

**Архитектурная концепция экопоселения в Челябинской области****© А.В. Чистякова, С.Г. Шабиев**

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия

Резюме: Целью исследования является разработка архитектурной концепции экопоселения в Челябинской области, соответствующей требованиям экологизации среды жизнедеятельности, на трёх этапах: на уровне генплана, архитектурных объектов и эксплуатации. Для осуществления поставленной цели используется комплексный подход к изучению информационных и других материалов, в том числе нормативной документации, сравнительный анализ существующих посёлков и архитектурных объектов, принятых к реализации. Используются технологии энергоэффективной архитектуры, градостроительного ландшафтного планирования, а также внедрения альтернативных источников энергии в структуру экопоселения. Рассмотрены зарубежные современные посёлки и их отечественные аналоги, а также энергоэффективные малоэтажные жилые дома. Проанализированы градостроительные условия территории проектирования, ее планировочные ограничения и климатические характеристики. Представлено проектное предложение архитектурной концепции экопоселения, включающее градостроительные изыскания, а также разработку архитектурно-планировочных и конструктивных решений зданий: индивидуального и многоквартирного жилых домов, соответствующих требованиям энергоэффективности и экологичности. Осуществлён анализ ветровой доступности ветрогенераторов на основе использования вычислительной гидродинамики для корректного размещения местной ветроэлектростанции. Проект архитектурной концепции экопоселения на территории Челябинской области разработан с учетом мирового опыта проектирования экологической архитектуры и может быть применен в регионах со сходными природно-климатическими условиями.

Ключевые слова: экологическая архитектура, архитектурное проектирование, зеленое строительство, экопоселение, энергоэффективность, альтернативные источники энергии

Для цитирования: Чистякова А.В., Шабиев С.Г. Архитектурная концепция экопоселения в Челябинской области. *Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость*. 2021. Т. 11. № 2. С. 386–397. <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-2-386-397>

Architectural concept of an ecovillage in the Chelyabinsk region**Anna V. Chistiakova, Salavat G. Shabiev**

South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia

Abstract: The aim was to develop an architectural concept of an ecovillage in the Chelyabinsk region, which meets the requirements of ecologization of the living environment. The concept is described at the 3 levels: the general layout, architectural structure and operation. A multifaceted approach was used to examine the background information, including regulatory documentation. A comparative analysis of the existing settlements and architectural structures approved for implementation was conducted. Technologies of energy-efficient architecture, urban and spatial planning, alternative energy sources were used. Foreign modern settlements and their domestic equivalents, as well as energy-efficient low-rise residential apartment buildings, were considered. The city-planning conditions of the design area, its planning constraints and climate references were described. A project proposal for the developed architectural concept of an ecovillage includes urban planning site surveys, as well as an architectural planning and engineering development of detached and multi-apartment residential buildings that meet the requirements of energy performance and environmental friendliness. The location of a local wind power plant was determined based on an assessment of the wind availability of wind-powered generators using the methods of computational fluid dynamics. Thus, the study demonstrates

the applicability of the research findings in the development of an architectural concept of an ecovillage in the Chelyabinsk region in light of international best practice in ecological architecture design.

Keywords: ecological architecture, architectural design, green building, eco-settlement, energy efficiency, alternative energy sources

For citation: Chistiakova AV, Shabiev SG. Architectural concept of an ecovillage in the Chelyabinsk region. *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost = Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate.* 2021;11(2):386–397. (In Russ.) <https://doi.org/10.21285/2227-2917-2021-2-386-397>

Введение

Кафедрой архитектуры Южно-Уральского государственного университета проводятся многолетние исследования экологической направленности. Сформировалась Южно-Уральская школа экологической архитектуры, где разрабатываются экологические проекты, в том числе выполнена НИР по разработке проекта экопоселения в Рощино Сосновского района Челябинской области.

Следует отметить, что одним из самых значимых факторов, влияющих на жизнь людей в городах, является несоблюдение баланса между природой и урбанизированной средой [1]. Для развития полного экологического равновесия на территориях средней полосы России необходимо обеспечить плотность населения¹ не более 60 чел./кв. км. В городах-миллионниках плотность населения более 1000 чел./кв. км, например, в Челябинске – 1311,9 чел./кв. км, а в Москве – 4908,5 чел./кв. км. В то же время происходит опустошение сельских населённых пунктов, торможение развития агропромышленного комплекса страны. 8% деревень в стране полностью заброшены. 73% населения России живут в городах, пятая часть – в 13-ти крупнейших городах. Экологическое равновесие достигается только на неосвоенных территориях. Их наличие также благоприятно сказывается на распределении уровня углеродного следа в атмосфере. Охраняемые природные лесные массивы и заповедники, водоохранные зоны организуют не только ради сбережения ценных ландшафтов, редких видов растений и животных. Такие образования приобретают новое функциональное значение – это противопоставление отрицательному влиянию индустриализации [2].

Плотность населения можно соблюсти при формировании новых поселений и реконструкции существующих. Сохранение

здоровья их жителей должно стать приоритетным на всех этапах проектирования [3]. Человеку необходим определенный уровень геомагнитного поля для нормальной жизни. Его ослабление приводит к серьезным негативным последствиям для организма. Но именно такие условия создаются для людей, живущих на верхних этажах многоэтажных жилых домов [4]. Поэтому в качестве архитектурной концепции было выбрано малоэтажное экопоселение. Планировочные особенности такого поселения должны учитывать ландшафт территории. Актуальность данной темы также определяется необходимостью развития энергоэффективной жилой архитектуры с внедрением альтернативных источников энергии.

Методы

Современные спроектированные посёлки, в отличие от сформировавшихся «стихийно» ещё в XX веке деревень, в большинстве случаев строятся по тем же принципам, что и типовые многоквартирные дома. Регулярная планировка участков посёлка «ломает» сформированную природой ландшафтную структуру.

