

DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-2-47-54

**\*Фетисова М.А., Коломыцева А.Ю.**

Орловский государственный аграрный университет им. Н.В. Парахина

\*E-mail: fetisovamaria@mail.ru

## ГИБКИЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ОБЪЕКТА

**Аннотация.** Определены предпосылки для качественного решения архитектурно-художественных задач при проектировании промышленных предприятий. Планировочная система предусматривает не только систематизированное размещение в пространстве главных структурных элементов композиции (магистральных дорог и коммуникаций, отдельных зон и объектов), но и сохранение принятой структуры при развитии предприятия. И как бы в дальнейшем ни менялась система застройки по мере наращивания новых мощностей. Общие приемы организации пространства формируются многообразными элементами застройки промпредприятий. Композиционные решения производственных зданий можно классифицировать в зависимости от способов размещения стоящего оборудования: здания с открытым фасадом; здания, обстроенные оборудованием; «здания-установки». Повышение архитектурно-художественных качеств производственной среды достигается также путем благоустройства и озеленения территории, цветового решения объектов и комплексов. Правильный выбор объема зданий позволяет уменьшить площадь ограждающих конструкций, что в свою очередь уменьшает энергопотери здания, иметь разностороннюю ориентацию лучшую инсоляцию и проветривание. Повышенное значение функциональности в промышленной архитектуре закономерно, так как здесь более чем в других ее видах разнообразны и тесно связаны между собой технологические, технико-экономические и социальные факторы.

**Ключевые слова:** производственное предприятие, архитектурно-художественные качества, производственная среда, благоустройство, проектирование.

**Введение.** Основным назначением архитектуры всегда являлось создание необходимой для существования человека жизненной среды, характер и комфортабельность которой определялись уровнем развития общества, его культурой, достижениями науки и техники. Эта жизненная среда, называемая архитектурой, воплощается в зданиях, промышленных комплексах, имеющих внутреннее пространство, организующих наружное пространство-производственные площади.

Проблемами проектирования производственных объектов занимались В.М. Предтеченский, Л.Б. Великовский, Н.Ф. Гуляницкий, С.В. Дядков, Т.Г. Маклакова, Б.С. Истомина и др., перечисленные ученые занимались вопросами объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий, организации внутреннего пространства, разработкой технологии и организации строительства, охраны труда и экологии. При проектировании производственных объектов данные ученые подходили с точки зрения развертывания производственного цикла, не уделялось должного внимания проблемам рациональной организации пространства предприятий, которые в свою очередь влияют на их архитектурную композицию, подбору энергоэффективной инженерии предприятия, условиям восприятия архитектуры производственных зданий.

Актуальность данного подхода заключается в качественном решении архитектурно-художественных задач при проектировании промышленных предприятий, а именно размещение в пространстве главных структурных элементов композиции производственных объектов, магистральных дорог и коммуникаций, обслуживающих зданий и сооружений, отдельных зон. А также сохранение принятой структуры при развитии предприятия, не зависимо от дальнейшего наращивания новых мощностей.

На современном этапе развития строительной техники и технологий проектирование зданий и сооружений неразрывно связано применением новых более простых технологических решений, путём подбора энергоэффективной инженерии [1–3] и материалов, оптимальных объемно-планировочных решений, так же этим достигается снижение энергозатрат.

**Методика, оборудование, материалы.** Анализ и синтез данных о существующих объектах по направлению исследования, литературных источников и изучение методических, нормативных и проектных материалов по теме исследования, применении элементов системного анализа, изучении особенностей территории, выделении уникальных черт и формировании концепции.

В методологии проектирования промышленного объекта можно выделить несколько аспектов формообразования функционально-планировочный, архитектурно-художественный. Функционально-планировочный аспект формирова-

ния промышленного объекта обеспечивает оптимальные функциональные схемы внутренних связей и помещений для качественного функционирования процессов предприятия, с учетом технологического оборудования цехов, обеспечения энергоэффективной инженерии предприятия. Архитектурно-художественный аспект формирования промышленного объекта отражает объемно-планировочные и конструктивные решения, организация внутрицехового пространства.

