

ПЕРВЫЙ В РОССИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ДОМ КЛАССА А+ СТРОИТСЯ НА УРАЛЕ

Как известно, здания во всем мире являются основными потребителями энергетических ресурсов. Снижение энергопотребления такими объектами – общемировая проблема. Задачу повышения энергоэффективности зданий решают различными способами: совершенствуя и ужесточая законодательство, разрабатывая проекты самых современных зданий, а также осуществляя планирование и реализацию энергосберегающих мероприятий на этапах реконструкции и капитального ремонта существующих зданий [1–4]. Опыт показывает, что добиться выполнения требований энергоэффективности в сочетании с обеспечением максимально комфортных условий для жителей и минимальным воздействием на окружающую среду в полной мере можно только при проектировании, строительстве и эксплуатации нового здания.

В ноябре 2014 г. в Екатеринбурге прошел семинар, организованный компанией VELUX [5], где подробно обсуждались эти вопросы и участникам которого был представлен проект первого в России энергоэффективного дома эконом-класса «Дом А+», строящегося на территории ЖК «Экодолье» (пос. Горный Щит) компаниями, имеющими большой опыт энергосберегающего строительства в России.

Среди авторов проекта, имеющих также опыт участия в осуществлении проектов энергоэффективных зданий за рубежом – в Германии, Австрии, Дании, Франции, Денис Дементьев, главный архитектор компании «НЛК Домостроение», Олег Панитков, директор по развитию компании VELUX, Вениамин Тележный, генеральный директор компании Magnum Haus, и другие.

При создании концепции проекта учитывались современные архитектурные тенденции, факторы, влияющие на энергосбережение, здоровье жителей и окружающую среду, а также экономическая целесообразность архитектурных решений. В 2014 г. проект «Дом А+» стал лауреатом Green Awards среди проектов отдельных малоэтажных зданий, представленных на V Всероссийском конкурсе по экологическому девелопменту и энергоэффективности, проводившемся при поддержке Министерства строительства и ЖКХ РФ, Министерства энергетики РФ и Министерства природных ресурсов и экологии РФ.

Участникам семинара продемонстрировали строение (рис. 1), начатое в июне 2014 года, уже имеющее фундамент, стены, кровлю, окна, другие элементы, которые отличаются от обычных конструкций своими энергоэффективными решениями.

Фундамент «Дома А+» залит по технологии «Утепленная шведская плита» (УШП) и не только послужит прочным и надежным основанием, но и ста-

нет «тепловым аккумулятором» для всего дома, благодаря интегрированному в фундаментную плиту теплomu полу. Стены «Дома А+» возведены по технологии крупнопанельного деревянного домостроения с последующей обкладкой их кирпичом, что продиктовано требованиями внешнего облика строений ЖК «Экодолье». В ограждающих конструкциях дома применены современные экологичные материалы, в том числе минераловатные утеплители (каменная вата), которые до 4 раз эффективнее дерева и до 20 раз эффективнее кирпича. Материал не образует пустот, что сводит потери тепла практически к нулю. В итоге дом будет надежно сохранять тепло зимой и прохладу летом, что значительно снизит затраты жильцов на энергоносители [6].



Рис. 1. Внешний вид «Дома А +» на этапе строительства (ноябрь 2014 г.)

Расчетное значение расхода тепловой энергии на отопление (по методике PHPP – Passivhaus Projektierungs-Paket – Пакет проектирования пассивного дома Института пассивного дома в России – ИПД [7]) составляет $124 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год, и следовательно, отопление «Дома А+» площадью 155 кв. м обойдется в 5668 руб. в год. Стоимость горячего водоснабжения составит 4010 руб., из расчета $88 \text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в год. Для снижения расходов на горячее водоснабжение будут использоваться солнечные коллекторы. Большая поверхность дома сориентирована на юг для максимально эффективного использования пассивной солнечной энергии (рис. 2, 3).