В рамках исследования были оценены с точки зрения планировочной структуры и энергоэффективности такие посёлки, как Алатцис (Латвия), *Eco-Viikki* (Хельсинки, Финляндия); район *Bo01* (Мальме, Швеция); *Fujisawa SST* (Токио, Япония) и др. [5, 6]. Изучены особенности их экологических и архитектурных решений. Рассмотрены реализованные отечественные проекты экологических жилых зданий: первый в России проект «Пассивный дом» (ЗАО «Мосстрой-31»); первый в России «Активный дом» (датская компания *Velux* и «Загородный проект»); а также энергоэффективные жилые дома средней этажности в городах Барнаул, Уфа, Никулино-2, Владивосток и др. В проекте предложены экопоселения авторами продемонстрированы градостроительные, объёмно-пространственные и конструктивные решения, выявленные на основе предварительного

¹Маслов Н.В. Градостроительная экология: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 2003. С. 20–32.

исследования подобных реализованных архитектурных объектов.

Результаты и их обсуждение

Территория проектирования находится в Златоустовском городском округе Челябинской области, на возвышенной территории, имеющей богатый ландшафт. Она является одним из центров притяжения туристов, приезжающих для посещения хребта Уреньга и реки Ай. При этом инфраструктура поселения, располагающегося на данной территории, слабо развита. Это место было выбрано также исходя из климатических условий.

Для эффективного размещения ветроэлектростанций требуется повышенная ветровая нагрузка [7, 8]. В Челябинской области целесообразнее всего будет размещать их в горной местности. На схеме зелёным цветом указана зона, где скорость ветра чаще достигает 15–20 м/с (рис. 1).

Для разработки архитектурной концепции экопоселения был выбран существующий посёлок Весёловка Златоустовского округа Челябинской области.

В нём есть множество ветхоаварийных зданий, что представлено на опорном плане. Красным отмечена застройка внутри водоохранной зоны реки Ай, а коричневым внутри – зоны затопления (рис. 2).

Функционально в Весёловке имеется только одно дошкольное образовательное учреждение, что не соответствует нормам радиусов обслуживания, составляющих 500 м. Имеется промышленно-складская зона, вышедшая из эксплуатации, – склад Златоустовского машиностроительного завода.

Также в посёлке существует всего лишь одна асфальтированная улица, через неё осуществляется выезд на автодорогу М5, ведущую в Челябинск и Златоуст, а также в город Учалы – с юго-западной стороны посёлка. Хотелось бы отметить отсутствие в Весёловке рекреационных зон. Окружает посёлок густой лес, что является существенным планировочным ограничением.

Территория обладает богатой ландшафтной структурой. Перепады высот от западной части посёлка до реки достигают 70–80 метров. Встречаются как пологие уклоны, так и крутые обрывы.

Помимо водоохранной зоны реки (200 м) территория обладает неблагоприятной (сложной) зоной для строительного освоения. Она подразделяется на два вида: уклоны более 30% и пойма, затапливаемая паводками. Имеется характерный композиционный изгиб реки, что формирует образ проектируемого посёлка (рис. 3).

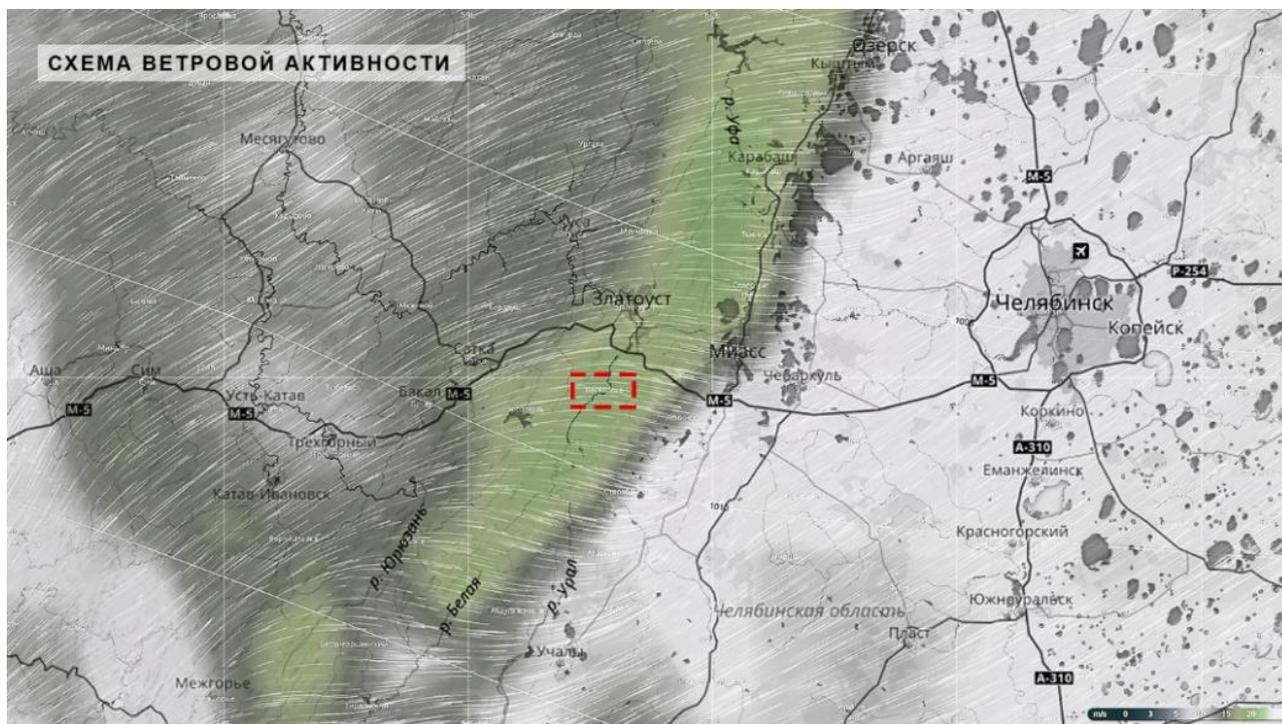


Рис. 1. Схема ветровой активности части территории Челябинской области с указанием места проектирования

