РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ОТДЕЛЕНИЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ ГИПРОНИИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ОНИР ГИПРОНИИ РАН)

Индекс УДК 72
№ госрегистрации АААА-А16-116101110009-3
Рассмотрен на заседании Ученого Совета
11 декабря 2018 г. протокол № 3

ОТЧЕТ
О ВЫПОЛНЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАДАНИЯ
«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫХ КОМПЛЕКСОВ В КОНТЕКСТЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РАН С УЧЕТОМ МИРОВЫХ КРИТЕРИЕВ ОРГАНИЗАЦИИ МАТЕРИАЛЬНОЙ СРЕДЫ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

Раздел I.2.

КОНЦЕПЦИЯ МАТЕРИАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА РАН

ВРИО директора ОНИР ГИПРОНИИ РАН И.В.Кондратьева
Заместитель по научной работе, кандидат архитектуры К.И. Сергеев
Ответственный исполнитель,
ведущий научный сотрудник, кандидат архитектуры Д.А. Метаньев
Ответственный исполнитель,
ведущий научный сотрудник, кандидат архитектуры И.В. Дианова-Клокова

Список исполнителей

Ответственный исполнитель,
Ведущий научный сотрудник ОНИР,
Кандидат архитектуры, Д.А. Метаньев
(введение, разд. 1,2,3, заключение)

Ответственный исполнитель
Ведущий научный сотрудник ОНИР,
Кандидат архитектуры, И.В. Дианова-Клокова
(введение, разд. 1,2,3, иллюстрации, заключение)

Соисполнитель
Доцент МАРХИ,
Кандидат архитектуры, Д.А. Хрусталев
(разд. 2,3, иллюстрации)

Ключевые слова:

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ, НАУЧНО-ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, СОСТАВ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРИНЦИПЫ, ПРИЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ, АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ, МИРОВОЙ ОПЫТ

Реферат

Отчет состоит из 73 стр. текста, 7 илл., 40 литературных источников

Ключевые слова:

РАЗВИТИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ, НАУЧНО-ИННОВАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА НАУЧНОГО КОМПЛЕКСА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, СОСТАВ, ТЕНДЕНЦИИ, ПРИНЦИПЫ, ПРИЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО И АРХИТЕКТУРНО-ПРОСТРАНСТВЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ, АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ, МИРОВОЙ ОПЫТ

На базе литературных источников, архивных и проектных материалов проведен исторический обзор развития отечественной фундаментальной науки во второй половине XX века. Изучен мировой и отечественный опыт проектирования и строительства научно-инновационных объектов (на материалах более чем 500 проектных решений и осуществленных построек в 40 странах мира за последние полвека). Обзор показал, что в СССР в период 50-80х гг. наука развивалась в 2,5-3 раза быстрее, чем другие отрасли народного хозяйства. Приведены данные о структуре и формах организации фундаментальных исследований в нашей стране, численности и возрастном составе кадров Академии наук СССР. Отмечено, что одним из важнейших условий развития советской науки являлось формирование материально-пространственной базы. Приведены количественные данные по учреждениям АН СССР, а также схемы их территориального размещения на территории страны, региона, города. Определены наиболее общие тенденции развития научно-инновационной составляющей современного фундаментального процесса исследований. Сформулированы основные принципы архитектурно-планировочного формирования таких объектов. Определены некоторые эффективные пространственные приемы объемно-планировочной организации. Рассмотрен ряд современных архитектурно-пространственных решений научно-инновационных объектов из отечественной и зарубежной архитектурной практики.

Изложенные результаты могут служить справочным и методическим материалом при планировании пространственного развития объектов академической науки, разработке предпроектных обоснований и проектировании объектов инновационной инфраструктуры научных учреждений.

Содержание

Титульный лист……..…...1
Список исполнителей, ключевые слова ……..……...…2
Реферат…….…….3
Содержание…….……..4
Определения, обозначения и сокращения ..…….….5
Введение……...…..6
Основная часть…….….9
1. Из истории отечественной академической науки и ее материально-пространственной базы. Вторая половина XX века…….10
1.1. Основные показатели развития науки……..……..10
1.2. Структура и территориальное развитие академических учреждений …..……..12
1.3. Проектирование и строительство объектов для науки как особый вид архитектурного проектирования ……14
Иллюстрации к разделу 1……..…..…16
2. Основные тенденции пространственного развития современных объектов научно-инновационного назначения. …….19
3. Принципы и пространственные приемы архитектурно-функциональной организации объектов научно-инновационного назначения ……....24
3.1. Принципы…….……24
3.2. Основные пространственные приемы ……32
3.2.1. Объемно-планировочная организация…….32
Иллюстрации к разделу 3.2.1……..45
3.2.2. Модульное регулирование. Унификация параметров. Унифицированные объемные блоки. Лабораторное оборудование……..47
Иллюстрации к разделу 3.2.2…….59
3.2.3. Архитектурно-композиционные решения……..61
Заключение…….....69
Список использованных источников……71

Определения и обозначения

В настоящем отчете о НИР применяются следующие термины с соответствующими определениями.

МАТЕРИАЛЬНО-ПРОСТРАНСТВЕННАЯ БАЗА АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ - совокупность объектов научно-инновационного назначения, их территориальное распределение и объемно-планировочная организация.

НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЕ ОБЪЕКТЫ – здания и сооружения, предназначенные для исследовательской и инновационной деятельности.

Введение

Вторая половина XX века – период ускоренного развития отечественной науки. В это время велось активное проектирование и строительство объектов научного и инновационного (технико-внедренческого) назначения. Считаем своевременным воспроизведение некоторых показателей и данных по названному периоду – «золотому веку» отечественной науки, периоду высочайших ее достижений во многих областях.

Исходя из этих сведений, а также на базе проведенных исследований объектов научного и инновационного назначения из мировой и отечественной практики, были определены основные тенденции и разработаны базовые принципы и приемы архитектурно-функциональной организации научно-инновационных объектов фундаментальных исследований.

Актуальность темы

Актуальность темы связана с тем, что в России идет модернизация существующих форм внедрения результатов фундаментальных и прикладных исследований в производство, создаются отечественные центры инноваций, имеющие большое экономическое и социальное значение. Российская экономика ориентирована на развитие инновационных технологий и интеллектуального производства. Здания научно-инновационного назначения являются сегодня одним из наиболее востребованных видов рабочих пространств, они должны обеспечивать оптимальные условия для создания и внедрения различного вида новшеств, базирующихся на результатах передовых научных исследований. Проектирование и строительство зданий научно-инновационного назначения должно отвечать высоким требованиям, что делает актуальным выявление тенденций развития научно-инновационной инфраструктуры фундаментальной отечественной науки.

Важным проблемам развития научно-инновационной инфраструктуры фундаментальных исследований в Российской Академии наук до сих пор уделялось недостаточно внимания.

При разработке теоретических принципов и практических приемов развития научно-инновационных объектов научного комплекса РАН актуальным представляется изучение передового зарубежного опыта создания подобных объектов.

Цели и задачи исследования

Целью настоящего исследования является разработка концепции развития научно-инновационных объектов научного комплекса РАН, ориентированной на повышение эффективности инновационной деятельности, сокращение сроков и стоимости капитального строительства и реконструкции.

На данном этапе в работе решаются следующие задачи:

- на основе изучения исторического периода, который может быть принят в качестве базиса в связи с его успехами в части научных достижений (50-80 гг. XX века), выявить особенности развития научно-инновационной составляющей фундаментальных исследований;

- на базе изучения современного передового мирового и отечественного опыта определить тенденции архитектурно-функциональной организации научно-инновационных объектов фундаментальных научных исследований

- выявить теоретические принципы и методические приемы развития научно-инновационных объектов научного комплекса РАН.

Новизна темы

Новизна обуславливается тем фактором, что объекты научно-инновационного назначения являются сравнительно новыми, недостаточно изученными и сложными объектами проектирования, обладающими спецификой функциональной и архитектурно-планировочной организации. Создание в России современных комплексов такого рода должно опираться на надежное научное обоснование. Большое значение имеет пространственная организация фундаментальных исследований и инновационной составляющей.

Объекты и границы исследования

Российские академические объекты научно-инновационного назначения рассматриваются в их развитии, начиная с середины XX в. до настоящего времени. Анализируется зарубежный опыт проектирования и строительства в передовых странах Европы, Америки, Азии, Австралии за последние десятилетия.

Типологические границы исследования: анализируются объемно-планировочные решения и генеральные планы зданий и комплексов, предназначенных для инновационной цепи: научные исследования – разработки – опытное производство и внедрение.

Основные научные результаты

На данном этапе получены следующие результаты.

- На базе литературных источников и архивных материалов проведен исторический обзор развития отечественной фундаментальной науки во второй половине XX века и ее материально-пространственной базы.

- Изучен мировой и отечественный опыт проектирования и строительства научно-инновационных объектов (на материалах более чем 500 проектных решений и осуществленных построек в 40 странах мира за последние полвека).

На этой основе:

- выявлены основные тенденции пространственного развития современных научно-инновационных комплексов;

- определены перспективные принципы архитектурно-функциональной организации объектов научно-инновационного назначения;

- выявлены эффективные пространственные приемы; на их основе разработан ряд экспериментально-проектных предложений формирования объектов научно-инновационного назначения.

Основная часть

1. Из истории отечественной академической науки и ее материально-пространственной базы. Вторая половина XX века

1.1. Основные показатели развития науки

Подъем экономики после второй Мировой войны привел к расцвету науки во всем мире, в том числе и в нашей стране. В первые послевоенные годы произошел прорыв в двух важнейших научно-технических областях – атомной и космической. Научные исследования из сферы деятельности одиночек превратилась в важную государственную задачу.

Джон Десмонд Бернал – известный английский ученый, физик и социолог науки, основатель науковедения, впервые исследовал роль науки в общественных процессах и ее влияние на общественное развитие. В 1939 г. он опубликовал книгу «Социальная функция науки», в которой рассмотрел вопрос о месте науки в современном обществе [34]. В 1956 г. Бернал опубликовал книгу «Наука в истории общества», где отмечал возрастающие роль и социальное значение науки [30]. Общество поверило во всемогущество науки, произошли серьезные изменения внутри самой научной деятельности (рис.1.1.1). По подсчетам, на долю 50-70-х гг. в мире приходится 2/3 всех сделанных человечеством открытий [31].

В этот период значительно возросли затраты на науку. Расходы на ее развитие увеличивались в несколько раз быстрее, чем рос общий национальный продукт развитых стран. Наука XX века нуждалась во все возрастающих капитальных вложениях. Прав был Д. Прайс[1], утверждая, что национальные затраты человеческой энергии и денег на науку неожиданно сделали ее одной из решающих отраслей национальной экономики [34].

С 1939 г. ассигнования на науку и объемы научных исследований превысили почти в 3 раза все то, что делалось в науке за всю предыдущую историю человечества [35].

Резко возрастало число занятых в научном производстве людей. К середине XX века их численность почти на порядок превышала суммарную численность ученых всех предшествующих поколений. Если население мира удваивалось каждые 30-40 лет, то число ученых в высокоразвитых странах удваивалось раз в 8-10 лет, и этот период сокращался; при этом рост абсолютной численности людей, занятых научной работой, в то время опережался темпами роста технической вооруженности труда исследователей [35].

По мнению Президента Академии наук УССР Б. Е. Патона, высказанному в 1965г., «оснащенность научных учреждений и их экспериментальных баз должна быть по крайней мере на два порядка выше, чем в цехах промышленных предприятий». Такое

[1] Дерек Джон де Солла Прайс — британско-американский историк науки, основоположник современной наукометрии

соотношение должно было обеспечить необходимое опережение научных работ по отношению к уровню, достигнутому производством [35].

Активное развитие науки достигло крупнейших масштабов в мировом сообществе (см. рис.1.1.1). В СССР наука развивалась в то время в 2,5-3 раза быстрее, чем другие отрасли народного хозяйства. В середине 70-х гг. в нашей стране насчитывалось более 5000 научных организаций (рис.1.1.2).

Наука стала самой престижной и уважаемой сферой деятельности, поддержка науки являлась приоритетной государственной программой. Среди других отраслей народного хозяйства развитие науки опережало и технику, и производство. В 1961 г. на Всесоюзном совещании научных работников докладчик М. В. Келдыш[2] отмечал: «… необходимо, чтобы наша техника развивалась быстрее, чем растет тяжелая промышленность, а естественные науки, образующие принципиальную основу технического прогресса и являющиеся главным источником наиболее глубоких технических идей, обгоняли бы темпы развития техники». Более широко эту мысль выразил в своем выступлении А. Н. Косыгин[3]: «При всей сложности и многообразии взаимосвязей науки и техники с материальным производством очевидно, что для всестороннего развития материального производства темпы развития техники должны превосходить темпы роста производства, а наука должна развиваться быстрее, чем развивается техника» [35].

Этот подход был обусловлен специфически важной ролью, которую в тот период играли фундаментальные естественные науки в общем научно-техническом прогрессе [33].

Советские ученые решили такие сложнейшие научно-технические проблемы, как овладение энергией атомного ядра, проникновение в космос, средства переработки информации. Научный потенциал еще довоенных лет, концентрация усилий на важнейших задачах позволили ученым в сжатые сроки решить научно-технические проблемы, имевшие жизненно-важное значение прежде всего для укрепления обороноспособности. В то время наукой руководили великие «три К» – Келдыш, Королев, Курчатов.

Советская наука преодолела некоторое отставание в атомной области, и уже в 1954 г. под руководством И.В. Курчатова была введена в строй первая в мире промышленная атомная электростанция.

В области космонавтики отечественная наука с самого начала заняла лидирующее положение. Запуск в 1957 г. первого в мире искусственного спутника Земли и полет

[2] Мстислав Всеволодович Келдыш – Президент Академии наук СССР (1961—1975)
[3] Алексей Николаевич Косыгин – Председатель Совета министров СССР (1964—1980)

Ю.А.Гагарина стали возможными, благодаря работам многих научных коллективов, в т.ч. возглавлявшихся С.П. Королевым, М.В. Келдышем, В.П. Барминым, А.Ф. Богомоловым, В.П. Глушко, В.И. Кузнецовым, Н.А. Пилюгиным.

Первые в стране электронно-вычислительные машины были созданы группой специалистов под руководством С.А. Лебедева.

Стране требовалось развернуть исследования в ряде новых научных направлений, освоить новые технологии, создать новые отрасли техники и промышленности. И, конечно, новые задачи встали перед фундаментальными исследованиями, которые были сосредоточены в Академии наук СССР [39].

1.2. Структура и территориальное развитие академических учреждений

Академия наук строилась по научно-отраслевому и территориальному принципу и включала отделения по областям и направлениям науки и региональные отделения, которые объединяли ученых, работающих в научных учреждениях данного региона страны, а также региональные научные центры. В составе Академии – научные центры, НИИ, лаборатории, обсерватории, станции, ботанические сады, суда научно-исследовательского флота, библиотеки, издательство, архивы, музеи, научные экспедиции, опытные производства и др. учреждения (всего более 400).

В институтах и других научных учреждениях Академии трудились более 135 тыс. человек, из них более 60 тыс. научных работников. В НИИ работало более 7000 докторов наук и около 30 тыс. кандидатов наук [39] (рис.1.2.1).

На 1 апреля 1994 г. в Академии состояло действительных членов – 457, и 615 членов-корреспондентов.

Любопытны приведенные в начале 1960-х гг. сведения о среднем возрасте научных сотрудников Академии наук — 38 лет. Средний возраст ученых Сибирского Отделения составлял примерно 33 года [35].

Для обеспечения научной деятельности Академия имела здания и сооружения, оборудование, приборы, транспортные средства, средства связи, имущество, обеспечивающее социальные потребности работников – жилой фонд, поликлиники, больницы, санатории, дома отдыха, пансионаты, гостиницы и др.

Президиум Академии создал служебный аппарат, куда входили научно-организационные и финансово-экономические управления, управление проектированием капитального строительства, внешних связей и др. подразделения.

Высшим органом управления Академией, на основе демократических принципов, является Общее собрание, состоящее из действительных членов и членов-

корреспондентов, а также научных сотрудников, делегированных научными учреждениями.

В составе Академии – 3 региональных отделения – Сибирское, Уральское, Дальневосточное. Первым региональным отделением стало Сибирское, созданное в 1957 г. В него входят: Бурятский, Иркутский, Кемеровский, Красноярский, Новосибирский, Томский, Тюменский, Якутский научные центры. Новосибирский Академгородок стал передовым фронтом отечественной науки и важным очагом свободомыслия в СССР, это произошло в 1957 г. усилиями академиков М.А.Лаврентьева и С.А.Христиановича.

В конце 80-х гг. в научных учреждениях Сибирского отделения – более 30000 чел., в т.ч. более 11000 научных работников. Уральское и Дальневосточное региональные отделения были созданы в 1987 г. Уральское отделение включает: Коми, Пермский, Удмуртский, Челябинский научные центры. В составе Дальневосточного отделения – 35 научных учреждений и 4 научных центра – Амурский, Камчатский, Северо-Восточный, Хабаровский.

Центральная часть Академии имела научные центры: Дагестанский, Казанский, Карельский, Кольский, Санкт-Петербургский (Ленинградский), Самарский, Саратовский, Уфимский.

Создан ряд городов науки. Под Москвой – научные городки Троицк, Черноголовка, Пущино, специализированные в областях физики, химии, биологии.

Возникли и получили развитие такие новые формы организации научных исследований, как Межотраслевые научно-технические комплексы, включающие отраслевые НИИ, академические институты и производственные предприятия. Эти комплексы объединяли ученых и производственников для решения на основе фундаментальных результатов исследований крупных межотраслевых проблем создания и освоения в производстве высокоэффективных видов техники, технологии и материалов. По существу, это были научно-инновационные комплексы. Для усиления взаимодействия академической науки с высшей школой, их интеграции при академических институтах создавались учебно-научные центры, кафедры университетов и ВУЗов.