По расчетам, проведенным консультантом проекта – директором ИПД А. Е. Елоховым, выпускником строительного института УрФУ (бывшего стройфака УГТУ-УПИ), сделавшим очень интересный доклад на семинаре о

мировом и отечественном опыте строительства энергоэффективных (пассивных) зданий, «Дом А+» превышает нормы СНиПа по теплозащите зданий на 71 % и соответствует классу энергоэффективности А++.



Рис. 2. Внешний вид «Дома А +»: как он будет выглядеть после завершения строительства

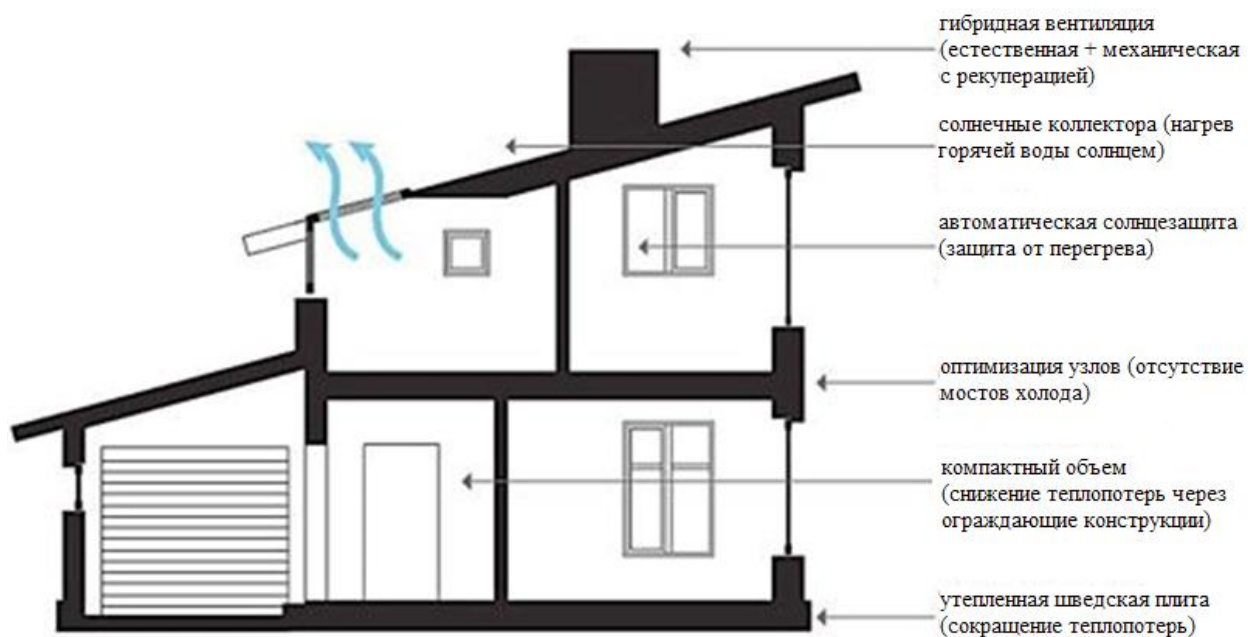


Рис. 3. Основные энергоэффективные решения «Дома А +»

По информации, представленной на семинаре, себестоимость строительства зафиксирована на уровне стоимости одного квадратного метра продаваемого и готового к заселению здания, равной не более 45 тыс. руб. за 1 м² [8]. С учетом стоимости земельного участка (около 7 соток) и коммуникаций (дороги, сети) цена одного квадратного метра «Дома А +» составляет около 62 тыс. руб. за 1 м².

В работе семинара приняли участие специалисты из Москвы, Минска, Челябинска, Екатеринбурга, в том числе студенты и преподаватели Урал-ГАХА и УрФУ.