Fig. 1. Scheme of wind activity of the territory of Chelyabinsk region with an indication of the place of design

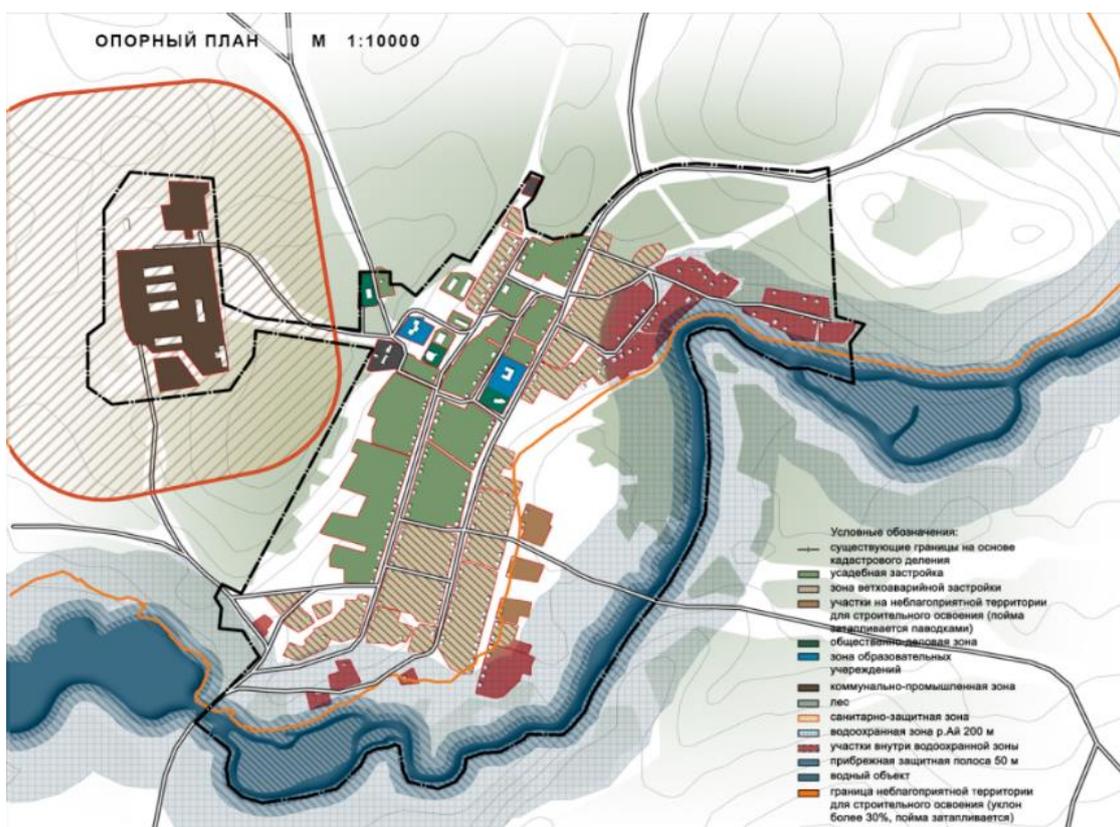


Рис. 2. Опорный план существующего посёлка в Челябинской области
 Fig. 2. Basic plan of the existing village in Chelyabinsk region