К концу 60-х гг. возникли центры академической науки во всех союзных республиках. Это позволяло укреплять научную базу страны и развивать отдаленные территории (см. рис.1.1.2).

Академия имела соглашения о научном сотрудничестве и обмене учеными с академиями наук и научными организациями более 70 стран. Международные научные связи занимали значительное место, получали развитие научные контакты с учеными из

университетов и научных организаций многих зарубежных стран. Иностранными или почетными членами Академии избирались сотни иностранных ученых. Большое число российских ученых, пользующихся мировой известностью, избраны членами зарубежных академий, научных обществ и почетными докторами университетов. Академия наук активно включалась в деятельность международных научных организаций, принимала до 10 тысяч зарубежных ученых ежегодно. Примерно столько же ученых Академии командировалось в другие страны [39].

Фундаментальные исследования велись широким фронтом, охватывая практически все направления науки – от космоса до славяноведения. Структура Академии насчитывала 18 отделений, возглавляющих научные исследования разных направлений [39].

1.3. Проектирование и строительство объектов для науки как особый вид архитектурного проектирования [40].

В этот период, когда была создана и развивалась обширная сеть академических учреждений, одним из важнейших условий научных успехов являлось формирование материальной базы Академии. Велось проектирование и строительство зданий, сооружений и городов, предназначенных специально для деятельности научных коллективов. Почти все строительство осуществляли подразделения самой Академии, Центракадемстрой и проектный и научно-исследовательский институт (ГИПРОНИИ).

Строительство для науки как особая область проектирования, всегда ставила перед архитекторами ряд специфических задач. Это – и сложное взаимодействие архитектора и ученых, которые являются в определенном смысле заказчиками и носителями индивидуальных требований. Это – и учет быстрых изменений в методах и оборудовании научных исследований, что входит в известное противоречие с индивидуальными требованиями. Это – и сложность технических задач, определяемых технологиями и методами исследований и уникальностью научного оборудования. Особого подхода требует также креативность научного персонала. И, наконец, проблема, связанная с пространственным выражением социальной роли науки и ее особой значимости.

В ходе развития науки появляются все новые и новые типы научно-исследовательских институтов, лабораторий, обсерваторий, станций, экспериментальных установок и сооружений, музеев, вычислительных и информационных центров, опытных заводов и полигонов. Когда научные организации, объединенные в центры, притягивают к себе учреждения и предприятия, относящиеся к другим отраслям хозяйства, создаются многофункциональные системы, проектирование которых приобретает особую сложность.

Ведется поиск наиболее совершенных пространственных форм, способствующих оптимальному функционированию каждого научного учреждения, научного центра как

для решения производственных задач, так и для создания комфортных условий труда работников науки.

В Отделении научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ велись работы по перечисленным проблемам пространственной организации научных объектов – институтов, комплексов, центров, лабораторий. В ходе работ по этим проблемам были выработаны особые приемы и методики, отвечающие перечисленным задачам.

Были выпущены более 30 научных сборников, посвященных вопросам создания материальной базы науки, в которых освещались полученные результаты исследований и публиковались сведения о построенных объектах.

Результаты проведенных исследований выделяют проектирование объектов для научных работ в особый, сложный вид архитектурного проектирования.

Иллюстрации к разделу 1

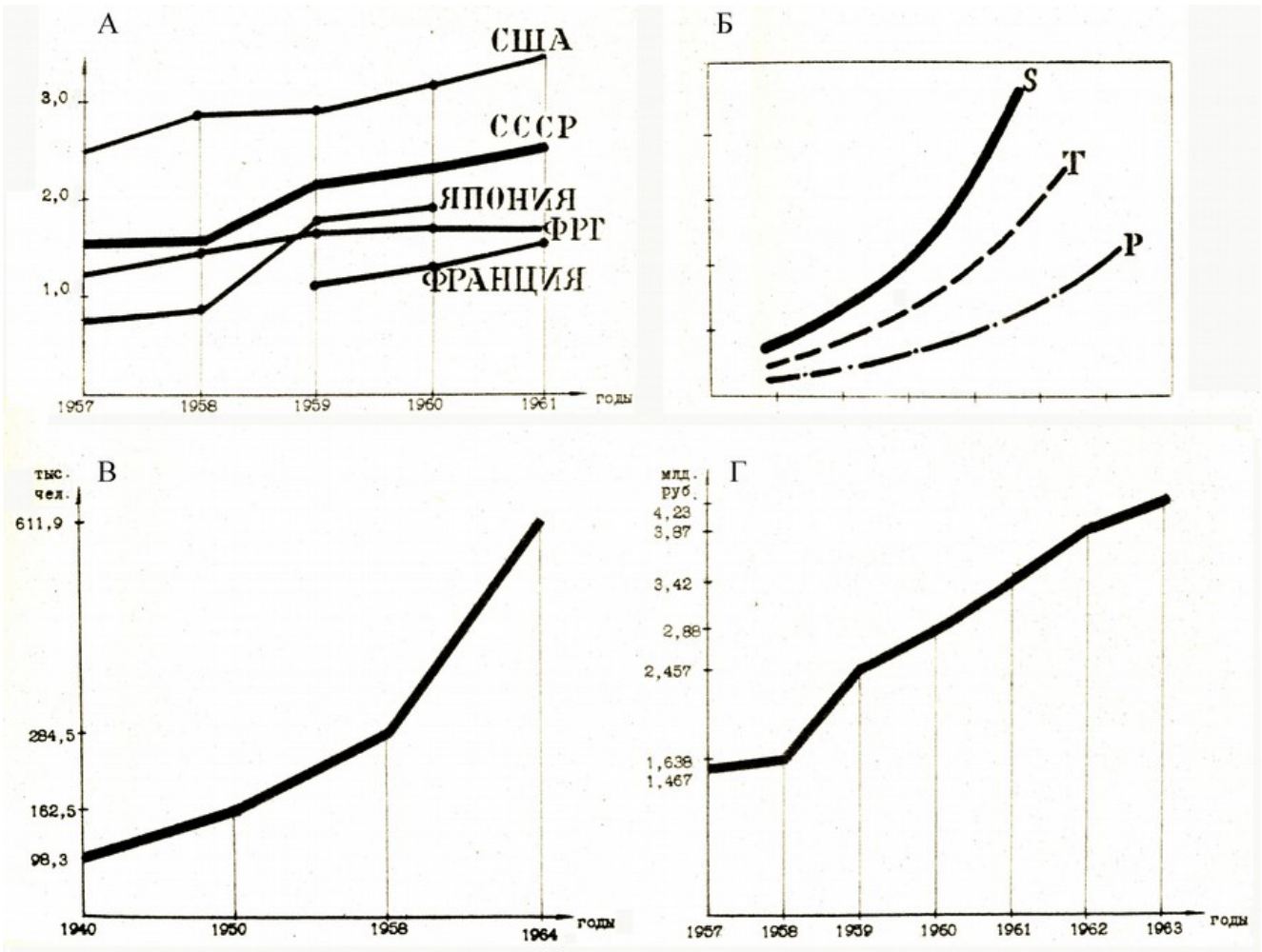


Рис.1.1.1

Основные показатели развития науки во второй половине XX века:

А – рост затрат на научно-исследовательские работы (в % от общего национального продукта, 1957-1961 гг.); Б – классическая триада: наука (S) – техника (Т) – производство (Р), сопоставление темпов развития; В рост численности научных сотрудников в СССР; Г – ассигнования на научные исследования в СССР

Рис.1.1.2. Схема размещения научных учреждений Академии наук (1975 г.)

А – на территории СССР:

а – города, в которых размещаются развитые комплексы научных учреждений, окруженные сетью учреждений за пределами города; б – города с внутригородскими комплексами научных учреждений; в – города и населенные пункты с отдельными научными учреждениями; 1 – Апатиты, 2 – Петрозаводск, 3 – Таллинн, 4 – Киев, 5 – Тбилиси, 6 – Махачкала, 7 – Сыктывкар, 8 – Горький, 9 – Казань, 10 – Уфа, 11 – Пермь, 12 – Свердловск, 13 – Душанбе, 14 – Ташкент, 15 – Фрунзе, 16 – Алма-Ата, 17 – Томск, 18 – Красноярск, 19 – Улан-Удэ, 20 – Чита, 21 – Хабаровск, 22 – Ново-Александровск, 23 – Уссурийск

Б – на территории Московской области:

1 – города и населенные пункты с отдельными учреждениями; 2 – города-научные центры с тремя и более учреждениями;

В – в Москве:

1 – крупные научные зоны, сосредотачивающие несколько учреждений; 2 – участки отдельных учреждений

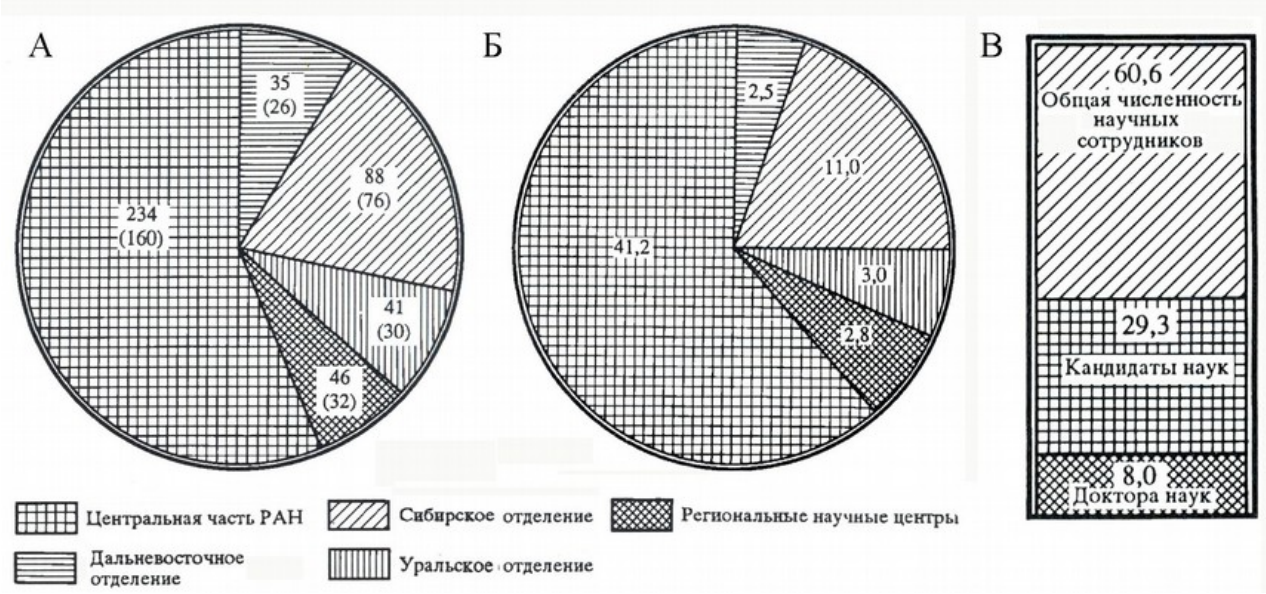


Рис.1.2.1. Российская Академия наук (на начало 1994 г.): А - число научных учреждений (институтов), Б - региональная структура научных кадров, тыс. чел, В - научные кадры, тыс. чел.

2. Основные тенденции пространственного развития современных объектов научно-инновационного назначения

Рассмотрение более 500 инновационных научно-инновационных объектов, созданных за последние полстолетия в 40 странах мира, позволяет выявить *тенденции* их пространственного развития.

Инновационная цепь «исследования – разработки – опытное производство» в каждом случае включает в себя звенья, получающие развитие в том или ином соотношении. Объекты развиваются на базе разных предприятий (университет, научно-исследовательский институт, промышленное предприятие); являются частью структуры инновационного парка или расположены в городе в виде отдельных объектов (научных, научно-технических, индустриальных отелей, инкубаторов бизнеса).

Все это определяет типологическое разнообразие объектов – от отдельного здания, группы зданий – до крупных территориальных комплексов.

Технологические, санитарно-гигиенические, экологические требования и ограничения определяют приемы пространственного зонирования функциональных подразделений, выбор способов защиты, размеры и типы санитарно-защитных зон.

При этом происходит постоянное усложнение процесса инновационных исследований и разработок; новый инструментарий, технологии и реактивы требуют постоянной специализации инфрастуктуры; открытия чаще всего совершаются на «стыках» наук, что определяет мультидисциплинарность современных исследований и требует участия в них большого числа специалистов разных профилей.

В результате происходит усложнение функциональной организации научно-инновационных объектов и увеличивает разнообразие ее элементов.

Эффективность инновационной деятельности все больше зависит от человеческого фактора. Для работы в научно-инновационных объектах привлекаются ученые с мировым именем и самые блестящие студенты, которые, в свою очередь, имеют повышенные требования к инструментарию, инфраструктуре, условиям труда, проживания и отдыха. Социальное окружение становится составной частью инфраструктуры объекта. Продуктивность коллегиального общения в деле выработки новых идей повышает значимость неформальных контактов, общения и отдыха - социального пространства в целом. Повышается уровень социальной ответственности научно-инновационных объектов, результаты их деятельности непосредственно влияют на социальное взаимодействие и уровень жизни общества. Отсюда рост требований к социальной инфраструктуре, развитие и усложнение ее организации.

Повышаются требования к составу и организации инженерной инфраструктуры, возможностям её наращивания и трансформации. Для многих отраслей науки характерен перенос значительной части затрат с области капитального строительства на область технического оснащения. Стоимость систем инженерного обеспечения отдельных случаях может составлять до 50% стоимости всего строительства. Службы технической поддержки требуют гибких решений, удовлетворяющих постоянно меняющимся требованиям многих исследователей.

В результате возрастает сложность и значимость инженерной инфраструктуры.

Повсеместное использование информационных технологий, миниатюризация объекта и инструментов исследования, преимущественное развитие микропромышленности, возможности виртуального проведения исследования и эксперимента приводят к возрастанию доли помещений для работы на персональном компьютере и снижению доли пространств для размещения крупного экспериментального оборудования.

В инструментальных лабораториях происходит переход к высокотехнологичному пространству; развитие инструментальной базы идет по «боксовому» типу, что позволяет отказываться от сложных и дорогостоящих строительных приемов организации изолированных рабочих пространств.

В результате имеет место сглаживание функциональной специфики организации пространства для разных видов инновационной деятельности и возрастания роли человеческого фактора.

Рисковый характер, изначально свойственный инновационной деятельности, определяет высокую степень строительных рисков при возведении научно-инновационных объектов. В их структуре увеличивается доля площадей для рисковых работ. Здания для временного пользования составляют сейчас до 70% в структуре научно-инновационных объектов. Это здания для сдачи в аренду, инкубаторы инноваций, научно-технические отели. При этом лишь 2-3% молодых компаний при инкубационной поддержке достигает успеха. Средняя продолжительность инновационной программы составляет 3 года, и имеет тенденцию к сокращению. Сроки сдачи помещений во временное пользование снижаются в среднем до 3-5 лет. За это время более 30% элементов здания претерпевают различные внедрения и переделки. Затраты на переделки в структуре здания могут увеличиваться в полтора раза из-за убытков вследствие простоя деятельности. Растет доля площадей временного использования и сокращается временной интервал между потребными трансформациями пространства.

В инновационных объектах необходимо учитывать факторы опасности времени, в котором мы живем и работаем. Помимо этого, сам характер инновационной деятельности отличается повышенной опасностью (в части технологии, оборудования, устройств, элементов, веществ исследовательского процесса).

Контроль безопасности инновационного процесса включает в себя:

- предотвращение возможностей опасности;
- использование безопасных способов отделки, оборудования, устройств, элементов и веществ исследовательского процесса;
- изоляция работающих от источников опасности;
- технический и административный контроль;
- использование персональных средств защиты.

Возрастание рисков является тенденцией развития инновационной деятельности.

Инновационные объекты отличаются большим энергопотреблением, что повышает выбросы парниковых газов в атмосферу и усиливает негативное воздействие на экологию. Поэтому чрезвычайно важно при проектировании научно-инновационных объектов обеспечивать:

- снижение энергопотребления (обеспечение естественного освещения, вентиляции, использование солнечной энергии для охлаждения и обогрева),

создание благоприятных условий для здоровья и самочувствия работающих (температурный комфорт, естественное освещение, благоприятные условия для социального общения), что сопровождается ростом (в среднем на 2%) производительности труда;

- «нулевое воздействие» на окружающую среду (минимизация выбросов парниковых газов в атмосферу, вторичное использование воздуха и воды, сокращение и переработка отходов, засоряющих окружающую среду).

Повсеместен рост требований к энергоэффективности и экологичности решений, к снижению вредного воздействия на экологию.

Эффективность инновационной деятельности напрямую зависит от размещения научно-инновационных объектов.

Ученым чрезвычайно важно создание творческой обстановки. Близость центров научных исследований и промышленной практики способствует возникновению взаимовыгодных импульсов. Необходима удобная связь с международным аэропортом,

центром и инфраструктурой крупного города, его культурно-информационными и просветительскими учреждениями, достопримечательностями. Требуется хорошая транспортная доступность, включающая в том числе и развитый общественный транспорт. Необходим высокий уровень социально-бытового обслуживания и качество жилья; возрастает роль взаимосвязей с природно-ландшафтной и исторической средой.

Такие условия наилучшим способом достигаются при организации инновационной деятельности по типу университетских кампусов, тяготеющих к местам концентрации высококвалифицированных научных кадров, какими являются комплексы научно-исследовательских институтов, высших учебных заведений. Здесь:

- группируется большое количество исследовательских учреждений с широким дисциплинарным спектром, который перекрывает все фазы исследований (в т.ч. фундаментальных) вплоть до практического использования результатов;
- создаются широкие возможности эффективной междисциплинарной работы;
- получает развитие соответствующая инфраструктура.