Имеются две важные предпосылки для качественного решения архитектурно-художественных задач при проектировании промышленных предприятий: использование рациональных принципов организации пространства; выявление специфических выразительных свойств технологического оборудования, сооружений и зданий.

**Основная часть.** Цель данного исследования состоит в применении вариативности (гибкого подхода) в проектировании производственного объекта. Объектом исследования является промышленное здание с его прилегающей промышленной зоной.

Задачи исследования: совершенствование планировочной системы; методы повышения энергоэффективности производственного здания; принципы повышения значения функциональности в промышленной архитектуре; повышение архитектурно-художественных качеств



Рис. 1. Централизованное размещение коммуникаций промышленного объекта

Лучшие условия восприятия архитектуры производственных зданий создаются благодаря централизованному размещению коммуникаций, освобождающему фасады корпусов от громоздких эстакад трубопроводов (рис. 1). Раздельная трассировка людских и технологических потоков по принципу двух встречных несовпадающих «гребенок», а также типизация структуры кварталов, при которой все главные объекты располагаются по фронту основных магистралей, значительно обогащают архитектуру главных улиц завода.

производственной среды; экологичности проектируемого промышленного здания и прилегающей территории.

По характеру застройки и своему образному строю промышленные предприятия подразделяются: преимущественно открытое оборудование различных масштаба и форм, установленное на площадках и этажерках; инженерные сооружения, в том числе многочисленные эстакады трубопроводов, постаменты, этажерки и т. п.; небольшое число относительно мелких зданий подсобного назначения; сочетание открытого оборудования и сооружений с достаточно крупными, но неширокими производственными зданиями; крупные многопролетные здания больших площадей застройки и незначительное число открыто установленного оборудования и сооружений; сочетание всех типов зданий, сооружений и открыто установленного оборудования.

Рациональные приемы организации пространства предприятий влияют на их архитектурную композицию, создавая эффект упорядоченности застройки, ее структурности, выявляя необходимые акценты. При этом важно, что планировочная система предусматривает не только систематизированное размещение в пространстве главных структурных элементов композиции (магистральных дорог и коммуникаций, отдельных зон и объектов), но и сохранение принятой структуры при развитии предприятия. И как бы в дальнейшем ни менялась система застройки по мере наращивания новых мощностей.



На крупных предприятиях внутризаводские магистральные автодороги прокладывают в проездах шириной до 60 м и более, что вызвано противопожарными соображениями, большим числом коммуникаций, размещаемых в них, а также необходимостью иметь открытое пространство для монтажа и демонтажа открыто стоящего крупного оборудования, которое стараются выводить на красные линии застройки кварталов. Это еще более способствует выявлению крупных структурных элементов композиции – отдельных производственных комплексов, заполняющих

пространство вдоль объектов транспортной системы.

Централизованное размещение объектов административного и культурно-бытового назначения вблизи главных автомагистралей дает возможность решить их по единому архитектурному замыслу, начиная от остановки общественного транспорта и до рабочего места. Организованное размещение зданий административного и культурно-бытового назначения на всем пути движения людей из города до рабочих мест увеличивает их архитектурную значимость, они могут занимать главенствующее положение в застройке.

Здания административного и культурно-бытового назначения могут составить основу композиции, позволяя создавать ансамбли перед заводских площадей, внутризаводскую композиционную ось в виде автомагистрали, обстроенной подсобными и вспомогательными объектами. В этом случае обслуживающие объекты решаются контрастно по отношению к производственным зданиям. При менее организованном размещении

подсобных и вспомогательных зданий их решают в нюансном соотношении с другими объектами застройки.