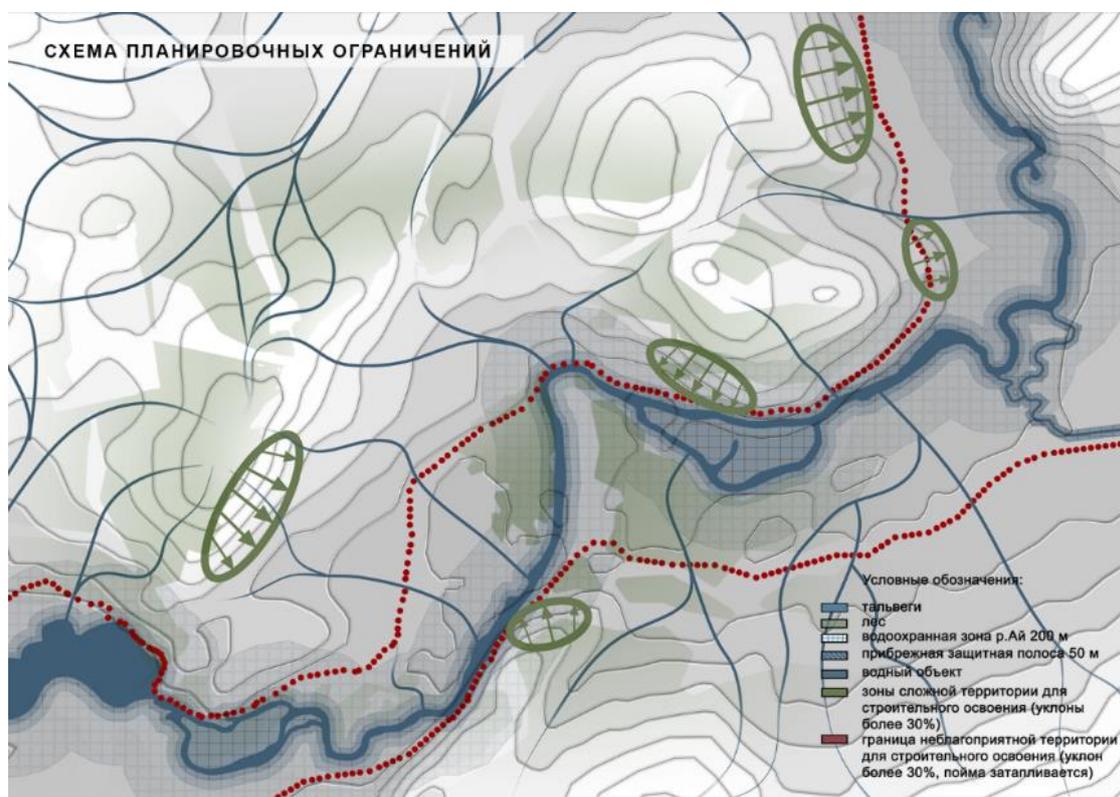


Рис. 3. Схема ландшафтной структуры
 Fig. 3. Landscape structure diagram

В работе осуществлено градостроительное обоснование концепции экопоселения. Перед началом реального проектирования на основании Градостроительного кодекса РФ и опорного плана, взятого с сайта администрации Златоуста, проведена комплексная оценка территории². Проанализированы уклоны рельефов, санитарно-защитные зоны, благоприятные зоны для строительства. Определены расчётное количество жителей посёлка, равное 2,5 тыс., и размеры участков – 8, 12, 15, 18 и 36 соток для блокированных домов, усадебной застройки и фермерских хозяйств, соответственно. Для разнообразия застройки предлагается возведение микрорайона с многоквартирными домами средней этажности элитного класса.

Селитебная территория формируется с учетом взаимоувязанного размещения жилых, общественно-деловых зон, отдельных коммунальных и промышленных объектов, не требующих устройства санитарно-защитных зон, улично-дорожной сети, озеленения и других территорий общего пользования для создания жилой среды, отвечающей современным социальным, санитарно-гигиеническим и градостроительным требованиям [9].

Генплан посёлка формируется с учетом основных улиц и основан на ландшафтной структуре так, чтобы уклоны были меньше 5% и комфортными для пешеходов. Вдоль улиц прокладываются тротуары, выделяются зоны общественного назначения. В образованных зонах размещаются круговые кварталы жилой застройки. Зоны естественного озеленения облагораживаются для дальнейшего использования в качестве скверов, устанавливаются искусственные водные объекты и детские площадки. Проектируются выходы к основному водному объекту – реке Ай.

Движение транспорта и пешеходов осуществляется следующим образом. На территории посёлка организовано два основных въезда-выезда на улицу магистрального и местного назначения, по которой можно выехать на автодорогу М5, ведущую в город Челябинск и город Златоуст, с северо-восточной стороны посёлка, в Республику Башкортостан (Учалы) – с юго-западной стороны. Имеется 3 мостовых сооружения через реку Ай.

Остальные улицы местного значения проектировались с учётом ландшафтной структуры территории (рис. 4).

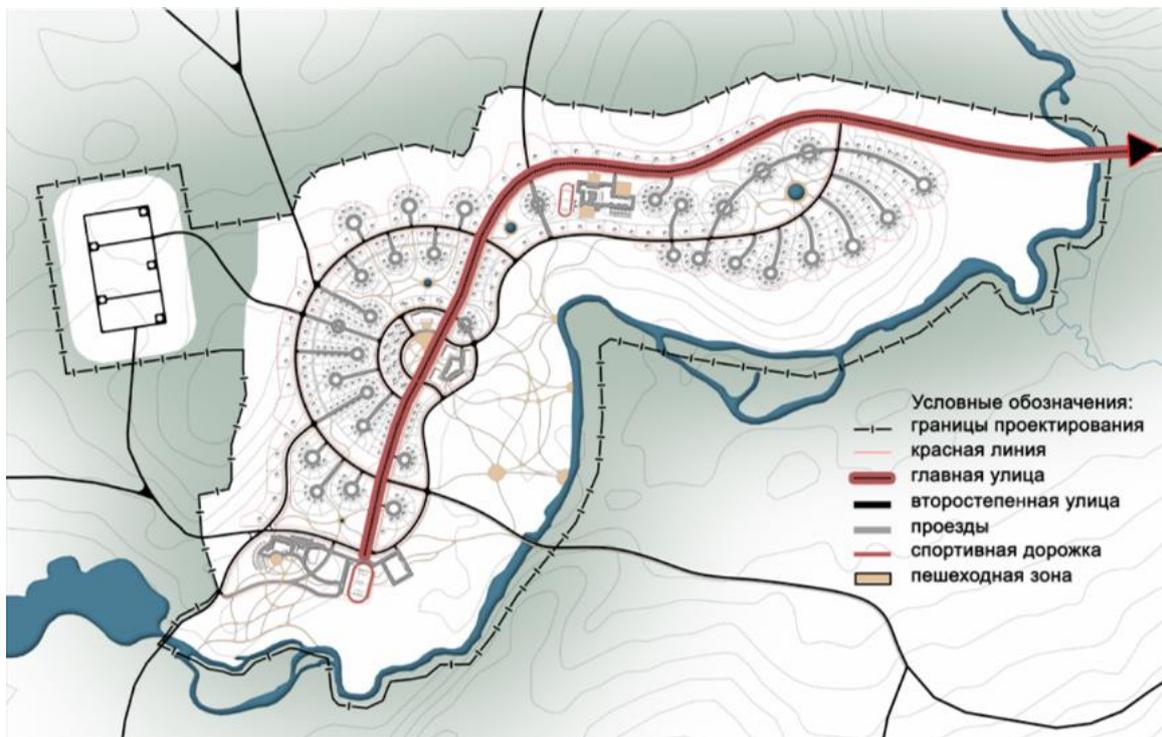


Рис. 4. Схема организации движения транспорта и пешеходов
 Fig. 4. The scheme of the organization of traffic and pedestrians

²Стандарт комплексного развития территорий [Электронный ресурс] / Минстрой России, ДОМ.РФ, КБ «Стрелка». 2019. С. 300. URL: <https://xn--d1aqf.xn--p1ai/development/urban/printsiy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/> (11.02.2021).