Еще одна важная тенденция – активное проведение работ по реновации существующего материально-технического фонда фундаментальной науки. Здания и сооружения приспосабливаются к современным научным технологиям. Важное место занимают работы по приспособлению существующих зданий в инновационной функции их использования – переделка под технопарки, старт-апы, бизнес-центры и проч.

Отмечаются различные подходы к реновации существующих (в т.ч. исторически-ценных) объектов, освещаются некоторые концептуальные положения по проблемам соотношения старого и нового. Число исторически-ценных объектов в Академии наук достаточно велико, начиная со здания Кунсткамеры и иных исторических построек в Санкт-Петербурге, а также застройки 30-50-х гг. на Ленинском проспекте в Москве. На одном полюсе - могут иметь место реставрационные или ремонтно-косметические работы, на другом – снос и новое строительство (в случае невозможности приспособления существующей постройки к новым технологиям).

Вопросы взаимодействия создаваемых объектов, окружающих ситуаций и формирования прилегающих территорий весьма важны. В условиях исторической застройки следует учитывать вопросы сосуществования с окружающими объектами; при этом это решается индивидуально в каждом конкретном случае. В новых районах научно-инновационный объект может стать важным градообразующим объектом. Особую социальную значимость приобретают такие инновационные структуры, как инкубаторы,

технопарки, старт-апы. Они способствуют решению важнейшей задачи трудоустройства и профессиональной переподготовки населения.

Таковы основные наиболее устойчивые *тенденции*, к настоящему времени определяющие направления архитектурного формирования научно-инновационных объектов.

3. Принципы и пространственные приемы архитектурно-функциональной организации объектов научно-инновационного назначения

3.1. Принципы

Анализ передового мирового и отечественного опыта проектирования и строительства объектов научно-инновационного назначения позволил сформулировать основные *принципы* архитектурно-планировочного формирования этих объектов, что должно способствовать совершенствованию проектных решений, создаваемых в условиях неопределенности, отсутствия полноценного задания на проектирование и конкретного заказчика.

Архитектурно-пространственное формирование инновационных объектов следует закономерностям, общим для современных зданий общественного, научного, производственного назначения. Однако некоторые положения являются отличительными, выделяющими научно-инновационные объекты в отдельный, сложный объект проектирования. Именно это положено в основу формулировки *принципов*, базовых для формирования архитектурно-планировочной структуры и оценки эффективности проектных решений научно-инновационных объектов..

Многофункциональность.

Современные высокоэффективные научно-инновационные объекты – структура, объединяющая множество функций и направлений: исследования, разработки (в т.ч. виртуальные), опытное производство, маркетинг, информационную и культурно-бытовую сферы, просвещение и образование, отдых и развлечения. Для этого необходимо создавать различные типы пространств, соответствующие осуществляемой в них деятельности.

В составе научно-инновационных объектов помещения разного назначения, такие, как:

рабочие, в т.ч. помещения для:

- компьютерных методов исследований и виртуального моделирования;
- лабораторных научно-исследовательских работ;
- проектно-конструкторских работ;
- тестовых испытаний образцов новой продукции;
- производства модельных и опытных образцов и т.п.;

административно-представительские, в т.ч.:

- офисные и административные помещения,

- комнаты для переговоров и совещаний,
- комнаты для тестирования;
- конференц-залы,
- выставочные помещения и т.п.;

социальные, в т.ч.:

- для просвещения, обучения и повышения квалификации (учебные классы, помещения для лекций и семинаров; демонстрации);
- для преодоления социально-психологических барьеров инновационной деятельности (помещения для деловых и личностных контактов, встреч, неформального общения, релаксации, отдыха, спорта),
- санитарно-гигиенические и бытовые помещения;

вспомогательно-технические, в т.ч.:

- общие инженерно-технические;
- специализированные инженерно-технологические;
- службы научных приборов, оборудования, связи;
- складское хозяйство и логистика.

Создание высокоэффективной междисциплинарной инновационной среды требует объединения всех функциональных элементов в единый взаимосвязанный организм, основанный на их взаимодействии, что обеспечивает устойчивость и эффективность научно-инновационных объектов. Основной целью такой пространственной интеграции является создание творческой среды, которая способствует зарождению, развитию и внедрению новых идей, их эффективности и конкурентоспособности, обеспечивает пространственный комфорт сотрудников, их здоровье и безопасность.

Социальный инжиниринг

В научно-инновационных объектах должно быть обеспечено взаимодействие, обмен информацией и знаниями между коллективами работников и компаниями.

Принципиальная позиция – включение социального окружения (в т.ч. зон, что ранее считались местами бытовой деятельности) важной составной частью инфраструктуры научно-инновационных объектов – как на уровне генплана, так и в составе здания, т.е. придание ему качеств «социального инжиниринга» [92]. Продуктивность коллегиального общения в деле выработки новых идей повышает значимость зон неформального общения, отдыха и спорта, атриумов, пешеходных галерей, залов для конференций, семинаров, выставок.

Важную роль в инновационном процессе играют также:

- развитие площадей рекламного и выставочного назначения, ориентированных на привлечение клиентов и потребителей;
- развитие объектов просвещения (классов для обучения, аудиторий), предназначенных в т.ч. для широкого круга заинтересованных лиц.

Повышение значимости социального инжиниринга ведет к росту уровня инновационных достижений, что в свою очередь определяет максимальное развитие и использование таких пространств. В современном научно-инновационном объекте социальные пространства могут превышать 20% его площадей.

Универсальность и гибкость.

Возрастают требования к универсальности, гибкости и трансформируемости пространства научно-инновационных объектов. В процессе деятельности отдельные функции могут видоизменяться и дополняться под влиянием социальных требований, технологии процесса и условий рынка. Возможность быстро реагировать на эти изменения – одно из важнейших условий успешной инновационной деятельности. В связи с короткими (2-3 года) сроками обновления оборудования в инновационном процессе (и тенденцией сокращения этого срока), необходимо обеспечение условий для работы часто сменяемых рабочих коллективов и технологий, что требует создания универсальных пространств и обеспечения мер по изменению их параметров (планировки, оборудования и коммуникаций, конструктивных нагрузок). Одним из критериев оценки проектного решения является степень приспособленности к изменениям, происходящим со временем в эксплуатации объекта в связи с требованиями персонала и технологии, при условии, что трансформация первоначального пространственного решения не требует значительных финансовых затрат.

Для этого целесообразно предусматривать разные типы пространств с группами параметров, универсальными для определенного вида инновационной деятельности:

- для процессов офисного типа, связанных с работой на компьютере – сетки (6-9)*(6-9) м, высоты 3,3-4,2 м;
- для процессов общелабораторного типа, связанных с работой на лабораторном оборудовании – сетки (9-12)*(9-12) м, высоты 3,6-6,0 м;
- для экспериментальных процессов, связанных с работой на крупногабаритном оборудовании – сетки (12-24)*(6-18) м, высоты 4,8-10,0 м;

Внутри каждой группы параметров гибкость и трансформируемость пространства может достигаться с помощью мобильных перегородок, кабин-«боксов», инвентарных стеллажных конструкций и т.п.

Следует учитывать, что изначально заложенные качества повышенной универсальности и гибкости пространственных решений научно-инновационных объектов повышают единовременную стоимость их строительства, снижая впоследствии стоимость работ по перепланировке и трансформации.

Резервирование.

Непредсказуемость инновационного процесса и его результатов предполагает в будущем возможность расширения и изменения его составляющих, что требует наличия резервов в структуре научно-инновационных объектов:

- - территории (территориальное резервирование для расширения зон и объектов комплекса всех назначений: рабочей, социальной, инженерной, вспомогательной, в т.ч. емкости паркингов);
- - площадей (создание резервного фонда объектов, разнообразных по пространственным параметрам, готовых принимать новые коллективы исследователей, ведущих различные инновационные разработки);
- - инженерно-энергетических мощностей (обеспечение возможности наращивания коммуникаций и резервирование пространств для их прокладки);
- - сервисных возможностей (обеспечение возможности расширения спектра услуг для сотрудников, объёма предоставления материалов, оборудования и вспомогательно-технических служб и резервирование связанных с этим пространств);
- - конструкций (обеспечение резервов конструктивной несущей способности с учетом изменения полезных нагрузок, связанных со сменой технологии, в зальных пространствах – резервирование возможности установки кранового оборудования).

Резервы, заложенные в проект, обеспечивают бесперебойное во времени и надежное с точки зрения инновационной эффективности функционирование научно-инновационных объектов.

Кооперированное и долевое пользование.

Определяющий признак инновационных центров — развитие кооперированных служб и систем для оказания инновационной поддержки. К ним относятся:

- службы научного приборостроения; технические, приборные и методические центры (предоставление уникальных приборов, экспериментальных установок – а в необходимых случаях и специально обученного персонала); технологические центры, центры внедрения;

- службы социального инжиниринга, центральные информационные, образовательно-просветительские учреждения, центры общественных контактов и коммуникаций; общественно-культурные, рекреационные, спортивные объекты.

- подразделения вспомогательного и технического обслуживания инновационного процесса (в т.ч. аналитические, инструментальные, виварии, и пр.).

Большинство перечисленных служб имеет двух- или трехступенчатую организацию: централизованные, кооперированные на несколько объектов; локализованные внутри рабочего пространства. Эти службы являются частью общей системы организации инновационной деятельности и направлены на повышение эффективности деятельности и снижения капитальных затрат. Объем и стоимость этих служб постоянно повышается.

Для бесперебойности и повышения эффективности инновационной деятельности необходима многоступенчатая организация системы долевого и кооперированного использования инфраструктурных объектов (вспомогательного, инженерно-технического, экспериментально-модельного, а также культурно-информационного, общественного, социально-бытового, спортивно-рекреационного и иного назначения). В зависимости от частоты использования (постоянное, периодическое, разовое) соответствующие службы могут входить в состав научно-инновационных объектов или располагаться в зоне удобного доступа.

Дополнительные возможности использования перечисленных служб дает выделение в структуре инновационных комплексов трех основных уровней организации инфраструктуры:

- общего центра для группы научно-инновационных объектов;
- общей зоны для отдельного объекта;
- общего пространства для группы помещений.

В этом случае наиболее полное развитие получают службы социального инжиниринга, а сопутствующие службы могут быть использованы с долевым участием. Развитие служб кооперированного и долевого использования ведет к повышению эффективности инновационной деятельности и снижению капитальных и производственных затрат.

Безопасность.

Включение в концепцию проектирования обеспечения безопасности процесса – одна из важнейших задач для архитектора. Необходимо обеспечить в научно-инновационных объектоах сочетание зон ограниченного доступа и зон, открытых для широкого круга посетителей.

Охрана здоровья и безопасности персонала, охрана интеллектуальной («ноу-хау») и физической собственности, защиты от чрезвычайных ситуаций, в т.ч. терроризма – предполагает комплекс объемно-планировочных, эксплуатационно-технических, административно-организационных мер. Необходимо:

- предотвращение любых опасностей (в т.ч. путем зонирования внутреннего пространства по степени опасности технологических процессов; изоляции работающих от источников опасности; создания объектов и зон недоступности, автономных входов, отсеков; сведение к минимуму пространств, где постороннему человеку можно спрятаться (применение остекленных перегородок и т.п.);

- использование современного безопасного оборудования и технического оснащения объекта, персональных средств защиты;

- обеспечение постоянного инженерно-технического и административного контроля за процессом.

Вместе с тем повышается ценность понятия «открытость» как жизненно необходимой для инноваций категории. Свободное перемещение информации как задача функционирования и развития современных компаний осуществляется в архитектуре, максимально открытой новым идеям, тенденциям, изменениям. Успешный и устойчивый научно-инновационный объект должен обеспечивать возможность прямого диалога с клиентом, гибкость и открытость. Этому служат градостроительные и образные решения (раскрытие границ объектов, интеграция в городскую среду), социальные, функциональные и технологические средства (расширение клиентских зон, общественных пространств).

Экономичность и пассивная стратегия энергодизайна.

Экономичность научно-инновационных объектов является определяющим условием их создания. Экономичные решения позволяют начинающим фирмам с помощью ограниченного венчурного капитала разворачивать инновационную деятельность. Здания инновационного назначения часто создаются с применением венчурного капитала, что обостряет вопросы экономичности.

Как часть комплексного подхода к формированию инновационной среды, экономичность влияет на весь цикл существования объекта – проектирование,

строительство, эксплуатацию и утилизацию. Экономичность решений комплекса повышается с применением унифицированных пространственных блоков-модулей и строительных элементов заводского изготовления.

Принцип экономичности связан с концепцией пассивной стратегии энергодизайна, обеспечивающей снижение энергопотребления в строительстве и эксплуатации путем применения объемно-планировочных и инженерных решений, использования природных источников энергии, развития альтернативных систем жизнеобеспечения зданий, а также создание комфортных условий для человека. Помимо снижения эксплуатационных расходов, это влечет за собой повышение качества рабочей среды (светового, акустического, температурно-влажностного микроклимата) и продуктивности работы сотрудников. Энергоэффективность и снижение вредных выбросов ведет к интеграции принципов экологичности в проектных решениях, цель которых - обеспечение т.н. «нулевого» воздействия инновационного процесса на окружающую среду.

Применение пассивной стратегии энергодизайна при проектировании ИНПО определяет выбор архитектурных приемов, форм, технологий и материалов.

В современных научно-инновационных объектах, ориентированных на устойчивость и успех в будущем, вопросы экологии и энергоэффективности включаются в общую идеологическую стратегию. Их реализацию обеспечивают архитектурно-планировочные (форма, оболочка и внутренняя структура зданий) и инженерные решения (регенерация ресурсов, экономия энергии).

Качество архитектурных решений.

Повышается требования к архитектурной выразительности облика архитектурных ансамблей.

К созданию многих научно-инновационных объектов привлекаются мастера первого ряда (Ричард Роджерс, Норман Фостер, Николас Гримшоу, Ренцо Пиано, Витторио Греготти, Доменик Перро и другие). Интерес к объектам такого рода в свое время проявляли Людвиг Мис Ван дер Роэ, Фрэнк-Ллойд Райт, Ээро Сааринен, Филип Джонсон, Луис Кан, Марсель Брейер. В результате их деятельности среди научно-производственных инновационных объектов созданы признанные шедевры, архитектурные образцы, сочетающие новаторство форм и инженерных решений. Многие российские архитекторы внесли большой вклад в дело развития и совершенствования архитектурных приемов и средств создания научно-инновационных объектов – это И. Жолтовский, А. Щусев, Л. Поляков, Ю. Платонов, Л.Павлов и др. Интерес к этой области архитектурного творчества высок и сейчас.

Вопросы качества архитектурных решений оказывают существенное влияние на успешность и устойчивость научно-инновационных объектов и определяют не только их архитектурную, но культурную, социальную и экономическую ценность. Комфортность условий труда включает высокий качественный уровень архитектуры, выражаемый в общей концепции размещения, планировочных, конструктивных, инженерных, художественных решений, применяемых строительных материалах и технологиях, элементах благоустройства и дизайна.

Требования клиентов, инвесторов и сотрудников обуславливают преобладание в научно-инновационных объектов таких образных характеристик, как представительность, солидность, надежность; необходимость ощущения сопричастности культуре компании, информирования, привлечения клиентов, создания позитивной архитектурно-образной среды. Значительное внимание уделяется решениям интерьеров, происходит т.н. «обращение архитектуры внутрь здания». Яркие, броские образные элементы сосредотачиваются в репрезентативных зонах (головные офисы, штаб-квартиры компаний).

Таковы основные принципы, которые, по нашему мнению, должны быть положены в основу архитектурных решений при проектировании научно-инновационных объектов в условиях неопределенности, непредсказуемости и изменчивости характера и путей развития инновационной деятельности.

С использованием этих принципов работа архитектора может способствовать успешности инновационных исследований и разработок, повышению эффективности и безопасности труда, улучшению социального взаимодействия.

Сегодня к созданию российских инновационных объектов часто привлекаются зарубежные специалисты-проектировщики. В этой ситуации особое значение для отечественных архитекторов приобретает освоение прогрессивного мирового опыта, знание тенденций и принципов формирования научно-инновационных объектов. Это поможет в обоснованном выборе пространственных приемов проектирования.

3.2. Основные пространственные приемы

3.2.1. Объемно-планировочная организация (рис. 3.2.1.1-3.2.1.2)

Пространства, входящие в состав научно-инновационных объектов, предназначены для осуществления деятельности в рамках инновационной цепи: исследования – разработки – опытное производство. Перечисленным звеньям инновационной цепи соответствуют площади:

- - рабочего назначения (исследовательского, экспериментального, опытно-производственного, офисного);
- - обслуживающей их инфраструктуры:
- социальной (в т.ч.: информационно-просветительской, социально-культурной, рекреационной, объектов административного и представительского назначения)
- и инженерно-технической.

Пространства, разнородные по назначению, функциональным и технологическим требованиям, отличаются разнообразием *состава, размеров и планировочных решений*. В зависимости от преобладающего вида деятельности, в научно-инновационных объектах получают преимущественное развитие те или иные рабочие площади. Одним из примеров крупного инновационного комплекса, наиболее полно сочетающего все звенья инновационной цепи, можно назвать Научно-исследовательский центр технологических лазеров Российской Академии Наук в Шатуре, Мос.обл.

Средняя продолжительность инновационной программы составляет 3 года, и за этот срок 30% элементов здания претерпевают различные внедрения и переделки, которые происходят вследствие изменений финансирования и технологий исследования, численности и специализации персонала, продвижения продукции на рынке, слияний или разделений фирм, изменения законодательства и пр. [88]. Часто в строящееся в течение двух лет здание приходится вносить планировочные изменения на трети его полезной площади еще до ввода здания в эксплуатацию. По степени радикальности существуют три уровня внедрений и переделок, которые приходится производить в структуре здания:

косметический ремонт;

переделки в существующих помещениях (новое оборудование, освещение, потолки, полы);

изменение 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% (косметический ремонт), 5-10% (переделки в существующих помещениях), 25-50% (изменение планировки) [101]. Условием успешности решения здания 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. Лабораторные пространства должны обладать максимальной гибкостью (и соответственно – высокой стоимостью в расчете на 1 $м^2$). Поэтому 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, соответственно, стоимость их $м^2$ ниже. Учет конкретных пожеланий пользователей позволяет проектировать здание именно для них, но может не удовлетворять будущим требованиям. Поэтому важно не следовать непосредственно сиюминутным пожеланиям клиента, но пытаться учесть и большинство будущих требований, возникающих с изменением персонала исследователей. Такая концепция проектирования называется концепцией общих лабораторий.