В Свердловской области уже есть энергоэффективный дом, спроектированный, построенный и эксплуатирующийся специалистами УрФУ в пос. Растущем Белоярского района. Научный руководитель этого проекта, получившего в 2009 г. Национальную экологическую премию в номинации «Энергия будущего», – заведующий кафедрой «Атомные станции и возобновляемые источники энергии» УралЭНИН проф. С. Е. Щеклеин. Однако этот проект реализован путем перепрофилирования и реконструкции существующего заброшенного сельскохозяйственного строения.

Первый проект в России, где энергоэффективность, здоровый микроклимат и бережное отношение к природе не противоречат друг другу, но представляют собой единую комплексную систему, состоящую из взаимодополняющих элементов, был реализован в Подмосковье из доступных сегодня на российском рынке материалов. Полученные в ходе проекта результаты используются для разработки единых российских стандартов «зеленого» строительства [9].

«Активный дом» представляет собой индивидуальный жилой дом общей площадью 230 м², построенный в 20 км от Москвы в 2011 г. Проект «Активный дом» разработан молодыми архитекторами экспериментальной лаборатории POLYGON.

Концепция Active House получает сегодня все большее распространение в странах Европы [10] и представляет собой комплексную систему, цель которой – достижение баланса между энергосбережением, комфортным проживанием и бережным отношением к природе.

Дом представляет собой комплекс решений в области энергоэффективности, инновационных технологий и использования экологически чистых материалов, с учетом специфики домостроения в России.

Энергоэффективность. Для оптимизации энергетических параметров «Активного дома» проводился всесторонний анализ здания на этапе проектирования и жесткий контроль за качеством строительства. В «Активном доме» применена каркасная технология, при этом конструкция каркаса разработана таким образом, чтобы обеспечить максимально возможный коэффициент однородности всех ограждающих поверхностей.

Теплопотери в доме значительно снижены за счет качественной и максимально эффективной теплоизоляции. В проекте используется теплоизоляция в плитах ISOVER Каркас-П32 (продукция компании «Сен-Гобен Строительная Продукция»), обладающих максимально низким коэффициентом теплопроводности и специально разработанных для каркасных домов. Внутренняя сторона

стен обшита гипсокартоном высокой плотности, что придает легкой деревянной каркасной конструкции дополнительную теплоемкость. Дом использует различные источники энергии, которые интегрированы в единую систему.

Одним из основных источников жизнеобеспечения дома является энергия солнца как наиболее доступная на сегодняшний день. Солнечные коллекторы VELUX установлены в комбинациях с мансардными окнами, являются визуально привлекательными и простыми в эксплуатации. Среди инженерных систем, положительно влияющих на энергобаланс здания, нужно выделить высокоэффективный тепловой насос и систему теплого пола производства «Данфосс», систему вентиляции с рекуперацией тепла и солнечные батареи для производства электрической энергии.

Результаты расчета энергопотребления, осуществленные Институтом пассивного дома (Россия) совместно с компанией «Сен-Гобен Строительная Продукция» по методике РНПП, показывают, что удельный расход тепловой энергии на отопление «Активного дома» за отопительный период составляет 38 кВт·ч/м² в год, а по методике СНиП – 30 кВт·ч/м² в год. Общий удельный расход первичной энергии на все бытовые нужды составляет около 110 кВт·ч/м² в год. Такие показатели в 4–5 раз ниже существующего стандарта и в 7–9 раз ниже среднего энергопотребления.

Здоровый микроклимат. В «Активном доме» созданы здоровые и комфортные условия проживания, обеспечивается максимальный уровень естественной освещенности и регулярная циркуляция свежего воздуха.

Архитектура дома обеспечивает проникновение дневного света во все помещения благодаря стратегически расположенным мансардным окнам VELUX и фасадным окнам. Естественное освещение играет важнейшую роль в жизни человека и оказывает влияние на его здоровье и развитие. Чтобы обеспечить высокие показатели естественного освещения, на этапе проектирования проводилось моделирование естественного освещения, в результате чего было рассчитано необходимое количество окон и их оптимальное местоположение. Моделирование выполнялось с использованием программного обеспечения VELUX Daylight Visualizer 2, специально разработанного для расчета и анализа уровня естественной освещенности помещений [11].