Они проходят не по тальвегам или водоразделам, чтобы избежать больших уклонов (15–20%), а также не по изолиниям топоъемки, чтобы была возможность нормального водоотвода с проезжей части. Улицы спроектированы по косограмм, что обеспечивает оптимальную доступность для пешеходов, особенно для маломобильных групп населения (уклоны 1–5%).

Проектом предусматриваются гостевые стоянки на 120 м/мест, в том числе остановка для автобусов и автомобилей маломобильных групп населения на 6 м/мест.

Отличительной особенностью планировки посёлка является то, что участки располагаются не вплотную друг к другу. Они сформированы в своеобразные круговые кварталы. В центре каждого квартала – общественное пространство, которое может использоваться для отдыха как взрослых, так и детей.

Между круговыми кварталами тоже достаточно количество свободного пространства, которое заполнено естественным озеленением и искусственными водоёмами. Пруд внутри посёлка – это дополнительные меры противопожарной безопасности [6]. Все приёмы, использованные в планировочной структуре посёлка, обеспечивают оптимальную плотность населения в границах поселения (не выше, чем 60 человек на кв. км), а также решают проблему экологического равновесия.

Инфраструктурное наполнение посёлка (рис. 5):

- общественный центр посёлка (административная, культурная и медицинская части);
- центральная площадь;
- учебно-воспитательный комплекс со спортивно-туристическим направлением на 392 места для учащихся и 90 мест для детского сада;
- торговые пространства посёлка располагаются на первых этажах многоквартирных жилых домов средней этажности;
- спортивно-оздоровительный комплекс для посетителей близлежащих туристических достопримечательностей (хребет Уреньга), в котором имеется гостиница, в том числе гостевые домики на 4–6 мест, актовый зал, санаторно-медицинское обслуживание, многоуровневая автостоянка, тренажёрный зал, бассейн, а также плоскостное спортивное сооружение;
- благоустройство общественных пространств: детские площадки, скверы, водные объекты.

Разработан архитектурный облик для общественного центра посёлка, учебно-воспитательного комплекса (школы), а также для спортивно-оздоровительного комплекса.

Ветроэнергоустановки располагаются на месте бывшего промышленного склада для машиностроительного завода г. Златоуста, они отделены от посёлка защитным лесным массивом. Для проверки эффективности размещения ветроэлектростанции было необходимо провести исследование скорости ветрового потока территории [10–12]. Многовариантное моделирование ветрового потока на полученной цифровой модели рельефа с различных направлений позволило получить необходимые данные (рис. 6).