Требования к конструктивным элементам и инженерному оборудованию научно-инновационных объектов предъявляются на основании технологических требований по отдельным видам помещений [44].

Конструктивные элементы рассчитываются исходя из следующих временных длительных нормативных нагрузок:

- для лабораторных и общественных помещений – 400 $кгс/м^2$;
- для опытно-производственных и экспериментальных помещений 1000 $кгс/м^2$.

Все конструктивные элементы должны отвечать требованиям противопожарных норм и нормативов защиты от шума. Должна быть обеспечена взаимная изоляция помещений разных категорий, размещаемых в одном здании.

Должны быть предусмотрены:

- модульность разрезки наружных ограждений на отдельные элементы, обеспечивающая возможность их демонтажа в случае перспективного расширения здания или перепланировки;
- возможность крепления инженерных коммуникаций к ограждающим конструкциям;

- индустриальные способы заделки отверстий в местах возможного пропуска инженерных коммуникаций.

Размещение в плане внутренних перегородок, лестничных клеток, лифтовых шахт, сантехнических кабин и размеры их элементов должны соответствовать модульной сетке. Перегородки – стационарные и трансформирующиеся, глухие, остекленные, сетчатые, на полную и не на полную высоту помещения, без внутренних пазух. Крепления панелей перегородок предусматривают возможность их демонтажа при перепланировке помещений. Должна быть предусмотрена возможность пропуска инженерных коммуникаций через перегородки. Проемы окон, дверей и ворот должны быть решены в модульных размерах с элементами наружного ограждения. В отношении уровня шума и огнестойкости соблюдаются требования СниП. Подвесные потолки должны обеспечивать необходимую степень герметичности помещений. Зенитные фонари могут быть предусмотрены в помещениях экспериментального, производственного, научно-производственного назначения.

Рабочие помещения

В состав исследовательских площадей входят лабораторные помещения, в т.ч. офисного типа (для теоретических работ, виртуальных исследований, камеральной обработки результатов эксперимента, обучения) и инструментального типа (для работы с малогабаритным оборудованием), а также специальные лаборатории (для работы со специальными установками и крупногабаритным оборудованием) [24].

Научно-исследовательская лаборатория (биофизика, биохимия, микробиология, химия, физика) – развитая группа помещений. Они различаются по профилю, размерам, назначению, условиям среды, насыщению разнообразно оборудованными рабочими местами. В биологических лабораториях в состав группы, как правило, включаются помещения для экспериментальных работ, кабинеты, помещения для приборов, темные и термостатированные комнаты. Для работы в условиях стерильности оборудуются кабины (боксы). В ряде случаев для биофизических исследований нужно предусматривать экранированные помещения, специальные изолированные камеры. В химических лабораториях в состав групп помещений, кроме комнат для экспериментальных работ, включаются аналитические, весовые, моечные. В физических лабораториях применяются планировки двух основных типов: в первом в различных вариантах сочетаются физические лаборатории и кабинеты для теоретических занятий, во втором вокруг помещения с крупной исследовательской установкой группируются вспомогательные помещения различного назначения.

Применяются разные приемы размещения офисов «генераторов идей» относительно рабочих помещений, где происходит разработка и апробация результатов. Чаще офисы бывают объединены в общий блок, а исследовательские лаборатории и опытные производства блокируются в зависимости от требований каждого направления работ – в этом случае существует больше возможностей и для креативного общения, и для кооперирования вспомогательных служб. Однако в ряде случаев офисы «генераторов идей» находятся в непосредственной связи с их зоной разработки. Это позволяет создавать относительно самостоятельные, функционально комплектные «единицы приращения» структуры комплекса.

Определенное значение при выборе общего планировочного решения групп помещений имеет и характер исследования – с применением жидких сред (мокрый процесс) или без (сухой процесс). В лабораториях с мокрым процессом (химических и биологических) обычно совмещаются в одном помещении теоретическая и экспериментальная работа. В исследованиях с сухим процессом (физических) отдается предпочтение раздельному размещению лабораторий и теоретических кабинетов. Иногда кабинеты физиков располагаются даже в отдельном крыле здания, однако в общем случае научные работники предпочитают такие решения, при которых кабинеты находятся в непосредственной близости от лабораторий.

При проектировании лабораторий следует учитывать наиболее общие опасности исследовательского процесса и соответствующее им специализированное оборудование:

– процессы с токсичными, пылящими, корродирующими, легковоспламеняющимися веществами (необходимы местные верхние вытяжные шкафы);

– процессы с нижним отведением жидких сред (требуются анатомические столы, столы фильтрации реагентов);

– процессы, где необходима защита персонала от биологических вредностей (бактерии, вирусы) требуют создания «биологически-безопасного кабинета»;

– процессы, требующие постоянной подачи чистого воздуха в зону производства продукта (необходимы «кабинеты ламинарного потока»; «чистые комнаты-боксы»);

– работа по испытаниям на прочность и растяжение, где образец может физически воздействовать на окружение, должна проводиться на специальных испытательных стендах, место оператора должно быть отгорожено экранами;

– испытания с высоковольтным оборудованием требует специальных мер предосторожности;

– работа с радиоактивными веществами и материалами и работа в среде с повышенной радиацией и ионизацией требует специальных мер защиты;

– горючие жидкости должны храниться в лаборатории, где организован «кабинет безопасной работы с горючими жидкостями»; существуют предельные размеры площади опасных зон в лаборатории;

– складирование в лаборатории вызывающих коррозию веществ опасно для инструментария, и необходима усиленная вентиляция таких мест складирования.

Чтобы избежать опасного взаимного воздействия посетителей и лабораторных процессов, последние следует проектировать в изолированных недоступных для посетителей зонах. Возможно также создание изолированной галереи, предназначенной в целях обучения, информации и рекламы для внешнего наблюдения за происходящим внутри лаборатории; при этом непосредственный доступ зрителей в лабораторию закрыт.

Получают распространение различные приемы организации групповых рабочих мест и планировки рабочих помещений. Применяются широкие корпуса исследовательского назначения, где рабочие помещения (чистые комнаты, опытные или экспериментальные пространства и пр.), а также вспомогательные службы (термостатированные помещения, фотолаборатории и другие) в центральном ядре здания, а по периметру к световому фронту примыкают исследовательские лаборатории. Иногда периметральная зона этажа образована офисными помещениями, а средняя часть его формируется из лабораторных помещений, лишенных 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, помимо рекреации, может быть осуществлена прокладка распределительных инженерных коммуникаций.

Планировка в коридорных лабораторных зданиях может иметь один, два, несколько коридоров. Двойной коридор предусматривается в зданиях с большим количеством помещений вспомогательно-технического назначения и складов, которые могут быть безоконными и располагаться в срединной зоне между коридорами. Недостаток – доступ от лабораторий к службам – через коридор. Одинарный коридор обычно предпочтителен [101]. Ранее часто проектировался коридор, сдвинутый в одну из сторон, но сегодня в целях гибкости обе зоны по две стороны от коридора могут быть одинаковых размеров. Вспомогательные службы могут непосредственно примыкать к лаборатории. Ширина коридора не менее 1500 мм. Двери должны открываться внутрь помещений. В последние годы все большее распространение получают решения, где коридоры расположены у наружных стен здания. Здесь определенные преимущества получают условия размещения

инженерных коммуникаций, однако при этом рабочие помещения освещаются лишь вторым светом.

Рабочие места могут быть организованы по «полуостровному» или островному типу; могут быть расположены вдоль наружных стен, стен, перпендикулярных к наружным, могут быть отделены проходом от наружных стен (это предпочтительно в случае пожароопасных работ).

Для гибкости лаборатории предпочтительно организовывать свободную планировку внутри общего большого пространства. Однако некоторые лаборатории требуют изолирующих конструкций ограждения (факторы: ионизирующая радиация, канцерогены, шумы, требования чистоты среды, а также требования секретности переговоров).

Уровень освещенности рабочей поверхности – обычно 500 люкс. Специальные меры в интерьере – такие как зеркальные жалюзи, сенсоры дневного освещения, непрямое освещение рабочих поверхностей и пр. помогают сэкономить до 75% электроэнергии на освещение.

Стены и потолки должны быть из водонепроницаемых, непористых и легко моющихся материалов. Пол в лаборатории плоский и не должен иметь уступов по высоте. В случае опасности попадания избытка воды на пол, уклон лучше делать к двери. Но, по сравнению с прошлым опытом, сегодня редко ведутся лабораторные эксперименты с большим количеством жидкостей. Покрытие пола специальное, моющееся, гладкое, заходящее на стены на 150 мм. Некоторые лаборатории должны иметь нескользкий пол. Должны быть предусмотрены аварийные души для персонала. Канализационные стоки из лаборатории не следует размещать под аварийными душами.

Конструкторское бюро предназначено для проектно-конструкторских, технологических, экспериментально-макетных разработок новых предложений, выдвинутых в ходе научных исследований. Здесь предусматриваются следующие группы помещений (в зависимости от оборудования рабочих мест):

- оборудованные проектные залы и комнаты;
- залы экспериментально-макетного проектирования и макетные мастерские, оборудованные специальными станками, приспособлениями, устройствами.

В состав научно-инновационных объектов обычно входят помещения опытного производства экспериментальных образцов, залы тестовых испытаний образцов новой продукции, экспериментально-производственные стенды, цехи, мастерские. Здесь выполняется отработка новых промышленных технологий, производство модельных и опытных образцов – единичных экземпляров или малых серий для внедрения в промышленное производство. В таких помещениях может также производиться

изготовление, ремонт и наладка экспериментального научного оборудования и приборов для нужд высокотехнологичного процесса; поверка измерительных приборов, технологическое обеспечение проведения выездных экспериментальных работ. Названные помещения могут решаться в виде отдельных (обычно малоэтажных) строений, встроенных или пристроенных блоков. Также в составе лабораторных корпусов могут предусматриваться специализированные мастерские (участки) обслуживания лабораторий перечисленными видами работ.

Помещения инфраструктуры

В составе инфраструктуры инновационных объектов повышается значимость и возрастает доля служб кооперированного использования [64] . Для структурирования и определения размеров служб кооперированного использования инновационного центра не существует схем, так как на них оказывают влияние научно-стратегическая концепция и главные исследовательские учреждения центра, структура и условия организации исследований, растущая роль фундаментальных исследований как потенциала для развития технологического обновления промышленности, имеющиеся материально-технические, кадровые, организационные и социальные условия. Целесообразна *многоступенчатая организация* научной инфраструктуры, в т.ч. и её служб кооперированного использования.

Централизованное в инновационном центре научное приборостроение опирается на отделения научного приборостроения в институтах центра и обеспечивает, кроме прочего, доступность высокоспециализированных научных технологий и производственных методов. Кроме того, оно ориентировано на изготовление малых серий исследовательских приборов, которые применяются в широком круге учреждений научного центра.

Составными частями центра информации, образования, просвещения, общественных контактов и коммуникаций являются: центральная библиотека, информационный и документационный центр, координационный центр по международной научной коммуникации, вычислительный центр, центр для проведения совещаний, конгрессов и выставок с многообразными возможностями обмена опытом между учеными, центр для научно-технических и коммерческих (маркетинг) консультаций, учебный центр для передачи новейших научно-методических и приборостроительных знаний, а также дисциплинарных и междисциплинарных новейших научных достижений и т.п. Такой центр обеспечивает быстрое и всеохватывающее распространение предметной информации и создает многообразные условия для личных контактов учёных как в рамках

конференций, так и в индивидуальном порядке, включает также возможности предоставления гостиниц и занятий спортом.

Технические, приборные и методические центры используются в качестве базы для проката исследовательских приборов с определенным приборным профилем и обладают обширными сервисными обязанностями. Отдельным клиентам инновационного центра могут предоставляться для использования приборы со специфическими требованиями к их рабочему помещению, в том числе – уникальные приборы, используемые разными пользователями, с предоставлением в необходимых случаях специально обученного персонала. Также могут предоставляться в пользование рабочие помещения с повышенной гибкостью, вариантностью и приспособляемостью, в которых реализованы и централизованы специальные дорогостоящие условия и установки; они предоставляются для пользования клиентам с собственными или взятыми напрокат исследовательскими приборами, и при необходимости они могут быть быстро приспособлены к соответствующим требованиям пользователя. Методические и диагностические центры предлагают широкому кругу пользователей в качестве научных услуг массовые и периодические исследования и обладают соответствующим кадровым потенциалом и специализированным оборудованием.

Особую значимость приобретают кооперированные службы в случае различных форм инкубационной поддержки начинающих фирм, и в первую очередь – организации «пре-инкубаторов», где инновационные компании не берут в аренду помещения в технопарке, но пользуются всей его инфраструктурой.

Социальная инфраструктура

В связи с повсеместным использованием информационных технологий, преимущественным развитием высокотехнологичных процессов, возможностями виртуального проведения исследования и эксперимента происходит некоторое сглаживание функциональной специфики, обобщение требований к организации пространства для экспериментальных исследований в научно-инновационных объектах. Наряду с этим на первый план выдвигается задача создания максимально комфортных условий труда для человека – творца [58]. Продуктивность коллегиального общения в деле выработки новых идей повышает значимость социально-информационных подразделений. Факторами дальнейшего роста требований к социальной инфраструктуре научно-инновационных объектов являются:

- возрастающие потребности в информационном обеспечении;
- напряженная и связанная с высокими рисками умственная деятельность;

- высокая квалификация персонала и связанный с этим высокий уровень культурных и социально-бытовых потребностей;
- возможности рационального зонирования и локализации технологических вредностей процесса;
- рыночная ориентация инновационной деятельности, требующая широкого рекламного обеспечения.

Все это ведет к расширению состава и пространственному развитию служб социальной инфраструктуры, повышению уровня комфорта среды для труда и отдыха. Создаются комплексы, где достигается пространственное единство производственной и ландшафтно-парковой рекреационной территории. ИНПО должен включать развитую инфраструктуру для общения, в которой сообщество исследователей и разработчиков может полезно и приятно проводить минуты отдыха. Планировка территории должна создавать или смещать «центр притяжения» к комплексу научных исследований, провоцируя использование личностных контактов и взаимодействий. Опыт показывает, что случайные встречи также приводят к новым открытиям. Этому способствует создание центрального кафетерия, гостиницы, учебных заведений.

Успешное развитие высоких технологий связывается с всемерной поддержкой малого и среднего бизнеса, созданием новых рабочих мест, обеспечением условий переподготовки кадров и повышения их квалификации. Увеличивается роль информации и рекламы, т.н. «public relations», содействующих привлечению новых клиентов, а также продвижению инноваций на рынке.

Входящие в состав научно-инновационных объектов пространства социальной инфраструктуры разнообразны по назначению и архитектурным решениям. Развиваются информационные, выставочные, рекреационные, спортивные, развлекательные зоны. Службы социальной инфраструктуры отличает многоуровневая организация, сочетающая объекты кооперированного использования разного уровня, обслуживающие комплекс ИНПО или несколько рабочих групп, с локальными пространствами общественно-бытового назначения в составе рабочих подразделений.

Крупные самостоятельные кооперированные объекты могут обслуживать не только сотрудников научно-инновационных объектов, но и жителей прилегающих районов. Это – выразительные здания, отличающиеся уникальными и запоминающимися решениями. Другой уровень кооперации рассчитан на обслуживание сотрудников и посетителей ИНПО. Такие объекты могут существовать отдельно или входить в состав зданий и быть встроенными или пристроенными к ним; встречаются также сочетания этих решений. В составе рабочих корпусов также необходима развитая сеть социальных пространств,

предназначенных для общественно-бытового обслуживания и неформальных контактов сотрудников отдельных рабочих подразделений, группы помещений, одного этажа и пр.

В состав служб социальной инфраструктуры входят:

- центры информации (информационные, медиа-центры, библиотеки);
- конференц-зал с фойе, залы для симпозиумов, семинаров;
- помещения для совещаний, переговоров;
- помещения для обучения и просвещения – аудитории, залы для лекций и семинаров;
- помещения для рекламной деятельности, презентаций, выставок, экспозиций;
- центры общественной активности, митингов, форумов;
- центры спорта и развлечений и пр.

Кроме того, сюда также можно отнести административные и вспомогательные помещения: службы координации, регистратура, консалтинговая поддержка начинающих предприятий; службы доступа к исследовательским и технологическим возможностям базового предприятия, копирования и размножения; круглосуточная охрана и пр.

Значительное развитие получают локальные зоны неформального общения и отдыха. Ряд подразделений, ранее относившихся к помещениям общественно-бытового назначения, приобретают значение служб *«социального инжиниринга»* [88]. То, что ранее считалось местами бытовой деятельности, получает значительную важность: в зданиях создаются специальные зоны (обычно с естественным освещением и красивыми видами из окон), где люди могут встретиться, передохнуть, поговорить. Для повышения эффективности контактов такие пространства могут быть оснащены компьютерами, грифельными досками, аудио-визуальным оборудованием.

Повышение значимости служб социального инжиниринга ведет к повышению уровня инновационных достижений. Задача архитектора – создать возможность контактов между сотрудниками.

В составе социальной инфраструктуры также – санитарно-бытовые помещения: гардеробные, душевые, умывальные, уборные, места для размещения душевых кабин, устройств питьевого водоснабжения, помещения для обогрева или охлаждения, обработки, хранения и выдачи спецодежды.