Результаты моделирования показывают, что все помещения в «Активном доме» имеют высокий уровень естественной освещенности (КЕО). В российских нормах минимальное значение КЕО – 0,5, что недостаточно даже для комфортного ориентирования человека в помещении без искусственного освещения. В «Активном доме» значение КЕО – 5 (то есть в 10 раз больше), средний показатель КЕО в жилых комнатах и кухне – 6,8.

Максимальный комфорт достигается также за счет использования естественной вентиляции. В «Активном доме» предусмотрена «гибридная» вентиляция: за счёт автоматики, когда температура на улице выше 10 градусов, используется естественная вентиляция, а при понижении температуры подключается механическая. Система управления микроклиматом отслеживает такие параметры, как влажность, уровень CO₂, яркость солнца, скорость ветра, внутренняя и наружная температура, и в зависимости от этого регулирует уровень есте-

ственной или искусственной вентиляции. Система управления микроклиматом помещений предоставлена компанией Window Master. В систему интегрируются мансардные окна VELUX INTEGRA, фасадные окна, солнцезащитные системы, теплый пол, вентиляция. Система управления удобна и проста в эксплуатации. Параметры внутреннего микроклимата заносятся в систему и контролируются с учетом персональных предпочтений обитателей дома.

Окружающая среда. В домах, проектируемых в соответствии с концепцией Active House, всегда учитываются климатические условия местности, а также уделяется большое внимание анализу жизненного цикла здания и минимизации отрицательного воздействия на окружающую среду в процессе всего срока эксплуатации.

Первый в России «Активный дом» адаптирован под конкретные климатические условия Подмосковья с учетом влажного континентального климата с теплым летом и долгой холодной зимой. Дом оказывает минимальное воздействие на экологическую обстановку окружающей его местности. Он построен из материалов, которые имеют высокий процент содержания перерабатываемых компонентов, обладают способностью к самостоятельной утилизации или пригодны к повторному использованию.

В качестве основы для «Активного дома» был заложен свайный фундамент, который идеально отвечает геологическим особенностям участка застройки и является максимально экологичным решением. Каркас дома выполнен из сосны и был собран непосредственно на строительной площадке. Используемая древесина (марка «НЛК Домостроение») обладает экологической маркировкой FSC, которая выдается независимыми аудиторами на основании строгой ежегодной проверки мест заготовки леса, а также экологического контроля на всех этапах производства деталей и материалов. Каркасная технология обеспечивает максимальное энергосбережение за счет наличия нескольких «слоев» конструкции стен и эффективного утепления.

Для того чтобы понять, как работают те или иные системы, установленные в доме, а также оценить их эффективность, мало одних расчетных показателей, ведь в реальной жизни все может отличаться. Чтобы получить самые объективные данные, компании «Загородный Проект» и VELUX пригласили для временного проживания в доме гостевую семью. С декабря 2011 года по апрель 2012 года мониторинг работы всех систем во время проживания семьи позволил выявить плюсы и минусы применения энергоэффективных технологий в условиях российского климата.

Эксперты компании смогли провести исследования в два этапа: до и после активной эксплуатации дома. По итогам первых пяти месяцев проживания участники проекта пришли к выводу, что использование эффективной теплоизоляции и современных инженерных систем, установленных в «Активном доме», позволило сократить эксплуатационные расходы в 10 раз по сравнению с обычными домами.