Взятые в совокупности сделанные объекты превращают застройку предприятий в сложный комплекс пространственных форм, связывающие которые в цельную для восприятия композицию – трудная задача.

Композиционные решения производственных зданий можно классифицировать в зависимости от способов размещения стоящего оборудования: здания с открытым фасадом; здания, обстроенные оборудованием; «здания-установки». Композиционные решения открытых установок, оборудования и сооружений более разнообразны, чем здания, как разнообразны и сами аппараты, объединяемые в группы (технологические установки и агрегаты). И хотя само объединение их обусловлено в первую очередь технологическими факторами, архитектор может активно влиять на решение композиционных задач.



Рис. 2. Пример цветового решения промышленного объекта

Повышение архитектурно-художественных качеств производственной среды достигается также путем благоустройства и озеленения территории [4, 5], цветового решения объектов и комплексов.

Выбор месторасположения промзоны должен основываться не только на санитарных нормах, но и на безвредности для окружающей среды [6, 7]. Необходимо произвести обследование почвы, воды, воздушной среды, учитывать расположение ближайших промышленных предприятий, ЛЭП. При выборе места строительства следует выявлять геопатогенные зоны, образующиеся над пустотами земли, подземными водными потоками, руслами бывших рек, разломами и др. В таких местах изменяются геомагнитные поля, уровень радиации, электропроводность

почвы и др. параметры. Всё это неблагоприятно воздействует на человека.

Расположение промышленных предприятий в зоне эко поселения, например, должно определяться, учитывая преобладающие ветра, необходимость территории для систем нетрадиционных источников энергии. При этом также возникает необходимость в территории под дополнительные очистные сооружения. По возможности, в чистых поселениях применить архитектурно-художественные приемы и придать зданиям выразительность и эстетическую ценность.

На выделенных землях предполагается не только использовать природные ресурсы, но и восстанавливать экосистему. В экологической программе эко поселений предлагается ряд решений для реабилитации почвы, восстановления лесов.

Конечно, невозможно в промышленности полностью перейти на нетрадиционные, возобновляемые источники энергии, но в некоторых сельскохозяйственных предприятиях они могут иметь место. Целесообразность обуславливается необходимым количеством энергии и мощностью предприятия, особенно, такие установки



могут найти применение в небольших фермерских хозяйствах.

Правильный выбор объема зданий позволяет уменьшить площадь ограждающих конструкций, что в свою очередь уменьшает энергопотери здания, иметь разностороннюю ориентацию лучшую инсоляцию и проветривание.

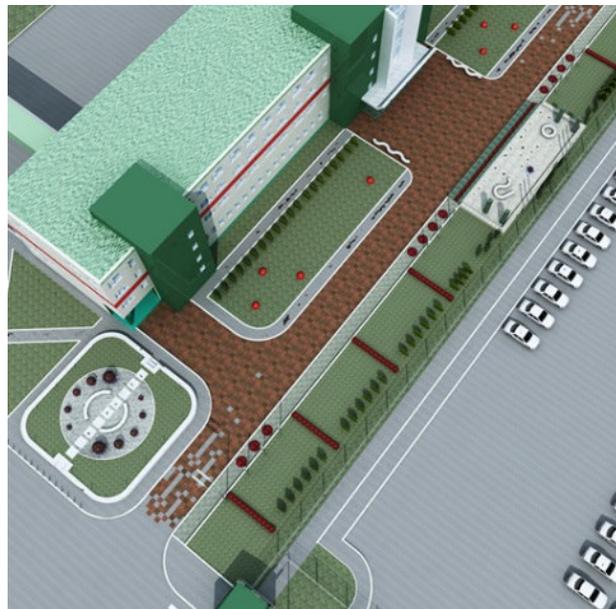


Рис. 3. Благоустройство территории завода «Уралкалий», г. Березники

Благоустройство и озеленение территории как важнейшее средство гуманизации производственной среды (на крупных промпредприятиях – крайне неблагоприятной для человека) обычно связывают с размещением и обустройством мест длительного пребывания персонала.