В современном научно-инновационном объекте социальные пространства могут составлять 5-20% его площадей.

Инженерно-техническая инфраструктура

В зданиях научно-инновационных объектов необходимо размещение как общих, так и специальных инженерно-технологических инженерных систем. Сюда входят [24,50]:

- - службы специализированного инженерно-технологического обеспечения инновационного процесса и инженерной подготовки научного эксперимента (криогенная, компрессорная, воздуходувная, хладоцентр, вакуум-насосная, отделение газификации инертных газов и пр.);
- - службы инженерного обеспечения и обслуживания зданий, в том числе вентцентр, трансформаторная подстанция, тепловой пункт, службы водоснабжения, отопления и вентиляции, кондиционирования воздуха; горячего и холодного водоснабжения и канализации; электроснабжения; бытового газоснабжения (при необходимости); устройства подключения к телекоммуникациям, высокоскоростным системам связи, телефонной сети.
- - службы ремонта и эксплуатации зданий и сооружений, обслуживания тепловых, электрических и др. сетей и инженерно-технического оборудования; в составе ремонтных подразделений предусматриваются инструментально-раздаточные, склады вспомогательных запасных частей, склады металлов и пиломатериалов;
- - склады материалов, приборов, оборудования, химикатов, реактивов, баллонов, ядов и пр.;

пространства для логистической деятельности, помещения хранения готовой продукции.

В зданиях научно-инновационных объектов сложность систем инженерного обеспечения постоянно возрастает. Их стоимость может составлять до 50% стоимости строительства всего здания [88]. Меняется соотношение вспомогательных и технических площадей и площадей основного рабочего назначения. Например, в биологии это соотношение 20 лет назад равнялось 1:3, ныне – достигает 1:1 (для химических и инженерно-технологических лабораторий этот показатель может быть еще больше).

Организация инженерных систем и связанных с ними технических пространств требует гибких решений, т.к. они должны удовлетворять меняющимся требованиям многих исследователей [56].

Гибкость планировки зданий научно-инновационных объектов напрямую зависит от способа организации инженерного обслуживания рабочих площадей, от расположения вертикальных шахт инженерных коммуникаций по отношению к площадям научно-производственного назначения (внутри или вне них) и от возможности подключения коммуникаций к технологическому оборудованию (в любом месте или в заранее определенных местах). По степени гибкости предпочтительно размещение вертикальных коммуникаций в крупных наружных шахтах («ядрах»).

При рассмотрении вариантов очевидно, что с ростом гибкости увеличивается строительная стоимость. Наиболее гибкое решение является и наиболее затратным.

Инженерные коммуникации могут быть разделены на магистральные, распределительные и питающие. Магистральные коммуникации обслуживают здание, распределительные – локальный участок здания; питающие коммуникации идут от распределительных к потребителю.

Прокладка распределительных инженерных коммуникаций в зданиях производится различными способами [90]:

- открыто, путем крепления трубопроводов к несущим и ограждающим конструкциям или прокладки по специальным эстакадам;
- скрыто:
  - в горизонтальном направлении — в верхних или нижних технических пространствах (технических, цокольных, подвальных этажах, за подшивными потолками, фальшполами, в межферменном пространстве и пр.), в технических коридорах;
  - в вертикальном направлении – в технических коридорах и нишах.

Каждый способ имеет ряд преимуществ и недостатков. За рубежом часто отдают предпочтение скрытому способу прокладки инженерных сетей в технических коридорах (внутренних или наружных) или в верхних и нижних технических пространствах. Это облегчает трансформцию и эксплуатационное обслуживание сетей, обеспечивает достаточную чистоту и гибкость пространств, размещенных вне технического коридора. Открытый способ прокладки коммуникаций наиболее гибкий и простой в смысле трансформации, а также наименее дорогостоящий. Этот способ распространен в помещениях исследовательских лабораторий [88, 101], а также в универсальных помещениях индустриальных отелей [111].

Одноуровневая лаборатория – наиболее гибкое решение с точки зрения организации инженерных подводок, трансформации пространства, общих условий для персонала. Подача и отвод сред может производиться с нижнего уровня прямо к рабочим местам, верхнее техническое пространство облегчает вентиляцию и кондиционирование, а также отвод воздуха и газов. Высота от пола до потолка рабочего пространства может быть принята, исходя их технологических условий. При этом снижение высоты помещения ведет к экономии электроэнергии на кондиционирование и освещение. В многоэтажном здании также можно создавать междуэтажные технические пространства, но это значительно повышает стоимость строительства.

Одним из недостатков многоэтажных зданий лабораторий является необходимость устройства вертикальных инженерных шахт. По противопожарным требованиям такие

вертикальные шахты должны иметь промежуточные диафрагмы, препятствующие распространению огня. Поэтажные распределительные газопроводы, выходящие из вертикальных шахт, должны быть открытыми из-за опасности создания в коробах взрывоопасных смесей. Крепление их должно предоставлять возможность удобной эксплуатации и опознавания.

В последнее десятилетие за рубежом широкое распространение приобретает способ организации инженерно-технической зоны в составе наружного технического пространства. Основное его преимущество по сравнению с внутренними способами прокладки инженерно-технических коммуникаций, кроме экономии средств – это возможность перекладки и трансформации сетей на одном уровне и в одно время с проведением научных исследований, без причинения какого-либо беспокойства для сотрудников. Кроме того, это – удобство мойки окон. Все инженерно-технические трубопроводы при этом крепятся снаружи к стене лаборатории; солнцезащитные жалюзи – к стойкам, поддерживающим наружное светопрозрачное ограждение здания.

Для наилучшей организации инженерного обеспечения зданий применяется четкое деление на рабочую и инженерно-техническую зоны. Площадь последней в случае повышенных требований процесса к параметрам среды может превышать площадь рабочей зоны.

Во избежание перекрестного загрязнения среды и для обеспечения необходимого обеззараживания в здании нежелательно предусматривать централизованную систему кондиционирования. Децентрализованное кондиционирование нужно обеспечивать поэтажно, на части этажа, или в масштабах отдельной лаборатории – при необходимости.

Места соединения подводящих трубопроводов (газы, жидкости и пр.) и труб канализации следует предусматривать в вертикальных или горизонтальных инженерных пространствах таким образом, чтобы эти места могли быть легко идентифицированы, обслуживаемы, изменены или трансформируемы без конструктивных переделок. В экстренных случаях поврежденные зоны трубопроводов должны быть быстро обнаружены и отключены.

Иллюстрации к разделу 3.2.1.

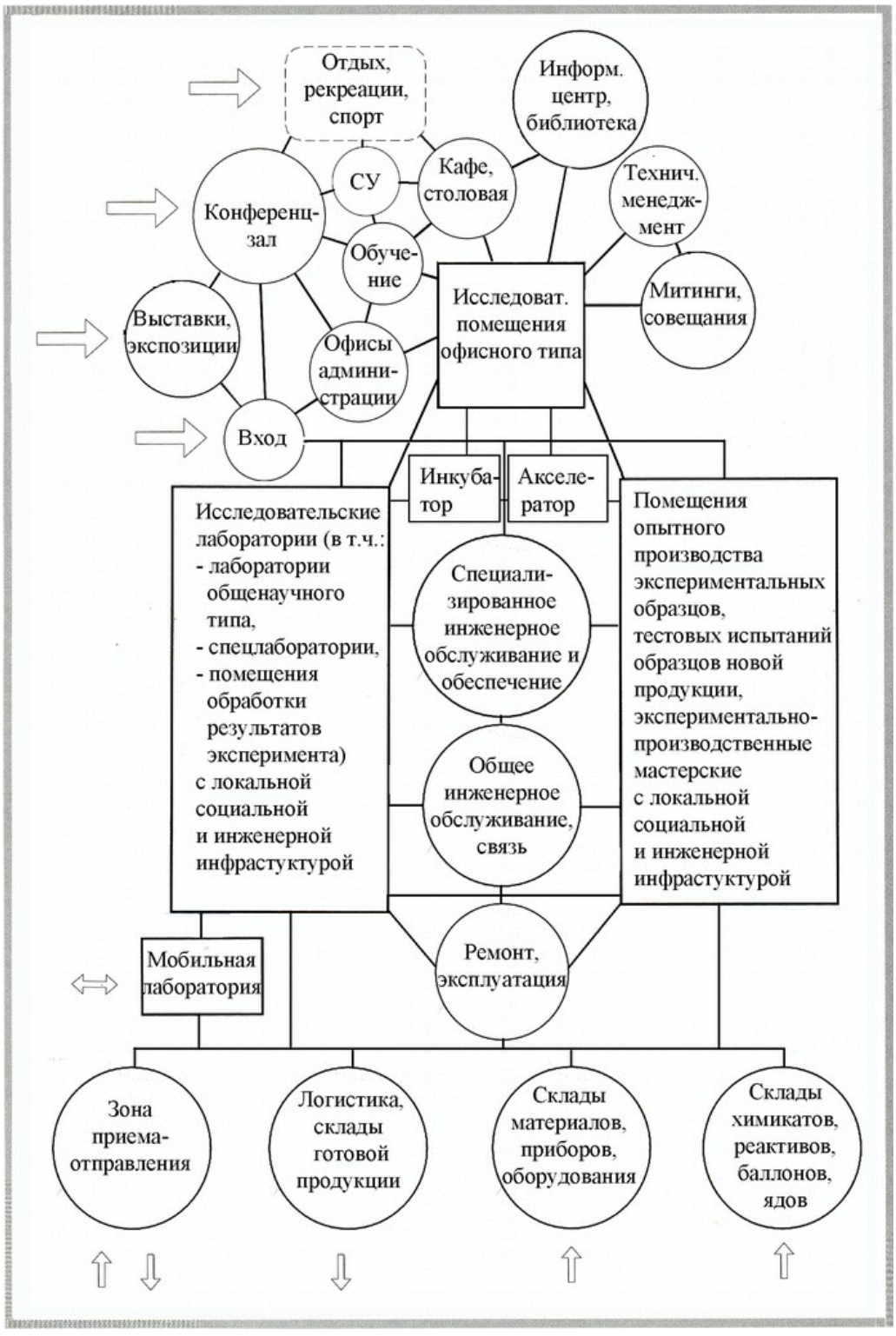
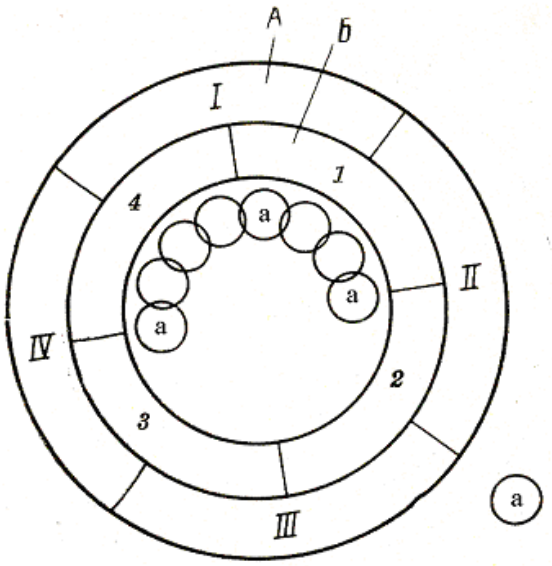


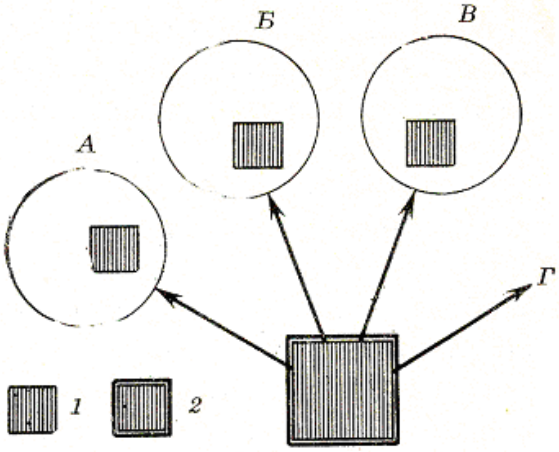
Рис 3.2.1.1. Схема состава и взаимосвязей помещений научно-инновационных объектов

Модель инфраструктуры инновационного центра



А — техническая и социальная инфраструктура, в том числе:
I — центральное материально-техническое снабжение,
II — центральная подача и удаление сред,
III — центральное питание сотрудников,
IV — центральное обслуживание гостей
Б — научная инфраструктура, в том числе:
1 — центр научного приборостроения;
2 — технический, приборный и методический центр;
3 — технологический центр и центр внедрения;
4 — информационный и коммуникационный центр
а — отдельный ИНПО

Модель многоступенчатой организации инфраструктуры



А, Б, В, Г — отдельные ИНПО;
1 — элементы научной инфраструктуры в составе ИНПО;
2 — централизованные учреждения научной инфраструктуры (например, научное приборостроение)

Рис. 3.2.1.2. Модели организации служб инфраструктуры научно-инновационных объектов (ИНПО – инновационный научно-производственный объект)

3.2.2. Модульное регулирование. Унификация параметров, Унифицированные объемные блоки. Лабораторное оборудование (рис. 3.2.2.1 – 3.2.2.2)

Во второй половине XX века перед архитекторами встали задачи обеспечить гибкость и универсальность объёмно-планировочных решений высокотехнологичных комплексов, возможность их пространственной трансформации и роста. В связи с быстро меняющимися технологиями стало необходимым предусматривать возможность расширения зданий, изменение размеров пролетов и высоты помещений, гибкость использования пространства. Для этого многими авторами создавались различные системы модульного регулирования, которые имели множество преимуществ: возможность ввода в эксплуатацию пусковых комплексов, обладающих достаточной функциональной завершенностью при минимально необходимых размерах площадей; сокращение сроков строительства; возможность наращивания площадей комплекса без ущерба для архитектурного облика; получение пространств многоцелевого использования и т.д. Прием формирования зданий для производств с многократно меняющейся технологией на модульной основе получил широкое распространение. Сегодня при проектировании ИНПО во всем мире широко применяется модульное регулирование пространственных решений. Мастера - как зарубежные (К. Роч, Д. Динкелу, К.Коппенхефер, В.Клинг, Р.Роджерс, Н. Гримшоу, Н. Фостер, К.Варнеке, В.Хенн, Р. Бош и др.), так и отечественные (Ю.Платонов, А. Карпов, А.Панфиль, А. Левенштейн, В. Толмачев, В. Коган и др.) - своими многочисленными работами подтверждают достоинства этого приема [56].

Приемы проектирования на основе системы *модульного регулирования* заслуживают особого внимания, т.к. позволяют резко увеличивать плотность застройки, создают предпосылки максимального сохранения природной среды.

В Головном проектном и научно-исследовательском институте Академии Наук СССР (ГИПРОНИИ) в 1960-70-х гг. была разработана теория модульного регулирования проектных решений на всех уровнях пространственной организации объекта (генплан комплекса, здание и его элементы, помещение, оборудование рабочего поста) [45,46,57]. Авторы работы – архитекторы Ю. Платонов, Д. Метаньев, А. Томский и др. Она основана на том, что пространственную структуру объекта определяют две основные функциональные зоны: зона деятельности и зона коммуникаций.

Зона деятельности включает в себя пространства:

- осуществления рабочего процесса;

- осуществления административного управления, обслуживания и материально-технического обеспечения.

Зона коммуникаций включает:

- общие коммуникации:

- коммуникации передвижения людей, транспорта, оборудования и материалов (проходы, коридоры, переходы, лестницы, лифты, туннели, рекреации, проезды и т.п.,);

- коммуникации обеспечения санитарно-гигиенических условий (отопление, вентиляция, освещение, санитарные устройства и т. п.).

- инженерно-технологические коммуникации (предназначены для создания необходимых технологических условий проведения эксперимента и эксплуатации оборудования);

- коммуникации связи и информации (сети слаботочных устройств, сигнализация, каналы вычислительных машин, телевидения и т. п.);

- коммуникации обеспечения и снабжения (каналы специальной вентиляции и кондиционирования, сети устройства и трубопроводы перемещения ресурсов и материалов, электроснабжения, воды, газов, сжатого воздуха, вакуума и т. п.).

В свою очередь, в зоне деятельности можно выделить:

- пространство, предназначенное для пребывания человека;

- пространство, предназначенное для размещения оборудования.

Выбор планировочной сетки в зданиях и помещениях научно-инновационных объектов во многом определяется соотношением пространств (или зон), предназначенных для пребывания человека и размещения оборудования, и, следовательно, характером функциональных процессов, осуществляемых комплексе. При преобладании процессов, носящих преимущественно общественный характер (компьютерные, общенаучные исследования и т. п.), доминирует зона пребывания человека. Это обусловливает предпочтительный выбор более мелких планировочных модулей, применяемых в гражданском строительстве и регламентируемых в первую очередь антропометрическими и эргонометрическими требованиями. При преобладании процессов, по своим функциональным и технологическим характеристикам тяготеющих к производству (специальные научные исследования, опытное производство, испытание и эксперимент на крупногабаритном оборудовании), доминирует зона размещения оборудования. Это обусловливает предпочтительный выбор более крупных планировочных модулей, применяемых в промышленном строительстве.

Развитие системы приемов архитектурно-пространственного формирования научных комплексов в условиях непрерывно возрастающей мобильности технологии научных

исследований привело к представлению о модульном регулировании на основе сложной пространственной решетки, образованной парными параллельными линиями, выявляющими пространственную зону коммуникаций. Последовательно проведенные работы по унификации объёмно-планировочных решений лабораторных комплексов на объёмном и планировочном уровнях позволили разработать определенный метод проектирования. Содержанием этого метода стало соединение системы модульного регулирования с системой функционально-пространственных элементов лабораторного комплекса (рабочий пост, рабочее место, рабочая ячейка).