«При создании проекта «Активного дома» мы комплексно подошли к вопросам создания микроклимата внутри помещений, максимального использования пассивных и активных методов энергосбережения. Для этого была созда-

на уникальная система, каждый компонент которой играет свою роль в комплексном обеспечении энергоэффективности всего объекта. При этом наблюдается и обратная связь – эффективность работы каждого элемента зависит от правильной эксплуатации всей инженерной схемы в целом. Поэтому итоги первого периода эксплуатации «Активного дома» имеет смысл рассматривать именно через призму комплексного подхода», – рассказывает Олег Панитков, директор по развитию компании VELUX.

Один из главных компонентов общей системы – это, по сути, само здание. Правильно подобранная и качественно выполненная теплоизоляция, специально разработанный каркас, снижающий влияние так называемых «тепловых мостов», проработка узлов примыкания и повышение герметичности оболочки здания позволили получить максимальную отдачу от использования альтернативных источников энергии.

Так, использование теплового насоса (ТН) дало значительное снижение (72 %) расхода электроэнергии по сравнению с электрическим котлом. Средний сезонный коэффициент преобразования ТН, с учетом работы всего встроенного электрического оборудования, включая трубчатые электронагреватели, составил 3,6 единиц, т. е. на 1 кВт·ч электроэнергии, затраченной на работу установки, на выходе получается в 3,6 раза больше тепловой энергии. Таким образом, при общей выходной мощности ТН, равной 9,4 кВт·ч, около 6,78 кВт·ч – это энергия, полученная за счет тепла земли.

Другим важным компонентом стало использование солнечных коллекторов, которые полностью оправдали себя – подогрев воды на 70 % обеспечивался солнечной энергией, что позволяет экономить до 28 тыс. руб. в год. Стоит оговориться, что из-за особенностей российского климата эффективность работы солнечных коллекторов сильно зависит от сезона. В январе-феврале обильный снежный покров не позволил им работать на полную мощность, однако уже в начале весны система показала свою эффективность: в марте солнечная энергия обеспечила 344 кВт·ч из 433 затраченных, а в апреле количество энергии, произведенной солнечными коллекторами, даже превысило данный показатель (527 кВт·ч против 400).

Помимо показателей экономии энергии, инженеры также уделили внимание и качеству жизни в «Активном доме». Благодаря хорошему микроклимату, создаваемому в доме за счет «умных» систем фильтрации воздуха, вентиляции и обогрева, в зимний период в семье никто не болел. Специалисты компании EcoStandard, также проводящие мониторинг работ систем «Активного дома», отмечают, что в помещениях обычного загородного дома, построенного по общепринятым российским стандартам, воздух вряд ли можно назвать очень чистым. Он насыщен фенолом и аммиаком, которые выделяются из составов, добавляемых в раствор для ускорения затвердевания бетона. В «Активном доме» эта проблема полностью решена: за счет применения экологически чистых строительных материалов, а также установки «гибридной» вентиляции и специальных сенсорных датчиков, улавливающих рост объема CO₂, в доме постоянно поддерживается оптимальный уровень кислорода и влажности.

Нельзя не отметить и большую площадь остекления за счет мансардных и фасадных окон, которая также положительно сказывается на качестве жизни. Уровень естественного освещения в «Активном доме» в 10 раз превышает требования СНиПа. Достигнутый показатель соответствует комфортному уровню освещения и способствует нормальной работе организма человека. Многочисленные исследования доказали, что естественное освещение влияет на работу эндокринной системы человека, в частности на выработку серотонина и мелатонина. Для энергосбережения этот фактор также играет большую роль. Во-первых, сокращается время использования искусственного освещения, что, в свою очередь, существенно сокращает затраты на электричество. Во-вторых, большая часть окон расположена на южном фасаде, за счет этого помещение дополнительно прогревается. По подсчетам специалистов, теплопоступления за счет южной ориентации составляют около 7 тыс. кВт·ч в год.