Композиционные решения производственных зданий можно классифицировать в зависимости от способов размещения стоящего оборудования: здания с открытым фасадом; здания, обстроенные оборудованием; «здания-установки».

В случае расположения открытого оборудования поблизости от производственных зданий фасады последних используют в качестве фонового элемента архитектурной композиции. Дробные и разнохарактерные формы оборудования эффектно выделяются на относительно ровном фасаде здания.

Компоновка многофункциональных зданий по блочно-секционному методу позволяет подучить композиции различной степени сложности как для зданий предзаводской площади, так и для рядовых подсобных зданий на площадке.

Применение цвета повышает информативность и психофизиологический комфорт трудящихся, служит важнейшим средством эстетической организации производственной среды. Создание цветовой композиции способствует объединению разнохарактерного технологического оборудования, размещаемого на открытых установках, что очень важно в условиях.

Сложность, большие масштабы и ряд специфических особенностей проектирования промышленных объектов, где технологические и технико-экономические требования подчас трудно согласуются с закономерностями архитектурно художественного формирования пространства, ставят архитектора-промышленника [8–10] в более тяжелые условия, чем его коллег в области гражданского строительства.

Принцип гибкого решения планировочно-пространственной структуры обуславливает максимальное ее приспособление к возможным изменениям производства в процессе эксплуатации предприятия. Принцип распространяется на все отрасли промышленности, в особенности на интенсивно развивающиеся, такие как химическая и нефтехимическая, предприятия которых характеризуются сложной производственной и планировочно-пространственной структурой. Реализация этого принципа способствует преодолению противоречий между очень динамичным развитием промышленного производства и относительной стабильностью структуры строительных сооружений, между длительным отрезком времени проектирования строительства [11–13] и освоения капитальных вложений и стремительным развитием науки, постоянно открывающей новые материалы и способы их получения.

Новые виды продукции и сопутствующие им технологические процессы появляются часто, а

внедрение их в промышленность (включая проектирование, опытное производство, строительство зданий и сооружений) и освоение заданной мощности часто растягиваются на длительный срок. Этот разрыв уменьшается, если вместо строительства новых заводов реконструируются старые. Но и в последнем случае капиталовложения и сроки ввода объекта в эксплуатацию все же остаются большими [14–17].

Сроки морального старения технологических процессов, оборудования и строительных сооружений примерно соотносятся как 1:3:12. Это показывает, насколько важны гибкие решения планировочно-пространственной структуры промышленных объектов, а также гибкие решения технологической структуры. Гибкость планировочно-пространственной структуры основывается на реализации и комплексном использовании ряда эффективных принципов архитектурного формирования промышленных предприятий, в т.ч.: блочное построение пространственной структуры; зонированное размещение объектов; унификация строительных и технологических элементов и др.

Некоторые резервы в параметрах планировочных, объемно-планировочных и конструктивных элементов. Резервы должны определяться исходя из обоснованных заключений технологов о возможных изменениях организации производства на проектируемом предприятии, и должны быть обоснованы соответствующими технико-экономическими расчетами. В ряде случаев целесообразно предусматривать возможные изменения параметров некоторых элементов уже в процессе эксплуатации предприятия, т.е. не сразу строить весь объем сооружения, а предусматривать возможность его расширения в случае конкретного изменения структуры производства.

Например, вместо резервирования несущей способности эстакады под трубопроводы можно предусмотреть место для ее расширения при увеличении числа и веса трубопроводов. Увеличение мощности любой инженерной системы (отопление, водоснабжение, электроснабжение и т.п.) можно предусматривать установки дополнительного агрегата, для чего оставляют необходимое место. При этом следует учитывать общую тенденцию возрастания единичной мощности оборудования при одновременном уменьшении его размеров. В указанных случаях резервирование осуществляется при минимальных капитальных вложениях.