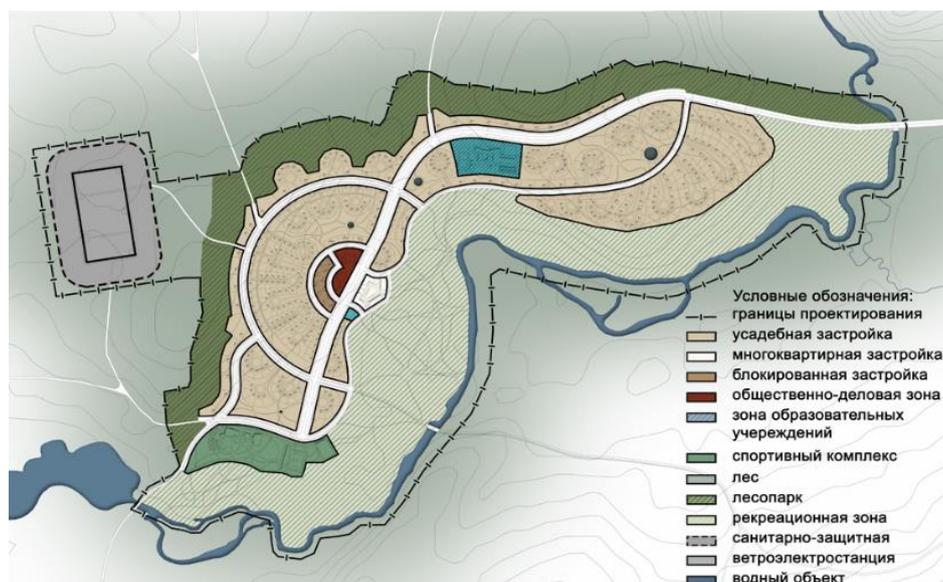


Рис. 5. Схема функционального зонирования
Fig. 5. Functional zoning scheme

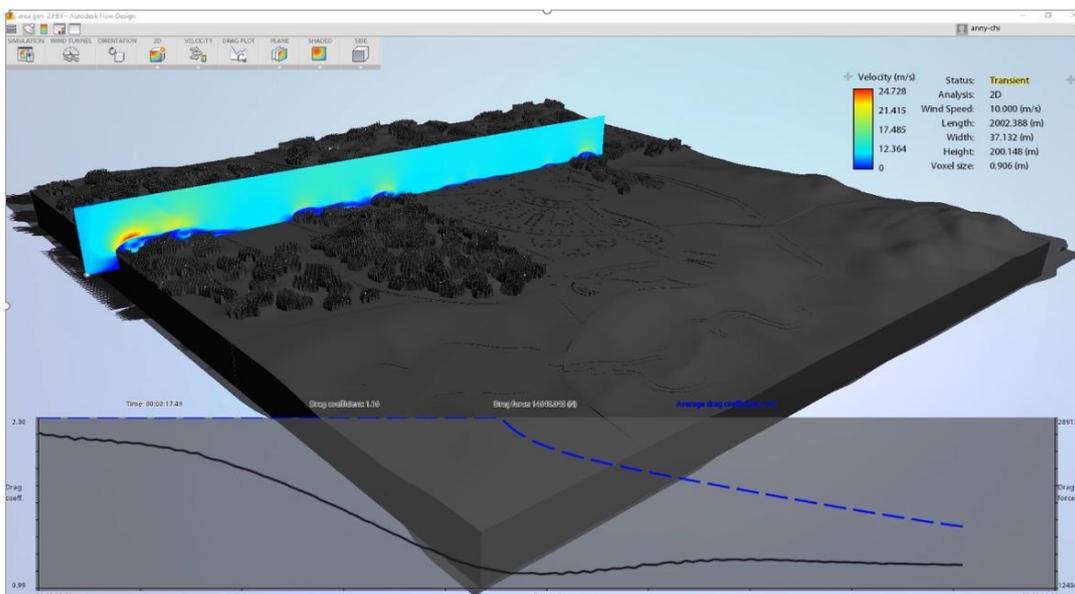


Рис. 6. Схема вертикального градиента распределения скорости ветрового потока [13]
 Fig. 6. Diagram of the vertical gradient for the wind flow velocity distribution [13]

Доминантой в планировочной композиции является центральная площадь посёлка, а также его общественный центр (рис. 7). Однако в кульминационных точках главной улицы располагаются общественное плоскостное спортивное сооружение и соединённый с ним спортивно-оздоровительный комплекс. Спортивно-оздоровительный ком-

плекс является градообразующим предприятием, потому что данная территория расположена вблизи популярных горно-туристических маршрутов (хребет Уреньга, р. Ай и т.д.). Данный комплекс дает возможность трудоустройства в Весёловке, так как ему потребуются специалисты разного профиля. Трёхмерная визуализация посёлка представлена на рис. 8.

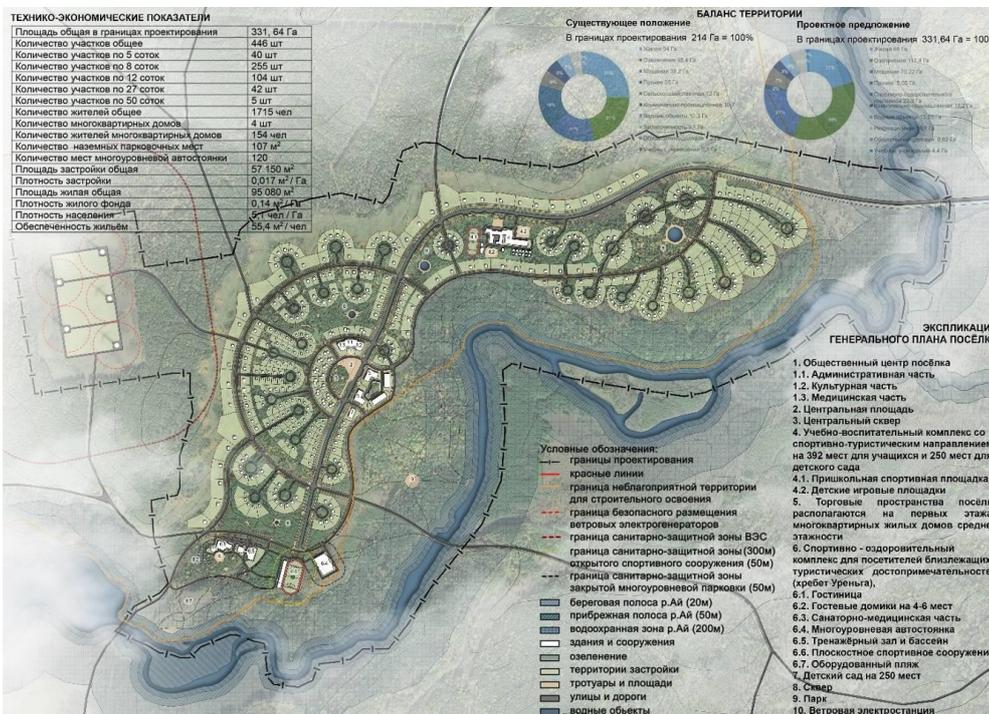


Рис. 7. Генеральный план экоселения в Челябинской области
 Fig. 7. General plan of an eco-settlement in Chelyabinsk region



Рис. 8. Трёхмерная визуализация экопоселения в Челябинской области
Fig. 8. 3D visualization of an eco-settlement in Chelyabinsk region

Следующим аспектом архитектурного формирования экопоселения является разработка энергоэффективных жилых зданий.

Рассмотрим структуру объемно-планировочного решения типового энергоэффективного индивидуального жилого дома. Здание ориентировано по сторонам света для достижения максимальной инсоляции. Крыша на одной части дома ферменной конструкции, на другой – стандартной, с южной стороны размещены коньковые окна для аэрации дома и естественного освещения северных комнат, а также теплица. На крыше располагаются фотоэлектрические

панели и солнечные коллекторы водяного отопления и горячего водоснабжения [14]. С северной стороны спроектированы буферные помещения. Массивное каменное ядро в центре здания с камином и основными вентиляционными каналами инертно сохраняет тепло.

Индивидуальный архитектурный облик здания создается на основе энергоэффективной объемно-пространственной структуры [15]. Коньковые окна, теплица с юга, балконы на втором этаже – дополнительные буферные пространства. Входная группа выделена тремя колоннами, поддерживающими балконные конструкции (рис. 9).



Рис. 9. Архитектурная концепция энергоэффективного индивидуального жилого дома
Fig. 9. Architectural visualization of an energy efficient individual residential building

Рассмотрим типовой энергоэффективный многоквартирный жилой дом (рис. 10). Объект представляет собой простую прямоугольную форму в плане с размерами 33 x 15,6 м. Не имеет перепадов и выступов основного объёма, что повышает энергоэффективность здания. Дом имеет оптимальное соотношение площадей поверхностей к площади застройки. Высота

первого этажа 4,5 м, типового этажа – 3 м, подземного – 3,6 м. Здание является односекционным. Общее количество квартир – 11. Состав помещений: на первом этаже три квартиры – 3-комнатная и две 4-комнатные. На втором и третьем этаже четыре квартиры: 3-комнатная, две 4-комнатные и 1-комнатная. Квартиры коридорного типа.