Однако существовал и ряд трудностей, с которыми пришлось столкнуться инженерам, одна из которых – превышение температурного режима в комнатах «Активного дома». Для предварительных расчетов были взяты 20 °С, что соответствует СНиПу и методике Института пассивного дома в России. Однако жильцы «Активного дома» выбрали более комфортную для себя температуру – 25 °С. Корректировка этого параметра на 20 % привела к увеличению потребления энергии с расчетных 38 кВт·ч/м² до 56 кВт·ч/м² в год. Но даже при таких показателях «Активный дом» потреблял почти в 5 раз меньше энергии, чем обычный дом, построенный без использования энергосберегающих материалов (250 кВт·ч/м²). Кроме того, за счет постоянного посещения дома группами специалистов и активного образа жизни семьи увеличилась частота открывания входных дверей, что привело к повышению инфильтрации воздуха. За счет этого герметичность дома, замеренная методом «ветровой двери» (Blower Door), изменилась, что привело к дополнительным потерям энергии 4 кВт·ч/м² в год.

Стоит отметить, что в первый месяц эксплуатации «Активного дома» работу инженеров усложнила недостаточная развитость инфраструктуры в Подмосковье, в частности проблемы с интернетом. Из-за отсутствия связи не удалось оперативно и удаленно настраивать различные системы дома. В результате для того, чтобы полностью отладить автоматику и адаптировать ее работу под нужды семьи, понадобилось значительно больше времени, чем для этого закладывалось в расчеты.

«Человеческий фактор внес некоторые коррективы в наши первоначальные расчеты. Кроме того, сама по себе эксплуатация загородного дома значительно отличается от жизни в городской квартире, и если семья до этого не имела опыта проживания в собственном доме, важно информировать его жителей не только о том, как пользоваться системами и оборудованием, но и обучать общим принципам энергосбережения», – комментирует Олег Панитков.

По результатам мониторинга «Активного дома», специалисты «Загородного Проекта» и VELUX пришли к выводу, что расходы на отопление и горячее водоснабжение в нем почти в 11 раз ниже, чем в среднестатистическом доме. По факту расходы в «Активном доме» составляют 20 тыс. рублей в год, в то время как в обычном – 217 тыс. рублей в год. В идеальных же условиях, кото-

рые были изначально приняты для расчетов, экономия была бы еще более значительной – при затратах всего 12,5 тыс. рублей в год.

Также в процессе эксплуатации специалистам удалось развеять ряд мифов. Многие уверены, что большая площадь остекления не подходит для российского климата, является источником теплопотерь и теплового дискомфорта. Однако за счет использования современных светопрозрачных конструкций и южной ориентации окон теплопотери компенсируются за счет поступления солнечной энергии даже зимой. Второй миф – нецелесообразность установки мансардных окон вследствие того, что зимой они покрыты снегом. По факту оказалось, что суммарно в течение всего зимнего периода окна были покрыты снегом около нескольких дней. Снег сходил за счет теплового потока изнутри дома, ветра и солнечной радиации. Ну и наконец, третий миф, который гласит, что в российских условиях невозможно отапливать помещение только с помощью теплого пола. В «Активном доме» теплого пола и продуманной системы вентиляции оказалось вполне достаточно для равномерного распределения тепла и комфортного проживания.

Энергобаланс дома можно смоделировать, он работает в режиме реального времени на сайте «Активного дома» [12].

«По итогам тестирования «Активного дома» сделан ряд выводов и получены новые знания, которые помогут нам как при дальнейшей его эксплуатации, так и при разработке новых проектов. Еще один вывод, который мы сделали – это необходимость более тесного взаимодействия с жителями дома, детального ознакомления их с возможностями оборудования и обучения основам энергосбережения. В целом же проект «Активный дом» можно считать успешным, и мы не планируем останавливаться на достигнутом», – заключил Дмитрий Макаров, руководитель проекта «Активный дом» компании «Загородный Проект».

Таким образом, не только в европейских странах, но и в России появляется все больше реализованных проектов энергоэффективных зданий, демонстрирующих экономическую привлекательность. Особенно интересным будет этот опыт в суровых климатических условиях Урала.