Гибкие решения планировки территории производственных зданий и сооружений должны обеспечить приспособление уже построенного, действующего предприятия или объекта к изме-

нениям структуры производства. Укрупнение параметров элементов планировки, зданий и сооружений и определенные сочетания этих элементов, как правило, создают достаточно хорошие условия для переконфигурации и частичного изменения состава технологического оборудования. А вот существенная передвижка тяжелого оборудования, перетрассировка трубопроводов, железнодорожных путей при изменении производственной структуры - дело крайне сложное, часто требующее серьезных конструктивных изменений, сложных строительных работ и больших затрат средств и времени. Поэтому решающее значение для формирования гибкой планировочно-пространственной структуры имеют специальные приемы компоновки объектов на территории предприятия и оборудования в зданиях и сооружениях, а также трассировки путей передвижения транспортных средств и прокладки всех видов коммуникаций. Принципиальная схема дорог, коммуникационных коридоров и размещение зданий, сооружений и оборудования должны быть скоординированы на основе четкой схемы организации грузовых и людских потоков.

Чтобы обеспечить архитектурное качество промышленного строительства, необходимо дальнейшее совершенствование методов проектирования [18]. Важное значение, для достижения этой цели имеют принципы и приемы формирования пространства, вытекающие из функциональных требований. Они способствуют развитию системных методов проектирования и соответственно широкому использованию ЭВМ, оказывают неоценимую помощь архитектору в комплексном решении всех стоящих перед ним задач и в том числе повышения художественного качества застройки, а также технологичной организации строительного производства [19, 20].

**Выводы.** По результатам предлагаемого гибкого подхода к проектированию производственного объекта можно сделать следующие заключения:

1. Повышенное значение функциональности в промышленной архитектуре закономерно, так как здесь более чем в других ее видах разнообразны и тесно связаны между собой технологические, технико-экономические и социальные факторы, обуславливающие оптимальные условия организации производства и строительства.

2. Правильно выбранная схема размещения зданий административного и культурно-бытового назначения, позволяет создавать ансамбли пред заводских площадей, внутривзводскую композиционную от остановки общественного транспорта и до рабочего места.

3. Выбор месторасположения промзоны должен основываться не только на санитарных

нормах, но и на безвредности для окружающей среды. Расположение промышленных предприятий в зоне эко поселения, должно определяться, согласно множеству природных, технических и технологических факторов, а так же композиционных решений.

4. Применение гибких планировочных решений территории производственных зданий и сооружений обеспечат приспособление уже построенного, действующего предприятия или объекта к изменениям структуры производства, его перекомпоновки и частичного изменения состава технологического оборудования.