Под словом "регулирование" понимается предопределение основных путей развития в пространстве и во времени при сохранении как целостности и завершенности объекта, так и возможностей для его совершенствования, а также создании условий для поливариантности проектных решений. Осуществление этого требует унификации основных параметров объекта проектирования на всех уровнях его пространственной организации.

Содержание метода пространственного регулирования опирается на внутренние факторы, определяющие структуру лабораторного комплекса ("зона деятельности" и "зона коммуникаций") и состоит в оперировании рядом модульных иерархических элементов, формирующих зону деятельности в сочетании с "решеткой", образуемой закономерно построенной системой коммуникаций комплекса. При этом обеспечение жизнедеятельности каждого элемента пространства достигается его подключением к соответствующему уровню коммуникационной сети. Установленная на основе антропометрических и эргонометрических данных первичная пространственная единица – рабочий пост (1,8*1,8) – (1,5*1,5) м - включает в себя пространство для размещения экспериментатора и рабочего стола – прибора и окружающего его пространства коммуникаций – общих и инженерно-технологических. Из технологически специализированных постов набираются более крупные многофункциональные единицы – рабочие места, а из них – рабочие ячейки, различные по составу, габаритам и пространственной конфигурации. При этом рабочий пост выступает в качестве первичного планировочного и технологического модуля всех этих образований. Рабочий пост, основанный на оптимальном соотношении пространств его составляющих, может использоваться как критерий планировочных и экономических характеристик проектных решений. Планировочные границы каждого элемента системы определяются положением коммуникации и целесообразностью их инженерно-технических параметров (отношение между длиной коммуникации и её сечением, мощностью). Иерархический модульный ряд, выявленный на основе параметров рабочего поста (первичный модуль) и анализа

взаимоположений зоны деятельности с зоной коммуникаций, определяет пространственную структуру лабораторных комплексов: рабочий пост, рабочее место, рабочая ячейка, рабочее поле, планировочный модуль, градостроительный модуль. Это позволяет практически унифицировать систему параметров пространственной структуры комплекса, где каждый элемент последующего уровня слагается из модулей предыдущего и обеспечивает кратное соответствие размеров выбираемого модуля и элементов, его составляющих ("зона коммуникаций" и "зона деятельности"), размерам рабочего поста.

Исключительный интерес для совершенствования метода представляют проекты, в которых система модульного регулирования реализована на практике. Прежде всего, это проект научного центра ВАСХНИЛ под Новосибирском, создававшийся как основная база сельскохозяйственной науки на территории Сибири и Дальнего Востока (арх. А.Карпов, А.Панфиль, Ю.Платонов, Э.Судариков, Г.Тюленин). Формирование планировочной структуры на основе применения модульно-регуляционной системы унификации планировочных элементов и коммуникаций, сохранения естественных природных особенностей, использованное также при проектировании научных центров в Риге, Казани, Владивостоке, становится градостроительным приемом, предоставляющим широкие возможности в организации пространственной среды научных комплексов и зон. В зарубежной практике модульное регулирование также получило значительное распространение. Во многих случаях в его основу положены различные системы размеров при сохранении общей идеологии.

Научно-исследовательский центр технологических лазеров Российской академии наук в Шатуре, Мос.обл. (арх. А.Карпов, А. Панфиль) – крупный комплекс, решенный на базе единого пространственного модуля. Здесь различные группы функциональных блоков (общественно-информационные и бытовые службы, научные лаборатории и экспериментальные стенды, инженерно-конструкторская часть и опытное производство) композиционно и планировочно связаны в единый организм.

Разработанная ГИПРОНИИ применительно к задачам проектирования научных учреждений и центров система модульного регулирования относится к числу "открытых систем", на основе которых осуществляются архитектурно-проектные работы и строительство во многих странах мира (университеты, лаборатории, медицинские центры и т.д.). Система способствует последовательному целенаправленному архитектурному формированию также и современных научно-инновационных объектов, подчиняя себе спонтанный процесс их развития. Одновременно она не стесняет свободу выбора

конкретных объёмно-планировочных решений, приемов создания формы и становления индивидуальных художественно-эстетических и стилистических характеристик.

Научно-инновационные объекты относятся к числу наиболее мобильных градостроительных объектов. Они принимают непосредственное и в то же время активное участие в научно-технической революции. В их пределах зарождаются и проходят экспериментальную проверку новые идеи, в появлении которых есть элемент неожиданного, поскольку результаты инновационной деятельности с трудом поддаются прогнозированию. Возможность изменения функционального назначения элементов научно-инновационных объектов, предусмотренная генеральным планом, повышает гибкость проектируемой структуры. И если вертикальный рост открывает новые пространственные резервы, то подвижное зонирование обеспечивает возможности качественного изменения сложившейся застройки в соответствии с изменением функциональных процессов. Развитие работ по унификации и типизации в сочетании с системой модульного регулирования планировочной и пространственной организации научных комплексов, применение элементов пространственного градостроительства и системы подвижного зонирования – всё это создает предпосылки для формирования гибкой и универсальной среды научно-инновационных объектов, отвечающей современным требованиям.

Применение приемов модульного регулирования пространственных решений позволяет унифицировать группы параметров рабочих пространств. В силу широкого диапазона функциональных требований, предъявляемых инновационным процессом, в научно-инновационных объектах часто бывает необходимо рациональное сочетание различных (мелких и крупных) модульных планировочных сеток. На базе различных модульных сеток формируются основные типы пространств научно-инновационных объектов [24].

С 1960-х годов в мировой практике стал широко применяться модульный прием формирования зданий для процессов с многократно меняющейся технологией. В архитектурно-строительном проектировании, ведущемся на модульной основе, применяются различные приемы формирования зданий на основе *унифицированных пространственных блоков*, называемых «пространственный модуль», «блок», «блок-секция», «блок-модуль», «универсальные секции» - минимальные объёмно-планировочные и конструктивные элементы, независимые в функциональном отношении, которые могут

быть использованы как в качестве составного элемента здания, так и самостоятельно. Здесь широко применяются безопорные универсальные пространства со свободной планировкой, распространенные в том числе в зданиях для сдачи в аренду.

Подобные приемы чрезвычайно распространены в проектировании и строительстве научно-инновационных объектов – отечественных и зарубежных, т.к. удовлетворяют большинству требований, предъявляемых к пространственной организации комплекса – гибкости, универсальности, способности к расширению, трансформации, быстроте возведения. Пространственная организация подавляющего большинства комплексов основана на базовом планировочном модуле (одном или нескольких), который определяет всю систему размеров объёмно-планировочных элементов комплекса – габариты и сетку колонн, внутреннюю планировку помещений, членения наружных ограждений, а также размещение зданий на площадке. В архитектурно-планировочных решениях многих комплексов использованы здания повторяющихся модульных габаритов.

В нашей стране такой подход был разработан в начале 1960-х годов Н.Н.Кимом [33]. Вопрос был развит И.Г.Гохарь-Хармандаряном, Л.Б.Кологривовой [19,36]. Предложения заключались в методе проектирования, строительства и ввода в эксплуатацию промышленного объекта не крупным моноблоком, а комплексом, состоящим из унифицированных объёмов – «модулей», секций сравнительно небольших размеров. В отечественной практике достигнуты значительные успехи в области проектирования универсальных производственных зданий, основанных на модульном принципе формирования. Созданы универсальные секции для производств с многократно меняющейся технологией. Применяется секционный принцип блокирования зданий, представляющий собой объединение двух или нескольких не противопоказанных друг другу производств, размещенных каждое в строительно-технологической секции модульных габаритов. Созданы универсальные производственные блок-модульные здания, предназначенные для межотраслевого применения и для конкретных отраслей промышленности.

В ряде научно-исследовательских работ ГИПРОНИИ в 1980-90-х гг. были выработаны принципиальные методические положения по унификации архитектурно-планировочных и инженерных решений научно-инновационных объектов на базе применения унифицированных объёмных блоков [24] (авторы работ – архитекторы Д. Метаньев, И. Дианова-Клокова и др.).

Здания ИНПО компонуются из унифицированных объёмных блоков – независимых в функциональном отношении элементов, которые могут быть использованы как в качестве составного элемента здания, так и самостоятельно. Созданы обобщенные пространственные модели унифицированных объёмных блоков для различных групп помещений. Из этих блоков можно различными способами скомпоновать ИНПО различной величины и состава. Унифицированные объёмные блоки, в свою очередь, компонуются из унифицированных элементов несущего каркаса, наружных ограждений, внутренних перегородок, инженерно-технических систем. Разработаны предложения по созданию номенклатуры унифицированных объёмных блоков 1-2-этажных зданий ИНПО. Блоки, предназначенные для размещения подразделений рабочего назначения (лабораторий, опытного производства, конструкторского бюро с опытным производством, экспериментальных мастерских), позволяют проведение широкого спектра работ и представляют собой универсальное пространство с возможностями трансформации внутренней планировки, инженерно-технического и технологического оборудования. Комплектация блоков технологическим оборудованием определяется заданием на проектирование. Блоки объектов инфраструктуры (социальной и вспомогательно-технической) имеют относительно неизменную технологию, конструкции, инженерно-техническое и технологическое оборудование.

Формирование пространственной структуры и системы инженерного обеспечения научно-инновационных объектов из унифицированных объёмных блоков проводится на единой модульной основе. Базовые модули определяют систему размеров основных элементов комплекса (разбивку привязочных осей застройки, прокладку основных проездов и сетей инженерных коммуникаций, габариты и сетку зданий, размеры элементов наружных ограждений, высоты помещений, расстановку внутренних перегородок и пр.). Эта работа явилась общеметодическим этапом совместной работы специалистов-проектировщиков — архитекторов, конструкторов, инженеров, технологов – над проблемами унификации объёмно-планировочных и инженерно-технических решений объёмных блоков.

Использование методики унификации позволяет получить планировочные решения, наиболее часто встречающиеся в составе научно-инновационных объектов и позволяющие скомпоновать комплекс в полном составе его подразделений. Результаты данной работы могут быть использованы при разработке проектных решений унифицированных

объёмных блоков 1-2-этажных бесподвальных зданий, выполненных как в железобетонных, так и в металлических конструкциях. Разработан ряд принципиальных решений прокладки инженерных коммуникаций в унифицированных объёмных блоках габаритами в плане 24*24 м.

Представлены 8 способов прокладки коммуникаций в помещениях научно-инновационных объектов:

А – распределительные и питающие коммуникации прокладываются открытым способом под покрытием блока;

Б – то же, но распределительные коммуникации скрыты в подшивных коробах.

Подводки к рабочим местам в вариантах А и Б осуществляются сверху. Такие способы прокладки коммуникаций рекомендуются в производственных помещениях без кранового оборудования или с напольным подъемно-транспортным оборудованием, а также в помещениях инструментальных естественнонаучных лабораторий.

В – распределительные коммуникации прокладываются открытым способом под покрытием или в подпольных технических каналах; питающие коммуникации – в подпольных технических каналах.

Г – то же, но в случаях прокладки распределительных коммуникаций под покрытием они скрыты в подшивных коробах.

В вариантах В и Г подводки к рабочим местам и оборудованию осуществляются снизу. Такие способы прокладки коммуникаций рекомендуются в производственных цехах с подвесными или мостовыми кранами.

Д – распределительные коммуникации прокладываются под покрытием в подшивных коробах, питающие – в вертикальных нишах. Такой способ прокладки сетей является наиболее распространенным и рекомендуемым в помещениях научного, научно-производственного назначения, а также в офисах.

Е – распределительные коммуникации прокладываются за подшивными потолками, питающие распределяются: в вертикальном направлении – в нишах, в горизонтальном направлении – за подшивными потолками и под фальшполами. Этот способ полностью скрытой прокладки сетей рекомендуется в помещениях различного назначения с повышенными требованиями к чистоте среды.

Ж – распределительные коммуникации прокладываются в технических коридорах, питающие – открытым способом.

И – то же, но питающие коммуникации скрыты за подшивными потолками и под фальшполами.

В вариантах Ж и И группировка распределительных коммуникаций в технических коридорах позволяет максимально освободить рабочее пространство от инженерных сетей и облегчает их эксплуатацию и обслуживание. Такой способ прокладки рекомендуется в помещениях научного, научно-производственного, производственного, общественно-информационного, культурного назначения с обычными (Ж) и повышенными (И) требованиями к чистоте среды. В вариантах А-И унифицированные объёмные блоки рабочего назначения имеют подключение к специализированным инженерным блокам в местах ввода магистральных коммуникаций (места возможного ввода соответствуют модульной планировочной сетке прокладки магистральных коммуникаций). Питающие коммуникации в зависимости от способа планировочной организации и инженерного обеспечения блока имеют различные радиусы обслуживания. Максимальные радиусы предусматриваются в зальных помещениях с гибкой планировкой и открытыми подводками (А, В). В мелких помещениях с ячейковой планировкой применяется более частая прокладка распределительных коммуникаций с соответственно меньшим радиусом обслуживания питающих коммуникаций (Е, И).

В соответствии с модульной сеткой даны варианты модульного регулирования прокладки инженерных коммуникаций открытым способом и в вертикальных нишах, а также в технических коридорах. Система базовых модулей при формировании научно-инновационных объектов на основе унифицированных объёмных блоков определяет размеры основных элементов комплекса, в т.ч. габариты элементов наружных ограждений, высоты помещений, расстановку внутренних перегородок и пр.

В ГИПРОНИИ разработана номенклатура укрупненных элементов унифицированных объёмных блоков со схемами раскладки элементов панелей наружного ограждения и внутренних перегородок, панелей перекрытия, панелей подшивных потолков и фальшполов (авторы работ – архитекторы Д. Метаньев, И. Дианова-Клокова и др.).

Единый модульный размер (3 м) использован в качестве базового для габаритов всех элементов. Предложены несколько типоразмеров элементов внутренних перегородок, в т.ч. на полную и неполную высоту помещения; сплошные и остекленные; с дверными проемами и без; угловые элементы и элементы ограждения инженерных ниш и пр.

Схемы расстановки элементов выполнены в соответствии со следующими типами планировочных решений унифицированных объёмных блоков:

- зальная планировка с открытыми инженерными разводками.

- ячейковая планировка со скрытыми инженерными разводками в нишах и технических коридорах.

Разработаны планировочные решения унифицированных объёмных блоков рабочего назначения (офисного, научного, научно-производственного, опытно-производственного), а также инфраструктурного назначения (социально-общественного, информационного, вспомогательно-технического). Их применение целесообразно в случаях сдачи помещений во временное пользование, когда особое значение приобретает быстрота и экономическая эффективность требуемых перепланировок пространства. Разделение на отдельные сдаваемые в аренду помещения производится в соответствии с требованиями арендаторов, для чего используются модульные унифицированные элементы перегородок.

Модульное регулирование способствует снижению стоимости строительных и эксплуатационных затрат при создании пространственной и инженерно-технической организации научно-инновационных объектов и позволяет достичь максимальной гибкости решений, возможности развития площадей, перекладки и наращивания коммуникаций.

Можно назвать несколько *приемов компоновки* научно-инновационных объектов, соответствующих специфике организации научно-производственного процесса:
- из отдельно стоящих зданий со встроенными и пристроенными блоками инженерного обеспечения;
- из зданий, сблокированных между собой;
- из зданий, сгруппированных вдоль общей транспортно-коммуникационной и инженерно-технической галереи, являющейся единой композиционной осью комплекса.

На основе названных приемов отечественными и зарубежными архитекторами созданы многочисленные варианты объемно-планировочных и архитектурно-композиционных решений научно-инновационных объектов.

В ряде случаев с целью ускорения строительства и достижения максимальной степени гибкости и трансформируемости пространства в научно-инновационных объектов применяются *быстровозводимые и сборно-разборные конструкции*, позволяющие осуществить монтаж и демонтаж объекта в короткие сроки. Такие конструкции могут встраиваться в крупнопролётные зальные пространства, образуя антресольные этажи, инвентарные стеллажные сооружения в частности, для размещения мелких офисных

помещений); могут существовать в виде трансформирующихся перегородок, кабин, боксов.

Получили распространение мобильные здания. К ним относятся:

- - здания сборно-разборные, выполненные в облегченных конструкциях (чаще всего металлических) на болтовых соединениях. Элементы конструкций этих зданий доставляются на стройплощадку и монтируются с помощью автокранов или вручную в чрезвычайно короткие сроки (от нескольких часов до нескольких дней).
- - здания контейнерного типа, стационарные или передвижные, – они представляют собой блоки полной заводской готовности, оснащенные оборудованием и мебелью, поставляемые на место эксплуатации.
- Мобильные здания чаще всего бывают предназначены для размещения мелких производств, складов и вспомогательных служб; в них могут размещаться передвижные испытательные установки, измерительные лаборатории, административные и бытовые помещения. Блоки-контейнеры предназначены для конкретных технологических процессов и оснащаются всем необходимым набором инженерно-технического обеспечения и подводок. Такие блоки могут быть передвижными и стационарными, устанавливаться как внутри здания, так и вовне. Блоки-контейнеры используются в качестве временных сооружений различного назначения на строительных площадках: передвижная ремонтная мастерская, электромонтажная мастерская для заготовки и испытания узлов при строительстве электроподстанций, экспресс-лаборатория и т.д.

Мобильные быстровозводимые здания используются и для размещения основных производств. В нашей стране разработаны модульные корпуса-блоки для предприятий микроэлектроники, для которых на строительную площадку организована комплектная поставка несущих и ограждающих конструкций, отделочных и изолирующих материалов, необходимых систем инженерного обеспечения [17]. Французскими архитекторами разработана система модульных элементов, на основе которой в разных странах в рекордные сроки построен ряд высокотехнологичных производственных комплексов [99]. Кроме качества быстровозводимости, конструкции этих комплексов отличаются легкостью демонтажа в случае необходимости переноса производства в другой регион.

