023).
- [7] Metan'ev D. A., Platonov Yu. P., Tomskij A. I. Modul'naya koordinaciya elementov i regulirovanie zastrojki // Nauchnyj centr. Modeli razvitiya. — М.: Nauka, 1977. — С. 30–42.

- [8] Oborudovanie kompanii Bicasa, Italiya. — URL: <https://donaulab.ru/components/serii-ikaro-i-kompatto/> (data obrashcheniya: 12.03.2023).
- [9] Oborudovanie kompanii Waldner, Germaniya. — URL: https://www.waldner.de/fileadmin/Produkte/Laboreinrichtung/Waldner_Technical_Catalogue_GB.pdf (data obrashcheniya: 13.03.2023).
- [10] Oborudovanie kompanii LabManager, SSHA. — URL: <https://www.labmanager.com/lab-design-and-furnishings/laboratory-renovations-made-fast-to-last-23164> (data obrashcheniya: 25.02.2023).
- [11] Politekhnikheskij slovar' / pod red. A. Yu. Ishlinskogo. — M.: Sov. encikl., 1989. — 450 s.
- [12] Resheniya mezhdunarodnoj kompanii HermanMiller. — URL: <https://www.hermanmiller.com/solutions/healthcare/applications/laboratories/> (data obrashcheniya: 16.03.2023).
- [13] Oborudovanie ot kompanii Starrco iz g. Merilend Hajts, SSHA. — URL: <https://www.starrco.com/photo-gallery/clean-room-example-gallery/> (data obrashcheniya: 14.03.2023).
- [14] Produktiya proizvodstva Labconco iz g. Kanzas-Siti, SSHA. — URL: <https://www.labconco.com/product/protector-xl-floor-mounted-laboratory-hoods/29> (data obrashcheniya: 13.03.2023).
- [15] Stol laboratornyj kompanii Lab Furniture, SSHA. — URL: <https://labfurnitureandfumehoods.com/photo-galleries/steel-laboratory-furniture/> (data obrashcheniya: 10.03.2023).
- [16] Ustanovochnoe laboratornoe oborudovanie: lab. mebel': katalog-spravochnik. — M.: Nauka, 1981. — 57 s.
- [17] Design for Research: Principals of Laboratory Architecture by Susan Braybrooke. — New York: John Wiley & Sons, Inc., 1986. — 193 p.
- [18] Crosbie M.J. Architecture for Science. — Australia: The Images Publishing; Group Pty Ltd., 2006. — 208 p.
- [19] Griffin B. Laboratory Design Guide. — London: Elsevier Architectural Press, 2004. — 416 p.
- [20] 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 // Technovation. — 2008. — Vol. 28, Iss. 5. — P. 277–290.
- [21] 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 // J. of Cleaner Production. — 2022. — Vol. 333. — P. 130147.
- [22] Zinsmeister D., Lickleder T., Adldinger S. et al. A prosumer-based sector-coupled district heating and cooling laboratory architecture // Smart Energy. — 2023. — Vol. 9. — P. 100095.

Статья поступила в редакцию 03.04.2023.

Опубликована 30.06.2023.

Dianova-Klokovina Inna V.

Candidate of Architecture, Leading Researcher, Department of Research Works of the GIPRONII RAN (ONIR GIPRONII RAN), Moscow, Russian Federation
e-mail: indianova@mail.ru

Metanyev Dmitry A.

Candidate of Architecture, Leading Researcher, Department of Research Works of the GIPRONII RAN (ONIR GIPRONII RAN), Moscow, Russian Federation
e-mail: indianova@mail.ru

Khrustalev Dmitry A.

Candidate of Architecture, Associate Professor, Moscow Architectural Institute (State Academy) (MARKHI), Moscow, Russian Federation
e-mail: promgettista@yandex.ru