Научная новизна заключается в рассмотренных вопросах совершенствования планировочной системы, повышения энергоэффективности производственного здания и функциональности, а также архитектурно-художественных качеств производственной среды с учетом экологических аспектов. Данные рекомендации применимы при проектировании, не только при возведении новых производственных объектов, но и при реновации существующих.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Коршунова Л.А. Кузьмина Н.Г. Кузьмина Е.В. Проблемы энергосбережения и энергоэффективности в России // Известия Томского политехнического университета. 2013. №6. С. 22-25.
2. Акиев Р.С., Бурцев С.И., Бусахин А.В. и др. Каталог технических решений и практических рекомендаций по энергосбережению и повышению энергетической эффективности зданий и сооружений [Электронный ресурс]. М: Национальное объединение строителей, 2014. 139 с. URL: <http://docs.cntd.ru/document/493668276>
3. Amro M., Hind M., David A. Blind spots in energy transition policy: Case studies from Germany and USA // Energy Reports. 2019. No. 5. Pp. 20–28
4. Sampaio C.G., Alvar Aalto and Alvaro Siza: The Link between Architecture and Nature in the Construction of Place // Athens Journal of Architecture. 2015. Vol. 1. №. 3. Pp. 207–220.
5. Попов А.Д. Световой дизайн городской среды в современной урбанистике // Дизайн. Материалы. Технология. 2016. № 2 (42). С. 16–19.
6. Wegmann M., Leutner B., Dech S. Remote sensing and GIS for ecologists: using open source software. Pelagic Publishing Ltd, 2016. 178 p.
7. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. Geographic information science and systems. John Wiley & Sons, 2015. 133 p.
8. Малахов С.А. Когда появится возможность обучать архитектуре как полноценной профессии? // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре, градостроительство. Самарский государственный архитектурно-строительный университет. 2016. С. 128–131.
9. Liu Y., et al. The smart architect: Scalable ontology-based modeling of ancient Chinese architectures // IEEE Intelligent Systems. 2008. Vol. 23. No. 1. Pp. 49–56.
10. Mazandarani M.S.A. Transformation of Idea into Form by architect in management of smart cities // Proceedings of IFKAD-ISSN. Vol. 2280. P. 787X.
11. Barco A.F., Vareilles E., Aldanondo M., Gaborit P. Open the packaging for the synthesis of the facade plan under public decision // Procedia Engineering. 2014. Vol. 8502. Pp. 144–153.
12. Блажнов А.А. Статический расчёт плёночной кровли культивационного сооружения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 10. С. 17–22. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-10-17-22
13. Юрьев А.Г. Расчет пола промышленного здания на силовые воздействия // Строительство – 2002: матер. Междунар. науч.-практ. конф. Ростов-на-Дону: Изд-во РГСУ, 2002. С. 21–22.
14. Точина В.П., Попов А.Д., Танкова Н.А. Принципы и методы реновации промышленных объектов в мировой практике // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 6. С. 78–82. DOI: 10.34031/article\_5d079e0ec02547.40724825
15. Barco A.F., Fages J.G., Vareilles E., Aldanondo M., Gaborit P. Recursive algorithm of building renovation in "smart" cities // Procedia Engineering. 2015. Vol. 9255. Pp. 508–523.
16. Фетисова М.А., Лубенникова А.Ю., Реставрация и строительство культурно-исторических памятников / В сборнике: вестник строительства и архитектуры сборник трудов конференции. Орел, 2018. С. 7–11.
17. Маренков А.Г., Фетисова М.А. Зарубежный опыт реконструкции фасадов // Инновационные технико-технологические решения для строительной отрасли, ЖКХ и сельскохозяйственного производства. Сборник материалов. Орел, 2015. С. 47–50.
18. Fei S., Shuwei G., Borui L., Yichao L., Sailing H. An Acoustic Metamaterial Lens for Acoustic Point-to-Point Communication in Air // Akustic journal. 2019. Vol. 65. No. 1. Pp. 1–6.
19. Фетисова М.А., Евстратов С.С. Возведение сельскохозяйственных зданий с применением блочно-комплексных устройств / В сборнике: Вестник строительства и архитектуры. Сборник научных трудов. Орел, 2014. С. 75–77.
20. Абашин Е.Г., Астахов С.М., Болихов Б.А., Брезгин Ю.И., Волкова Л.А., Медведев В.Е., Мысишин И.С., Фетисова М.А. Технология, организация, планирование и управление строительным производством Вопросы-ответы, примеры, задачи и упражнения // Орёл, 2013. 340с.

*Информация об авторах*

**Фетисова Мария Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры агропромышленного и гражданского строительства. E-mail: fetisovamaria@mail.ru. Орловский Государственный аграрный университет. Россия, 302019, Орел, ул. Генерала Родина, д. 69.

**Коломыцева Анастасия Юрьевна**, ассистент кафедры агропромышленного и гражданского строительства. E-mail: Lubennickova.anastasia@yandex.ru. Орловский Государственный аграрный университет. Россия, 302019, Орел, ул. Генерала Родина, д. 69.