***

Как и общее пространственное решение, *лабораторное технологическое оборудование* научно-инновационных объектов должно обеспечивать: гибкость организации рабочих мест; удобство монтажа и демонтажа, стыковки коммуникационных

панелей; взаимозаменяемость отдельных элементов в пределах идентичных групп изделий; единое архитектурно-художественное решение всех изделий, входящих в набор с учетом функционального назначения каждого предмета в отдельности; комплектность изделий; возможность серийного производства индустриальными методами.

Усреднение и рационализация не означает отбрасывание сиюминутных требований клиента. По опыту, наилучший подход к проектированию – предоставление персоналу совместимого набора различных рабочих мест с лабораторным и вспомогательным (в т.ч. складским) оборудованием, из которых пользователь может выбрать подходящий набор. В дальнейшем при гибкой трансформации пространства взаимозаменяемые рабочие места могут быть гибко заменены или расширены.

В ГИПРОНИИ на базе единой системы модульного регулирования в начале 1980-х гг. была разработана номенклатура установочного оборудования для научно-исследовательских лабораторий химического, физического и биологического профилей [50]. Предложенная номенклатура серийно производилась на отечественных специализированных заводах научного оборудования. Установочное лабораторное оборудование было разработано с учетом функциональных, технологических и эстетических требований. Все габаритные размеры изделий и элементов кратны конструктивному модулю – 50 мм, а по фронту – укрупненному модулю 150 мм. В состав установочного лабораторного оборудования входят: вытяжные шкафы для работы с вредными веществами; мойки с укрытием для мытья лабораторной посуды под вытяжкой; мойки лабораторные; лабораторные пристенные и островные столы. Независимость элементов установочного оборудования обеспечивает свободный доступ к коммуникациям и их обслуживание. Установочное лабораторное оборудование оснащается следующими коммуникационными подводками: холодной и горячей воды, газа, сжатого воздуха, азота, вакуума, электроэнергии, канализации. В изделиях применена газозапорная арматура для кранов газа, азота и сжатого воздуха. Монтаж лабораторного установочного оборудования ведется после расстановки перегородок и окончания отделочных работ в помещении. Гибкость расстановки оборудования обеспечивается наличием в поставляемом комплекте располагаемых в габарите установочного оборудования гибких трубопроводов подключения к распределительным сетям.

Разработка и совершенствование модульных систем технологического оборудования для лабораторных исследований ведется в мировой практике постоянно. Так,

австралийский архитектор Брайан Гриффин успешно специализируется в этой области многие годы, разрабатывая т.н. универсальные «наборы» лабораторной мебели и оборудования, отличающиеся широкими возможностями дооснащения, трансформации и перемещения [101].

Иллюстрации к разделу 3.2.2.

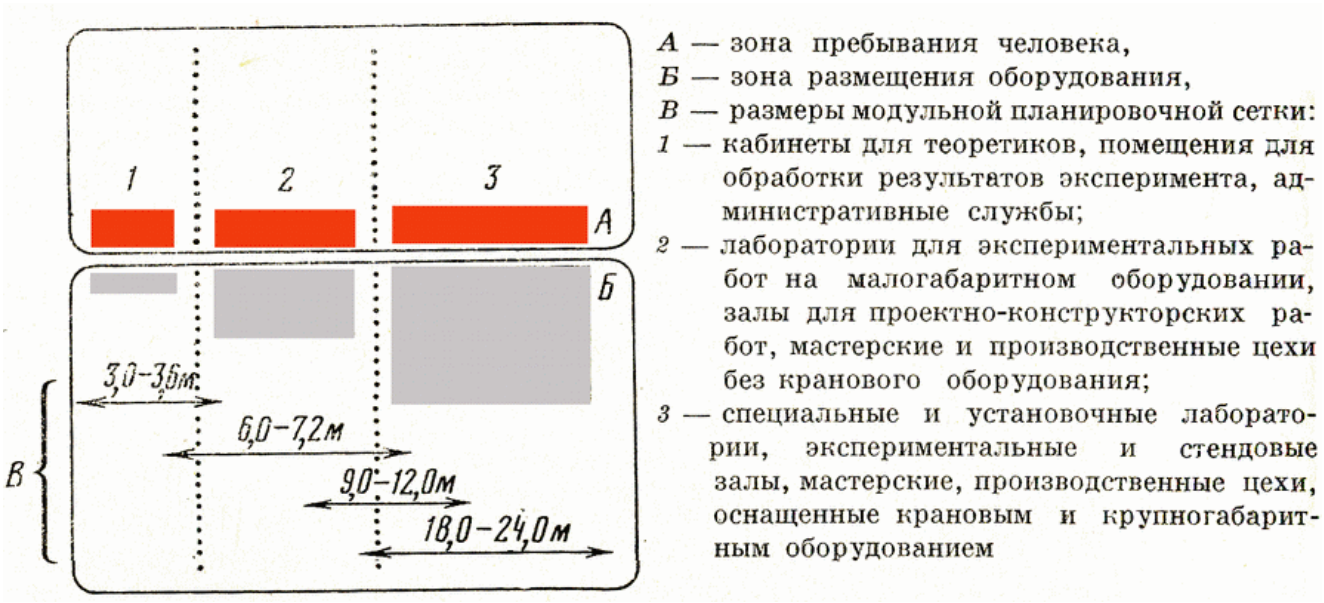
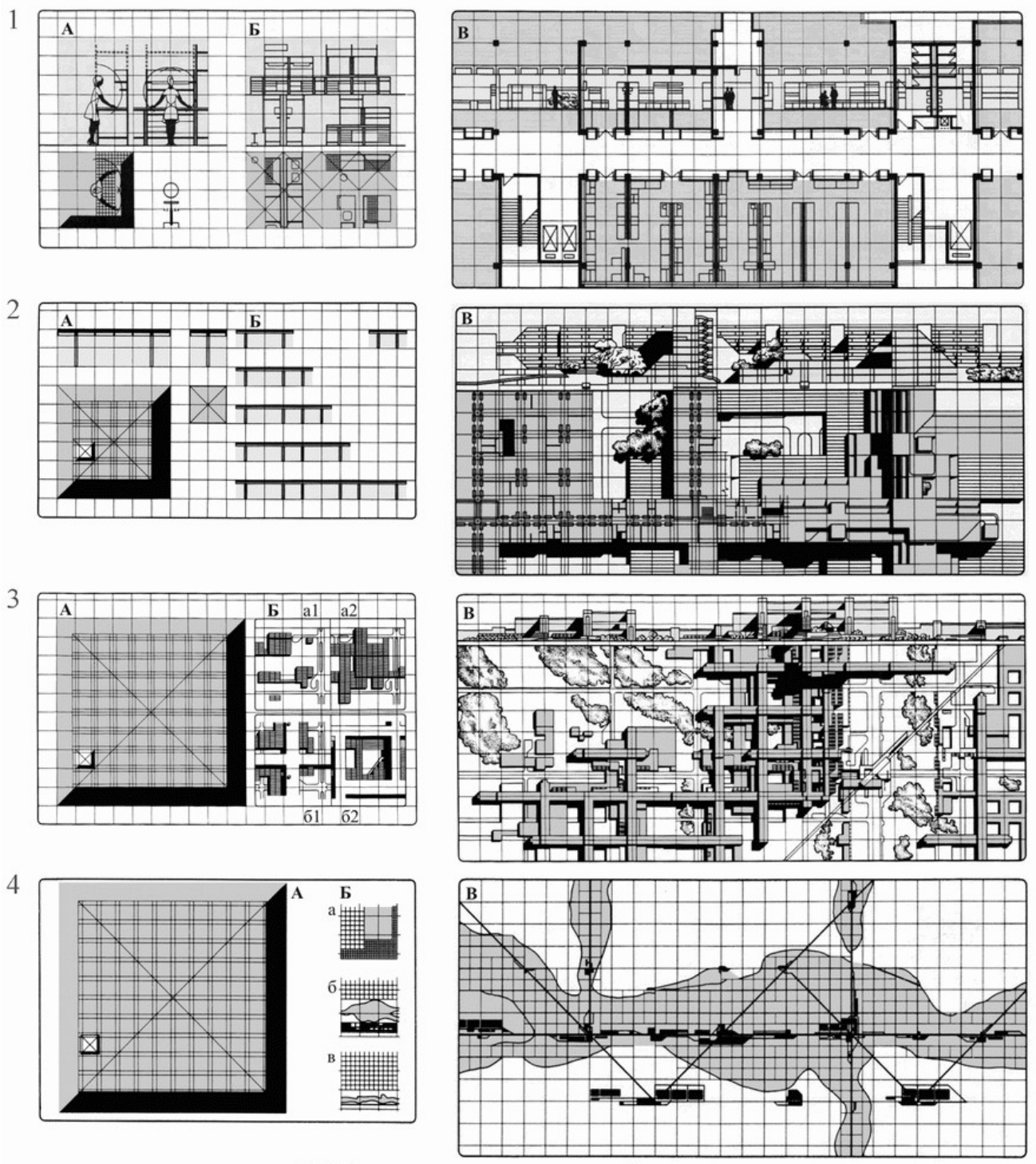


Рис. 3.2.2.1. Соотношение пространств различного назначения научно-инновационных объектов



1,2,3,4 - уровни пространственной организации

1 уровень:

А - Размеры и структура "рабочего поста";

Б - Блокировка рабочих постов и образование на их основе рабочих мест;

В - Типы лабораторных ячеек, их размещение в структуре объекта;

2 уровень:

А - Размеры и структура конструктивного модуля; типы конструктивных элементов;

Б - Блокировка конструктивных элементов в различные функциональные блоки;

В - Фрагменты пространственной структуры ИНПО;

3 уровень:

А - Планировочный модуль;

Б - Варианты заполнения планировочного модуля:

а1 - малоэтажная застройка павильонного типа;

а2 - сплошная малоэтажная застройка;

б1, б2 - смешанная застройка;

В - Фрагмент планировочной зоны ИНПО;

4 уровень:

А - Градостроительный модуль;

Б - Варианты заполнения градостроительного модуля:

а, б, в - сочетания различных функциональных зон;

В - Схема планировки крупного ИНПО на базе многоуровневой планировочной матрицы

Рис.3.2.2.2. Пространственная организация объекта.

3.2.3. Архитектурно-композиционные решения

Создание специальных пространств для исследований и разработок всегда привлекало внимание больших мастеров архитектуры первого ряда [42,58,98]. В XX веке за рубежом – это Мис ван дер Роэ, Франк Ллойд Райт, Ээро Сааринен, Филип Джонсон, Луис И. Кан, Марсель Брейер, Ричард Роджерс, Норман Фостер, Николас Гримшоу, Витторио Греготти, Доменик Перро, Рендзо Пиано и другие. Многие из них считаются основателями так называемого стиля «хай-тек», отражающего высокие технологии в архитектурных формах. В нашей стране и Алексей Щусев, и Иван Жолтовский, и Юрий Платонов – в разное время главные архитекторы Академии наук, где создание специальных пространств для исследований в области высоких технологий было всегда особенно актуально [43].

Особенности инновационной научно-производственной деятельности отражаются в архитектурно-композиционных и образных решениях научно-инновационных объектов. При решении специфических для высоких технологий задач большие мастера создали архитектурные решения, отличающиеся высокой степенью совершенства, выработали ряд интереснейших приёмов, некоторые из которых стали своего рода универсальным клише, широко применявшимся в разных объектах и во многом определившим архитектурный стиль второй половины XX века. Уникальными и знаковыми могут быть названы многие объекты, отличающиеся новаторством организации пространства и образного решения, новизной конструктивных и технологических подходов.

Минимализм масс и открытость пространства, ощущение легкости конструкций – эти приоритеты в архитектуре середины XX века лучше других иллюстрируют постройки Людвига Миса ван дер Роэ и Фрэнка-Ллойда Райта - такие, как Краун Холл в Иллинойском технологическом институте, Исследовательский центр компании «Джонсон и сын» в Расине.

В отличие от этого, лабораторное здание «Верстер Холлс» в Калифорнийском университете (архитекторы Джозеф Эшрик, Доналд Олсен, Вернон де Марс) отличают брутальный стиль и массивные конструкции из железобетона.

Филип Джонсон в здании Научно-исследовательского института Генри Л. Мозеса в составе Госпиталя Монтефиоре, а также в комплексе Научно-исследовательского центра Kline в Нью-Хейвене (совместная работа с Ричардом Фостером), Скидмор, Оуингз и Меррилл в Комплексе Военно-воздушной академии в Колорадо Спрингз и в здании

исследовательского назначения производственной компании Emhart в Блумфилде – во всех этих объектах мастера добиваются ощущения откровенной выразительности конструктивного решения.

Постройки Ээро Сааринена, такие как Испытательный Технологический центр Дженерал Моторс в Уоррене, здания колледжа «Stiles & Morse» в Йельском университете, Исследовательский центр фирмы IBM в Йорктаун-Хейтсе, Лабораторный корпус Исследовательского центра фирмы Белл-Телефон в Холмделе - иллюстрируют сочетание трех принципов – функции, структуры и прогрессивной технологии, последней из которых отводится главенствующая роль.

Видные мастера используют различные приемы выразительности конструкций при формировании архитектурного облика зданий [28].

В Исследовательском центре Французского отделения фирмы IBM Марсель Брейер создал своеобразную ордерную систему, соответствующую человеку и технологическим достижениям своего времени.

В штаб-квартире компании «CMA CGM» в Марселе (архитектор З.Хадид, конструкции фирмы Ове АРУП) архитектурное решение динамично и своеобразно; здание - своего рода маяк, вертикальный ориентир, символ новых достижений исторического города. Конструктивное решение отличает сложное динамическое взаимодействие зафиксированного ядра жесткости и его окружения – искривленных металлических наружных конструкций.

В построенном архитектором Джеймсом Стирлингом здании офисов и исследовательских лабораторий компании Dorman Long Steel Works в Миддлборо несущий металлический каркас вынесен на фасад здания, архитектурная выразительность создается за счёт геометрии несущих конструкций.

Научно-исследовательский институт точного приборостроения в Будапеште (архитекторы Ш. Эндрей, И. Шультхейс) – пример зависимости облика здания от выбранной геометрии конструкций. На юго-восточном и юго-западном фасаде существенным элементом стали монолитные, часто поставленные ребра, выполняющие солнцезащитную функцию; опускаясь к земле, они создают выразительную пластику и четкий ритм членений фасадных поверхностей.

Фрэнк О. Гери в здании Штаб-квартиры компании IAC в Нью-Йорк-Сити создает неповторимый скульптурно-пространственный образ постройки, используя современные приемы проектирования, конструкций и материалов.

Наряду с конструктивным решением, те или иные способы организации инженерных коммуникаций и систем во многом определяют архитектурный строй и облик зданий для высоких технологий.

Архитектор Н. Гримшоу в таких постройках, как научно-производственный корпус компании «Роллс-Ройс», Научно-производственный комплекс компании «IGUS» в Кельне, Информационно-финансовый центр в Берлине, Инженерно-технический центр фирмы «Рэнк Ксерокс» в Велвин Гарден Сити - отличается богатой фантазией в применении конструкций из металла и стекла и особым «индустриальным» стилем деталей. Используя инженерно-технические коммуникации, мастер также придает своеобразие как внешнему облику, так и интерьерам своих построек.

Работы Ричарда Роджерса (в Лондоне – Деловой парк Чизвик, комплекс «Вуд-Стрит, 88», Комплекс 4-го телеканала, Штаб-квартира компании Ллойд; в Кембридже - комплекс NAPP, в Ньюпорте – научно-промышленный центр INMOS, в Принстоне - Научно-производственный комплекс компании «PA Technology» и др.) отличает яркая индивидуальность и выразительность, во многом основанная на использовании конструкций и коммуникаций в качестве активного элемента пластических решений. Металлические конструкции и инженерные трубопроводы часто выносятся наружу – это фирменный архитектурный прием мастера.

Комплекс Исследовательского медицинского центра Университета Пенсильвании (архитектор Луис Кан) – знаковое событие в архитектуре середины XX века. Структура здания объяснена даже лучше, чем это требуется по функциональным соображениям. Пространство блоков свободно от опор и обеспечено естественным освещением. Вертикальные коммуникации размещены в наружных несущих пилонах. Авторский рисунок иллюстрирует экспрессию и выразительность, придаваемую этими пилонами всему комплексу.

Корпус медицинских исследований Йельского университета (архитекторы Ф. Джонсон, Д. Орр) – одно из наиболее чистых решений инженерного обеспечения узкого лабораторного корпуса – вертикальные коммуникационные шахты, примыкающие к фасадам здания, образуют мощный рельеф стен.

В комплексе Центра здравоохранения Университета «Мак-Мастер» в Гамильтоне (архитекторы Дж. Крейг, Э.Зейдлер, В.Стронг) своеобразие архитектурного решения достигается выявлением на фасадах вертикальных несущих элементов, выполняющих одновременно роль инженерно-коммуникационных шахт. При этом весь крупномасштабный объем здания расчленен на отдельные пространственные группы, для

каждой из которых характерно свое цветовое решение; оборудование в остекленных шахтах, лифтовые холлы и сами лифты окрашены в голубой, желтый, алый тона

Архитектурный образ инновационных объектов часто отражает профиль, технологические требования, вид и очертания оборудования.

В очертаниях здания Лаборатории ядерно-магнитных исследований Утрехтского университета (арх. фирма UN Studio) явно угадываются формы защитных экранов; в Лаборатории по изучению солнечной энергии Штутгардского университета (архитектор Г.Бехниш) отправной точкой для создания образа послужило открытое технологическое оборудование.

Формообразование Экспериментально-производственного комплекса в Магдебурге (арх. фирма Sauerbruch Hutton) соответствует его многофункциональности; в составе единого объема - три зоны, имеющих различные пространственные параметры и технологические требования: научные исследования, стендовые испытания и опытное производство.

В архитектурном решении Исследовательского центра применения стали «ОКАС» в Генте, основанном на сочетании контрастирующих геометрических объемов, под двумя параболическими сводами расположены крупнопролетные экспериментальные залы, оснащенные специальным оборудованием; в протяженном прямоугольном объеме - офисы и лаборатории.