Рис. 10. Архитектурная концепция энергоэффективного многоквартирного жилого дома
Fig. 10. Architectural concept of an energy efficient multi-apartment residential building

На первом этаже расположены помещения общественного назначения: кофейная и помывочная для лап животных и обуви. Квартиры первого этажа могут быть переоборудованы в нежилые помещения. На втором и третьем этажах расположена лоджия, доступ к которой имеют все жильцы дома. Подземный этаж является техническим, и часть его может быть переоборудована в складские помещения, если на первом этаже будут располагаться нежилые: магазины, офисы или общественные пространства. Крыша здания эксплуатируемая, инверсионная [16]. На ней располагается зона отдыха для жильцов дома, система накопления электроэнергии с размещением солнечных панелей [17]. Водосток внутренний. Основной особенностью объемно-планировочного решения является возможность свободного ориентирования здания по сторонам света благодаря расположению световых проемов каждой квартиры в двух

направлениях (максимальная инсоляция всех квартир). Многоквартирный жилой дом имеет повышенную энергоэффективность за счёт своей компактности, а также эксплуатируемой кровли.

Произведён расчёт состава конструкций индивидуального и многоквартирного жилых домов по оптимальному сопротивлению теплопередачи для климатических условий территории. Был выбран пустотелый керамический блок, имеющий наибольшие показатели термического сопротивления. Навесной вентилируемый фасад защищает стены от внешнего воздействия, а воздушный зазор создаёт буфер для теплопотерь здания через ограждающие конструкции.

Заключение

Разработанная архитектурная концепция экокотеления в Челябинской области имеет уникальное градостроительное решение и объёмно-пространственную структуру, обеспечивающие достаточный уровень комфорта для проживающих и высокие технико-экономи-

ческие показатели, является примером грамотного применения альтернативных источников энергии [18]. Широкое использование современного инструментария архитектурной науки позволило получить оригинальное

решение экопоселения, которое может быть широко использовано и реализовано во многих регионах мира с аналогичными природно-климатическими характеристиками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. RIBA Sustainable Outcomes Guide. Royal Institute of British Architects, 2019. 51 p.
2. Чистякова А.В. Архитектура как часть комплексного решения задач оздоровления среды жизнедеятельности человека и ресурсосбережения // Перспективы развития фундаментальных наук: сб. науч. трудов XIV Международ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (25–28 апреля 2017 года, Томск): в 7 т. Т. 6: Строительство и архитектура. Томск: Изд-во Национального исследовательского Томского политехнического университета, 2017. С. 128–131.
3. Антипин Н.А. Урбанизация и здоровье населения: экологический аспект // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2010. Т. 5. № 1. С. 137–142.
4. Черных А.М., Борисейко А.Н., Ковальчук М.Л., Гребенюков К.В. Экранирование геомагнитного поля в многоэтажных жилых зданиях // Экология человека. 2010. № 6. С. 3–5.
5. Mandow L., Pérez-de-la-Cruz J.-L., Rodríguez-Gavilán A.B., Ruiz-Montiel M. Architectural planning with shape grammars and reinforcement learning: Habitability and energy efficiency // Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2020. Vol. 96. p. 103909. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103909>
6. Ristanti N.S. S.M.A.R.T.: eco-village for Hazardous Coastal Area in Bedono Village, Demak Regency // Procedia – Social and Behavioral Sciences. 2016. Vol. 227. p. 593–600. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.120>
7. Chenxi Liu, Fan Wang, MacKillop F. A critical discussion of the BREEAM Communities method as applied to Chinese eco-village assessment // Sustainable Cities and Society. 2020. Vol. 59. p. 102172. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102172>
8. Jensen K.G., Birgisdottir H. Guide to Sustainable Building Certifications. Danish Building Research Institute, GXN, 2018. 153 p.
9. Шульц А.С. Экологические подходы к проектированию устойчивой городской среды // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. № 1 (54). С. 227–235. <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2021-1-227-235>
10. Toja-Silva F., Pregel-Hoderlein C., Chen J. On the urban geometry generalization for CFD simulation of gas dispersion from chimneys: Comparison with Gaussian plume model // Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics. 2018. Vol. 177. p. 1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.04.003>
11. Shirzadi M., Naghashzadegan M., Mirzaei P.A. Improving the CFD modelling of cross-ventilation in highly-packed urban areas // Sustainable Cities and Society. 2018. Vol. 37. p. 451–465. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.020>
12. Qunli Zhang, Yuqing Jiao, Mingkai Cao, Liwen Jin. Simulation Analysis on Summer Conditions of Ancient Architecture of Tower Buildings Based on CFD // Energy Procedia. 2017. Vol. 143. p. 313–319. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.690>
13. Чистякова А.В. Многовариантное цифровое аэродинамическое моделирование экопоселения в Челябинске // Архитектура, градостроительство и дизайн. 2019. № 3 (21). С. 11–16.
14. Панченко В.А. Моделирование теплофотоэлектрической кровельной панели для энергообеспечения объектов // Строительство и техногенная безопасность. 2018. № 13 (65). С. 143–157.
15. Cicconi P. Eco-design and Eco-materials: An interactive and collaborative approach // Sustainable Materials and Technologies. 2020. Vol. 23. p. e00135. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2019.e00135>
16. Стребков Д.С., Кирсанов А.И., Панченко В.А., Филипченкова Н.С. Солнечные кровельные панели для программы «Миллион солнечных крыш в России» // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2017. № 7 (187). С. 64–67.
17. Motlagh S.H.B., Pons O., Hosseini S.M.A. Sustainability model to assess the suitability of green roof alternatives for urban air pollution reduction applied in Tehran // Building and Environment. 2021. Vol. 194. p. 107683. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107683>
18. Шубенков М.В., Царев А.И. Малый город: поиск стратегии выживания // Academia. Архитектура и строительство. 2014. № 2. С. 63–68.