Поступила 09.09.2021 г.

© Фетисова М.А., Коломыцева А.Ю., 2022

**\*Fetisova M.A., Kolomytseva A.Yu.**

*Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina*

*\*E-mail: fetisovamaria@mail.ru*

## FLEXIBLE APPROACH TO DESIGN OF A PRODUCTION FACILITY

**Abstract.** *The prerequisites for a high-quality solution of architectural and artistic problems in the design of industrial enterprises are determined. The planning system provides a systematic placement in space of the main structural elements of the composition (main roads and communications, individual zones and objects), and the preservation of the adopted structure during the development of the enterprise. Despite the further change in the building system as new capacities increase. General methods of organizing space are formed by various elements of building up industrial enterprises. The compositional solutions of industrial buildings can be classified depending on the methods of placing the standing equipment: buildings with an open facade; buildings with equipment; "building-installations". The improvement of the architectural and artistic qualities of the production environment is achieved through landscaping and landscaping of the territory, the color scheme of objects and complexes. The correct choice of the volume of buildings allows to reduce the area of the enclosing structures, which in turn reduces the energy loss of the building, to have a versatile orientation, better insolation and ventilation. Since here, technological, techno-economic and social factors are closely interconnected.*

**Keywords:** *manufacturing enterprise, architectural and artistic qualities, production environment, landscaping, design.*

### REFERENCES

1. Korshunova L.A. Kuzmina N.G. Kuzmina E.V. Problems of energy saving and energy efficiency in Russia [Problemy energosberezheniya i energoeffektivnosti v Rossii]. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. 2013. No. 6. Pp. 22-25. (rus)
2. Akiev R., Burtsev S., Busakhin A. and others. Catalog of technical solutions and practical recommendations for energy saving and energy efficiency of buildings and structures [Katalog tekhnicheskikh reshenij i prakticheskikh rekomendacij po energosberezheniyu i povysheniyu energeticheskoy effektivnosti zdaniy i sooruzhenij]. [Electronic resource] M: National Association of Builders, 2014. 139 p. URL: <http://docs.cntd.ru/document/493668276>. (rus)
3. Amro M., Hind M., David A. Blind spots in energy transition policy: Case studies from Germany and USA. Energy Reports. 2019. No. 5. Pp. 20–28
4. Sampaio C.G., Alvar Aalto and Alvaro Siza: The Link between Architecture and Nature in the Construction of Place // Athens Journal of Architecture. 2015. Vol. 1.No. 3. Pp. 207–220.
5. Popov A.D. Light design of urban environment in modern urbanist [Svetovoj dizajn gorodskoj sredy v sovremennoj urbanistke]. Design. Materials. Technology. 2016. No. 2 (42). Pp. 16–19. (rus)
6. Wegmann M., Leutner B., Dech S. Remote sensing and GIS for ecologists: using open source software. Pelagic Publishing Ltd. 2016. 178 p.
7. Longley P.A., Goodchild M.F., Maguire D.J., Rhind D.W. Geographic information science and systems. John Wiley & Sons. 2015. 133 p.
8. Malakhov S.A. When will it be possible to teach architecture as a full-fledged profession? [Kogda poyavitsya vozmozhnost' obuchat' arhitekture kak polnocennoj professii?]. Traditions and innovations in construction and architecture, urban planning. Samara State University of Architecture and Civil Engineering. 2016. Pp. 128–131. (rus)
9. Liu Y., et al. The smart architect: Scalable ontology-based modeling of ancient Chinese architectures. IEEE Intelligent Systems. 2008. Vol. 23. No. 1. Pp. 49–56.
10. Mazandarani M.S.A. Transformation of Idea into Form by architect in management of smart cities. Proceedings of IFKAD-ISSN. Vol. 2280. 787 p.
11. Barco A.F., Vareilles E., Aldanondo M., Gaborit P. Open the packaging for the synthesis of

the facade plan under public decision. *Procedia Engineering*. 2014. Vol. 8502. Pp. 144–153.