Архитектурное решение Научного и учебного центра физических исследований в Футуропарке Вены (архитектор Д. Ламинг) отвечает остроте и устремленности в будущее современных научных исследований.

Обычно архитектура рабочих корпусов научно-инновационных объектов подчинена сложным технологическим требованиям, экономична и строга. Основным архитектурным акцентом комплекса чаще становятся репрезентативные пространства социально-культурного и информационного назначения [37], т.е. объекты «социального инжиниринга».

В комплексах Лисл и Нейпервилл Исследовательского парка Lucent Technologies близ Чикаго (архитекторы К. Роч и Дж. Динкелу) в местах соединения унифицированных рабочих корпусов - входные вестибюли-атриумы, стеклометаллические объемы сложной формы, каждый из которых, отличаясь уникальностью архитектурно-конструктивного решения, стал выразительным композиционным акцентом.

В здании биомедицинского факультета Университета Утрехта (архитектор Э. ван Эгераат) три конических стеклянных атриума-холла в срединной зоне широкого корпуса характерны своими криволинейными и ортогональными формами и крупномасштабными стеклянными поверхностями; этот эффектный композиционный прием производит особое впечатление, формируя сдержанную, но богатую и оригинальную среду.

В технопарке Севильи на главной планировочной оси возвышается стеклянный сферический объем музея – пространственный ориентир обширной территории.

Главным архитектурным и пространственным фокусом Университета Миннесоты стал многосветный Аванцентр с залами собраний и конференций (архитектор А. Предок), огражденный наклонными стенами ломаных очертаний. Уникальный объем-многогранник, расположенный на главном входе в кампус, резко контрастирует с окружающей застройкой.

Приемы пассивного энергодизайна, позволяющие повышать энергоэкономичность решений, также могут служить средством достижения архитектурной выразительности.

В японском Агропарке Хаями-ган (архитектор Т. Ито) застройка - сблокированные павильоны под крутыми наклонными кровлями - вписана в сельский ландшафт; внутри павильонов – теплицы и исследовательские лаборатории; на кровлях размещены генераторы солнечной энергии.

В Научном комплексе энергетических исследований Университета Аахена (архитектор З. Хадид) конструктивные и аэродинамические ребра вдоль кровли скатных очертаний позволяют направлять воздушные потоки и организовывать естественное освещение оптимальным образом.

В основе архитектуры Научно-производственного здания фирмы «Тобиас Грау» в Гамбурге (арх. группа BRT) обоснован выбор различных ограждений в зависимости от ориентации фасада и задач климатического баланса в здании. Ориентированный на юг фасад имеет остекление с интегрированной фотоэлектронной системой, с помощью которой вырабатывается около 4,5 кВт электроэнергии. Криволинейные боковые восточный и западный фасады состоят из двух слоев; наружный - из криволинейных подвижных створок-жалюзи из безопасного солнцезащитного стекла. Они контролируются компьютером и поворачиваются по мере движения Солнца, что меняет внешний облик здания в течение суток. Наклонный северный фасад - алюминиевый витраж с фиксированными стеклянными панелями. Его вентиляционные створки открывают доступ в помещения охлажденному воздуху.

Развитая система внутренних атриумов, позволяющая круглогодично иметь эффективную естественную вентиляцию, одновременно обогащает интерьер и дает возможность создать комфортные условия труда и отдыха сотрудников, разнообразить наружную отделку и внешний облик здания. Пример тому - комплекс гамбургского Научно-технического отеля Дайхтор (архитекторы Боте, Рихтер, Тегерани).

Прием проектироваия зданий по принципу «ядро – оболочка» (например павильоны третьей очереди освоения Стокли-парка), с организацией атриумов по периметру здания, помимо всего прочего, дает возможности дополнительной изоляции рабочих помещений от помех наружной среды.

Экодизайн в архитектуре научно-инновационных объектов отличается многообразием подходов – от планировочной концепции и вопросов зонирования до выбора конструктивных и отделочных материалов и решения интерьеров.

В Академическом комплексе Национального Университета Тайваня в Тайбее (архитектор Т. Ито) библиотека интегрирована в ландшафт. Это вентилируемое пространство защищено от солнца тентами грибовидной конструкции. Множество колонн с расходящимися кверху покрытиями-навесами создают ощущение леса, сквозь кроны которого проникают солнечные лучи. Колонны организованы по алгоритму повторяющей природные очертания двойной спирали, что позволяет гармонично вписать комплекс в ландшафт; абстрактная геометрия конструкций переходит вовне, в дизайн благоустройства и природное окружение.

В расположенном среди плотной городской застройки офисе компании «Фэйвер+Думас» в Ипсвиче (архитектор Н. Фостер) озелененная экспуатируемая кровля позволяет создать добавочное место собраний и отдыха для сотрудников.

Инновационный центр новейших технологий (архитектор Б. Джонс) служит главной визитной карточкой Исследовательского парка канадского г. Эдмонтон. Два рабочих уровня заглублены в рельеф и обвалованы пологими озелененными насыпями. Выступающие из зеленых холмов конструкции решены в яркой суперграфике. Над ландшафтной зеленью возвышаются большие наклонные обращенные на север шедовые фонари, через которые освещаются рабочие помещения и общественный атриум – внутренняя крытая улица - место встреч и деловых контактов сотрудников.

В здании колледжа «Metzo» в Доетинхеме (архитектор Э. ван Эгераат), возвышающемся в виде мастаба с наклонными внутрь наружными стенами, на кровле конференц-зала создан внутренний дворик-рекреация. Для высадки в нем крупных деревьев использовано межферменное пространство покрытия зала.

Исследовательский центр Свальбардского университета Лонбьорнбюен на Свальбардских островах (фирма JVA Architects) расположен на берегу арктического фьорда Норвегии. Здание имеет деревянный каркас с медной обшивкой. Внутренние помещения отделаны натуральной елью. Сложный план, имеющий сходные очертания с человеческой фигурой, дает возможность максимально использовать естественное освещение. Внешний облик сооружения напоминает летательный аппарат; это продиктовано функциональными соображениями: отрыв основания от земли позволяет избежать подтаивания вечной мерзлоты вокруг фундаментов, а обтекаемая форма помогает выдерживать сильные порывы ветра и предотвращает скапливание снега перед входами. Наличие остекленного сверху донизу атриума символически выражает назначение центра - наблюдение за арктической природой.

Задача создания функционально-обоснованных и архитектурно-выразительных решений инновационных комплексов всегда сложна и включает в себя множество аспектов и практических приемов. Важную роль играет выбор общей компоновочной схемы объекта, который зависит от особенностей технологии, ограничений генерального плана, соображений экономики и маркетинга, творческих позиций архитектора.

Многие российские архитекторы внесли большой вклад в дело развития и совершенствования архитектурных приемов и средств создания научно-инновационных объектов.

Здание Центрального экономико-математического института в Москве (архитекторы Л.Павлов, И.Ядров, Г.Колычева) вошло в историю советской архитектуры благодаря художественным достоинствам внешнего облика, демонстрирующего лаконизм общей формы и изящество сложно расчерченной сетки стеклянного фасада, кажущегося невесомым по контрасту с массивным барельефом (т.н. «Лентой Мебиуса») над входом.

В проектном и научно-исследовательском институте Российской Академии наук накоплен и научно обоснован огромный опыт проектирования исследовательских и научно-производственных комплексов.

В комплексе Института биоорганической химии им. М.М. Шемякина РАН в Москве (архитекторы Л. Ильчик, А. Панфиль, Ю. Платонов, И.Шульга) найден интересный прием контрастного соотношения построенной на четкой модульной основе планировки комплекса, с окружающей городской застройкой.

Комплекс Института проблем управления в Москве (архитекторы Д.Метаньев, Е.Фомина) – удачный пример ландшафтной организации участка с водоемом и активным озеленением.

Научно-исследовательский центр технологических лазеров в Шатуре (архитекторы А.Карпов, А.Панфиль) отличает ясная и четкая пространственная организация крупного и сложного научно-производственного комплекса.

Научный центр Сибирской академии сельскохозяйственных наук под Новосибирском (архитекторы А.Карпов, А.Панфиль, Ю.Платонов, Э.Судариков, Г.Тюленин) – это целостное и крупное градостроительное решение, в котором на территории в тысячи гектаров на единой модульной основе созданнаучно-производственный и жилой комплекс.

Комплекс нового здания Российской Академии наук на Воробьевых горах в Москве (архитекторы Ю.Платонов, А.Батырева, Л.Барщ, С.Захаров, А.Звездин) стал архитектурной и градостроительной доминантой столичного уровня в ответственном территориальном узле Москвы.

Комплекс Международного Центра науки, информатики и новых технологий – т.н. «Дом-Окно в III тысячелетие» (архитекторы Ю. Платонов, соавторы А.Кузьмин, С.Захаров, С.Киселев, Д.Хрусталев) - амбициозный проект, который при его реализации мог бы стать символом архитектурных достижений и высоких технологий нашего времени.

Применяя перечисленные композиционные приёмы, архитекторы не только придают облику инновационных объектов яркую выразительность, но и способствуют оптимальной организации пространства для инновационной деятельности, позволяя обеспечить возможность территориального развития подразделений комплекса, достичь универсальности, гибкости, трансформации внутреннего пространства, сократить функциональные связи и организовать зоны свободного общения; обеспечить экономичное использование площадей при выполнении современных требований комфорта, получить требуемый уровень экологической безопасности решений.

Заключение

На настоящем этапе получены следующие результаты.

1. На базе литературных источников и архивных материалов проведен исторический обзор развития отечественной фундаментальной науки во второй половине XX века. Изучен мировой и отечественный опыт проектирования и строительства научно-инновационных объектов (на материалах более чем 500 проектных решений и осуществленных построек в 40 странах мира за последние полвека).

2. Историческийо обзор свидетельствует, что, по подсчетам, на долю 50-70-х гг. XX века приходится 2/3 всех сделанных человечеством открытий. В этот период значительно увеличились затраты на науку, что сделало ее одной из решающих отраслей национальной экономики развитых стран. В СССР в этот период наука развивалась в 2,5-3 раза быстрее, чем другие отрасли народного хозяйства.

Приведены данные о структуре и формах организации фундаментальных исследований в нашей стране, численности и возрастном составе кадров Академии наук СССР.

Отмечено, что одним из важнейших условий развития советской науки являлось формирование материальной-пространственной базы – строительство научных центров, зданий институтов, создание специальных научно-исследовательских установок. Приведены количественные данные по учреждениям АН СССР, а также схемы их размещения на территории страны, региона, города.

Названный период (вторая половина XX века, до 1991 г.) может быть охарактеризован как «золотой век» отечественной науки, и его основные характеристики могут быть неким ориентиром при определении современных пространственных форм развития фундаментальной науки в России.

3. На базе изучения мирового и отечественного опыта проектирования и строительства научно-инновационных объектов определены наиболее общие тенденции развития научно-инновационной составляющей современного фундаментального процесса исследований.

Сформулированы основные принципы архитектурно-планировочного формирования таких объектов, такие как:

многофункциональность,

резервирование,

социальный инжиниринг,

универсальность и гибкость,

кооперированное и долевое пользование,

экономичность и пассивная стратегия энергодизайна,

безопасность,

качество архитектурных решений.

Применение этих принципов при проектировании научно-инновационных объектов должно способствовать совершенствованию проектных решений, создаваемых в условиях неопределенности, отсутствия полноценного задания на проектирование и конкретного заказчика.

4. Определены некоторые эффективные пространственные приемы объемно-планировочной организации научно-инновационных объектов. Выявлены их структура, состав, назначение и характеристики основных помещений. На базе приема модульного регулирования предложены перспективные схемы пространственной, инженерно-технической и компоновочной организации объектов. Рассмотрен ряд современных архитектурно-пространственных решений научно-инновационных объектов, выполненных ведущими мировыми архитекторами.

Изложенные результаты могут служить справочным и методическим материалом при планировании пространственного развития объектов академической науки, разработке предпроектных обоснований и проектировании объектов инновационной структуры научных учреждений.

Список использованных источников

1. *А. Ракитов, А.Томский.* Как проектируются НИИ. Декоративное искусство СССР, 1971. №1.
2. *Кохановский В.П.* Философия для аспирантов. http://www.booksite.ru/localtxt/koh/ano/vsky/40.htm).
3. *Эйнштейн А.* Физика и реальность. - М., 1965. С. 111.
4. *Вернадский В.И.* О науке. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль. - Дубна. 1397. С. 150.
5. Архитектурные решения объектов АН СССР. НИЦ, НИИ, НИЛ. М.: Наука, 1989. С.5-183
6. *Афанасьев К.И.* А.В. Щусев. М., 1978.
7. Архитектура научных комплексов. Архитектура СССР.№2 1976 с. 18 – 51
8. *Метаньев Д.А., Томский А.И., Хмелевский С.И.* Кардинальная задача современной архитектуры и ее возможное решение // Проблемы пространственной организации научных учреждений. – Наука. – 1974. – С.7-25
9. *Метаньев Д.А, Платонов Ю.П.* Архитектурно-планировочные решения городка науки в Новосибирске // Сборник материалов по обмену опытом. – АН СССР, Центракадемстрой. – М.: Изд. ВИНИТИ. – 1958. – с.50-54
10. *Броневицкая А.* НИИ периода строительства коммунизма // Проект Россия. 2007. № 4 (46)
11. Инструкция по проектированию зданий научно-исследовательских учреждений СН 495-77.-М.- Стройиздат.- 1978.-57с.
12. *Метаньев Д.А., Шихеев В.Н., Демчев П.Г., Суслин М.Ф.* Принципы проектирования лабораторной мебели // Проблемы пространственной организации научных учреждений. М.1974. с. 101-114
13. *Метаньев Д.А., Платонов Ю.П., Томский А.И.* Модульная координация элементов и регулирование застройки.//Научный центр. Модели развития. М., 1977. с.30-42
14. *Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А.* К вопросу об устойчивом развитии инновационных научно-производственных комплексов // ACADEMIA. Архитектура и строительство. 2014. №3. с.15-28
15. *Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А.* Социальный инжиниринг в архитектуре научно-инновационных объектов // ACADEMIA. Архитектура и строительство.2016. №2.с.71-78
16. *Алдошин С.М., Платонов Ю.П., Рыльский А.Н., Сергеев К.И., Кулешова Г.И.,* Развитие материально-технической базы науки как фактор повышения

результативности научных исследований // Вестник Российской академии наук. – М.: 2014. Т.84. № 10. с. 874

17. *Алексашина В.В.* Инновационные научно-производственные комплексы в стратегии модернизации производства // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – М.: 2013. №4. с.136-139
18. *Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А., Хрусталев Д.А.* Пространство инноваций – вопросы архитектурного проектирования // Архитектура и строительство России. – М.: 2012. №6. с.3 – 19
19. *Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А.* Пространство инноваций – между наукой и производством // ACADEMIA. Архитектура и строительство. – М.: 2013. №4. с. 5 – 25
20. *Хрусталев Д.А.* Архитектурное формирование научно-производственных зданий инновационного направления. Дисс. на соискание ученой степени канд.арх. Специальность 05.23.21. МАРХИ. М.: 2011
21. *Braun Hardo, Gromling Dieter.* “Research and Technology Buildings. A Design Manual”.- Burkhauser. - Basel,Berlin,Boston. - 2005. p. 10 -13
22. *Crosbie, Michael J.* Architecture for Science. Australia.: The Images Publishing. – Group Pty Ltd.- 2004
23. Educaton & Research Facility.-V6. – Archiworld Corp.Co.Ltd.-Seoul.-2011.- P.299
24. *Griffin B.* Laboratory Design Guide. 3-rd edition. Sydnew: Elsevier Architectural Press, 2005.
25. *Henn G.* Corporate Architecture.-Glass Processing Day.-Tampere, 2003.
26. The Phaidon Atlas of Contemporary World Architecture. Comprehensive Edition. London. 2005, 2008
27. Research Buildings. Planning and Design. Ed. Neil Appleton. - Melbourne. 2013
28. University Architecture. CIP. Seoul. 2011
29. *Дианова-Клокова И.В., Метаньев Д.А., Хрусталев Д.А.* Архитектурные решения инновационных научно-производственных комплексов. Обзор мировой практики. Изд. УРСС, М.-ООО «Ленанд». 2012г. 368с.
30. Дж.Д.Бернал. Наука в истории общества. ИЛ, М.: 1956
31. Дж.Д.Бернал. Двадцать пять лет спустя. Наука о Науке. (Сборник статей). Перевод с английского. Изд. «Прогресс». М.:1966 г. с. 255-281
32. Д.Прайс. Наука о науке. Наука о Науке. (Сборник статей). Перевод с английского. Изд. «Прогресс». М.:1966 г. с. 236-255

33. П.Л. Капица. Будущее науки. Наука о Науке. (Сборник статей). Перевод с английского. Изд. «Прогресс». М.:1966 г. с. 107-132
34. В.Н.Столетов. Наука о Науке. Перевод с английского. Послесловие к сборнику. Изд. «Прогресс». М.:1966 г. с.400-422
35. Г.М. Добров. Наука о Науке. Изд. «Наукова Думка». Киев.: 1966 г.
36. Архитектура научных комплексов. Архитектура СССР. Февраль 1976 г., №2, с.19-51
37. Исследование, проектирование, строительство\\ НИИ,НИЦ,НИЛ. Изд. Наука. М.: 1970. 102 с.
38. Проектирование НИИ и специальных лабораторий крупных научных комплексов. Работы Ленинградского отделения ГИПРОНИИ АН СССР. 1946-1977 гг.\\ НИИ,НИЦ,НИЛ. Изд. Наука.М.: 1978.
39. Российская Академия Наук. Краткий очерк. Изд. Наука, М.: 1995 г.
40. Архитектурные решения объектов науки. История, проблемы, перспективы. Изд. Наука М.: 1989. 183 с.