REFERENCES

1. RIBA Sustainable Outcomes Guide. Royal Institute of British Architects, 2019. 51 p.
2. Chistyakova AV. Architecture as part of a comprehensive solution to the problems of improving the environment of human life and resource conservation. *Prospects of fundamental sciences development: XIV International Conference of students, graduate students and young scientists (25–28th April 2017, Tomsk)*: in 7 vol. Vol. 6: Construction and architecture. Tomsk: Tomsk Polytechnic University; 2017. p. 128–131. (In Russ.)
3. Antipin NA. Urbanization and public health: an ecological aspect. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potentsiala: problemy i puti ikh resheniya*. 2010;5(1):137–142. (In Russ.)
4. Chernykh AM, Boriseyko AN, Kovalchuk ML, Grebenyukov KV. Shielding of the geomagnetic field in multi-storey residential buildings. *Ekologiya cheloveka*. 2010;6:3–5. (In Russ.)
5. Mandow L, Pérez-de-la-Cruz J-L, Rodríguez-Gavilán AB, Ruiz-Montiel M. Architectural planning with shape grammars and reinforcement learning: Habitability and energy efficiency. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. 2020;96:103909. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103909>
6. Ristianti NS. S.M.A.R.T.: eco-village for Hazardous Coastal Area in Bedono Village, Demak Regency. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2016;227:593–600. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.120>
7. Chenxi Liu, Fan Wang, MacKillop F. A critical discussion of the BREEAM Communities method as applied to Chinese eco-village assessment. *Sustainable Cities and Society*. 2020;59:102172. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102172>
8. Jensen KG, Birgisdottir H. Guide to Sustainable Building Certifications. Danish Building Research Institute, GXN; 2018. 153 p.
9. Shultz AS. Ecological approaches in sustainable urban planning. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2021;1(54):227–235. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1998-4839-2021-1-227-235>
10. Toja-Silva F, Pregel-Hoderlein C, Chen J. On the urban geometry generalization for CFD simulation of gas dispersion from chimneys: Comparison with Gaussian plume model. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. 2018;177:1–18. <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2018.04.003>
11. Shirzadi M, Naghashzadegan M, Mirzaei PA. Improving the CFD modelling of cross-ventilation in highly-packed urban areas. *Sustainable Cities and Society*. 2018;37:451–465. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.020>
12. Qunli Zhang, Yuqing Jiao, Mingkai Cao, Liwen Jin. Simulation Analysis on Summer Conditions of Ancient Architecture of Tower Buildings Based on CFD. *Energy Procedia*. 2017;143:313–319. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.12.690>
13. Chistyakova AV. Multivariant digital aerodynamic simulation of eco-village in Chelyabinsk city. *Arkhitektura, gradostroitel'stvo i dizain = Architecture, Urbanism and Design*. 2019;3(21):11–16. (In Russ.)
14. Panchenko VA. Modeling of the photovoltaic thermal roofing panel for the energy supply of objects. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost' = Construction and industrial safety*. 2018;13(65):143–158. (In Russ.)
15. Cicconi P. Eco-design and Eco-materials: An interactive and collaborative approach. *Sustainable Materials and Technologies*. 2020;23:e00135. <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2019.e00135>
16. Strebkov DS, Kirsanov AI, Panchenko VA, Filipchenkova NS. Solar roof panels for the program “One million solar roofs in Russia”. *Santekhnika, otoplenie, konditsionirovanie*. 2017;7(187):64–67. (In Russ.)
17. Motlagh SHB, Pons O, Hosseini SMA. Sustainability model to assess the suitability of green roof alternatives for urban air pollution reduction applied in Tehran. *Building and Environment*. 2021;194:107683. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107683>
18. Shubenkov MV, Tsarev AI. Small town: search for a survival strategy. *Academia. Arkhitektura i stroitel'stvo = Academia. Architecture and construction*. 2014;2:63–68. (In Russ.)

Сведения об авторах

Чистякова Анна Валерьевна,
магистр, аспирант кафедры архитектуры,
Южно-Уральский государственный
университет,
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76,
Россия,
e-mail: anny-chi@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4552-5962>

Шабиев Салават Галиевич,
доктор архитектуры, профессор,
заведующий кафедрой архитектуры,
Южно-Уральский государственный
университет,
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76,
Россия,
✉e-mail: shabievsg@susu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9405-2079>

Заявленный вклад авторов

Чистякова А.В., Шабиев С.Г. имеют равные авторские права. Чистякова А.В. несет ответственность за плагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Статья поступила в редакцию 09.03.2021.
Одобрена после рецензирования 12.04.2021.
Принята к публикации 14.04.2021.

Information about the authors

Anna V. Chistiakova,
Master of Architecture, Postgraduate student
of the Department of Architecture,
South Ural State University,
76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia,
e-mail: anny-chi@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4552-5962>

Salavat G. Shabiev,
Doctor of Architecture, Professor,
Head of the Department of Architecture,
South Ural State University,
76, Lenin prospekt, Chelyabinsk, 454080, Russia,
✉e-mail: shabievsg@susu.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9405-2079>

Contribution of the authors

Chistiakova A.V., Shabiev S.G. have equal author's rights. Chistiakova A.V. bears the responsibility for plagiarism.

Conflict of interests

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

The final manuscript has been read and approved by all the co-authors.

The article was submitted 09.03.2021.
Approved after reviewing 12.04.2021.
Accepted for publication 14.04.2021.