12. Blazhnov A.A. Static calculation of the film roof of a cultivation structure [Staticheskiy raschyot plyonochnoj krovli kul'tivacionnogo sooruzheniya]. *Scientific and theoretical journal bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2020. No. 10. Pp. 17–22. (rus)

13. Yuriev A.G. Calculation of the floor of an industrial building for force effects [Raschet pola promyshlennogo zdaniya na silovye vozdeystviya]. *Construction - 2002: mater. Int. scientific-practical conf. Rostov-on-Don: Publishing House of the Russian State Social University*. 2002. Pp. 21–22. (rus)

14. Tochina V.P., Popov A.D., Tankova N.A. Principles and methods of renovation of industrial facilities in world practice [Principy i metody renovacii promyshlennykh ob'ektov v mirovoj praktike]. *Scientific and theoretical journal bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2019. No. 6. Pp. 78–82. (rus)

15. Barco A.F., Fages J.G., Vareilles E., Aldanondo M., Gaborit P. Recursive algorithm of building renovation in "smart" cities. *Procedia Engineering*. 2015. Vol. 9255. Pp. 508–523.

16. Fetisova M.A., Lubennikova A.Yu., Restoration and construction of cultural and historical monuments [Restavraciya i stroitel'stvo kul'turno-istoricheskikh pamyatnikov]. In the collection: *bulletin*

of construction and architecture collection of conference proceedings. Orel. 2018. Pp. 7–11. (rus)

17. Marenkov A.G., Fetisova M.A. Foreign experience of reconstruction of facades [Restavraciya i stroitel'stvo kul'turno-istoricheskikh pamyatnikov]. *Innovative technical and technological solutions for the construction industry, housing and communal services and agricultural production. Collection of materials*. Orel. 2015. Pp. 47–50. (rus)

18. Fei S., Shuwei G., Borui L., Yichao L., Sailing H. An Acoustic Metamaterial Lens for Acoustic Point-to-Point Communication in Air. *Akustic journal*. 2019. Vol. 65. No. 1. Pp. 1–6.

19. Fetisova M.A., Evstratov S.S. Construction of agricultural buildings using block-complex devices. [Vozvedenie sel'skokozyajstvennykh zdaniy s primeneniem blochno-kompleksnykh ustrojstv]. In the collection: *Bulletin of construction and architecture. Collection of scientific papers*. Orel. 2014. Pp. 75–77. (rus)

20. Abashin E.G., Astakhov S.M., Bolikhov B.A., Brezgin Yu.I., Volkova L.A., Medvedev V.E., Mysishin I.S., Fetisova M.A. Technology, organization, planning and management of construction production Questions-answers, examples, tasks and exercises [Tekhnologiya, organizaciya, planirovanie i upravlenie stroitel'nym proizvodstvom Voprosy-otvety, primery, zadachi i uprazhneniya]. Orel. 2013. 340 p. (rus)

#### *Information about the authors*

**Fetisova, Mariia A.** PhD. E-mail: fetisovamaria@mail.ru. Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina. Russia, 302019, Oryol, st. General Rodina, 69.

**Kolomytseva, Anastasia Yu.** PhD. E-mail: Lubennikova.anastasia@yandex.ru. Oryol State Agrarian University named after N.V. Parakhina. Russia, 302019, Oryol, st. General Rodina, 69.

*Received 09.09.2021*

#### **Для цитирования:**

Фетисова М.А., Коломытцева А.Ю. Гибкий подход к проектированию производственного объекта // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 2. С. 47–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-2-47-54

#### **For citation:**

Fetisova M.A., Kolomytseva A.Yu. Flexible approach to design of a production facility. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*. 2022. No. 2. Pp. 47–54. DOI: 10.34031/2071-7318-2021-7-2-47-54