Список литературы

1. Габриель И., Ладенер Х. Реконструкция зданий по стандартам энергоэффективного дома: пер. с нем. / науч. ред. д-р. техн. наук, проф. Г. М. Бадьин. СПб. : БХВ-Петербург, 2011. 480 с.
2. Бадьин Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома. СПб. : БХВ-Петербург, 2011. 432 с.
3. Анализ и перспектива развития нормативно-технического обеспечения в области энергетической эффективности / Т. В. Иванов, Ю. А. Табунщиков, А. Л. Наумов, А. К. Джанчарадзе. СПб. : Питер, 2013. 176 с.
4. Модернизация законодательства Европейского союза об охране климата и энергосбережении: сб. науч. тр. / РАН. ИГП. Сектор эколого-правовых исслед.; Центр социал. науч.-информ. исслед.; Отдел правоведения; отв. ред. О. Л. Дубовик, Е. В. Алферова. М. : ИНИОН РАН, 2014. 265 с.
5. Мансардные окна [Электронный ресурс]. URL: <http://www.velux.ru/> (дата обращения 20.11.2014).

6. Проект «Дом А+» [Электронный ресурс]. URL: <http://ekat.ecodolie.ru/proekt/> (дата обращения: 20.11.2014).
7. Институт пассивного дома в России [Электронный ресурс]. URL: <http://www.passiv-rus.ru/> (дата обращения: 20.11.2014).
8. Технологии и расчеты [Электронный ресурс]. URL: <http://ekat.ecodolie.ru/proekt/tekhnologii-i-raschety/> (дата обращения: 20.11.2014).
9. Первый «Активный дом» в России. М. : Загородный проект: VELUX, 2014. 22 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activedom.ru/> (дата обращения: 20.11.2014).
10. Концепция Active House [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activehouse.info/> (дата обращения: 20.10.2014).
11. Визуализатор дневного света [Электронный ресурс]. URL: <http://www.velux.ru/professionals/forarchitects/daylight-visualizer> (дата обращения: 20.10.2014).
12. Энергобаланс «Активного дома» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.activedom.ru/energybalance> (дата обращения: 20.11.2014).

УДК 620.9

Балдин В. Ю., Селезнева И. С.,
Уральский федеральный университет,
Gala Ledieu-Poloskova, A.R.I.E.L., Франция
v.u.baldin@urfu.ru, i.s.selezneva@urfu.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВО ФРАНЦИИ: ОПЫТ A.R.I.E.L. И ВЫСШЕЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ ПАРИЖА (MINES-ParisTech)

Ассоциация A.R.I.E.L. (Association for Research with Industrial and Educational Links) – некоммерческая организация [1], созданная в 2000 г. Конференцией Высших инженерных школ Франции (CGE) [2] для исследования и развития связей между наукой, образованием и промышленностью. Опыт Ассоциации изучался в целях использования международного опыта в образовательной деятельности УралЭНИИ, в том числе – в Президентской программе «Энергосбережение, повышение энергетической эффективности и ресурсосбережение в промышленности», реализуемой УрФУ в 2012–2014 гг. [3]

Ассоциация A.R.I.E.L., действуя от имени и по поручению CGE, а также от имени Национальной академии технологий Франции [4], разрабатывает и реализует совместные научно-исследовательские проекты между университетами, высшими инженерными школами и международными партнерами с широким привлечением корпоративного мира и аспирантов при поддержке Министерства иностранных дел, Министерства высшего образования, науки и технологий и Министерства промышленности Франции по различной тематике, в том числе: использование биотоплива и геотермальной энергии, энергоэффективность в городской среде.

Президент Ассоциации – Бернар Сюттер (Bernard Sutter), выпускник Политехнической школы и Высшей национальной школы телекоммуникаций, работал в Министерстве телекоммуникаций Франции, а также сотрудничал с