

Материалы для подготовки к экзамену по дисциплине
«Энергоресурсосбережение в городском хозяйстве» (магистры).

1. Основные направления современного энерго-ресурсосбережения в городском хозяйстве (строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве).

Основной целью энергоресурсосбережения в городском хозяйстве является экономия природных ресурсов и энергии. Рациональное использование природных и энергетических ресурсов является одним из необходимых условий, определяющих повышение экономической эффективности во всех отраслях хозяйствования. Особенно это касается энергоемких предприятий городского хозяйства.

Энергосбережение в городском хозяйстве представляет собой целенаправленный комплекс мероприятий, сконцентрированный на реализации нормативно-правовых, организационных, технических, научно-производственных, социально-экономических мероприятий приводящих к сокращению объема потребления энергии в муниципальном образовании и вовлечению ее возобновляемых источников.

Строительная отрасль и жилищно – коммунальное хозяйство (ЖКХ) в России являются крупнейшими потребителями материальных и энергетических ресурсов. На их долю приходится большая часть технического потенциала энергосбережения порядка 140 млн.т.у.т, в т.ч. потенциал экономии энергии в домах около 75 млн.т.у.т. (55% всего энергопотребления жилого сектора). Энерго-ресурсосбережение наряду с решением задач экономического характера вносит большой вклад в улучшение экологической обстановки.

В научной литературе нередко понятия строительство и ЖКХ идентифицируются с понятиями строительный комплекс и городское хозяйство. Объектом нашей дисциплины будет строительное производство отличное от строительного комплекса, которое также включает промышленность строительных материалов и строительных конструкций, а также проектно – изыскательские организации. ЖКХ будет рассматриваться как составная часть городского хозяйства.

Можно выделить следующие факторы энерго – ресурсосбережения в строительстве:

- реализация проектов планировки и комплексной застройки территорий, обеспечивающих минимум затрат на строительство и эксплуатацию;
- реализация проектов возводимых объектов, обеспечивающих минимум затрат на строительство и эксплуатацию;
- применение новых энергосберегающих строительных материалов и изделий;
- применение новых энерго-ресурсосберегающих строительных конструкций и технологий строительства.

Экономия от реализации факторов энерго-ресурсосбережения распределяется следующим образом:

- градостроительные и архитектурно – планировочные решения – 25%;
- конструктивные и инженерные системы т- 55%;
- различные производственные и эксплуатационные технологии – 20%.

Конечным продуктом строительного производства являются здания сооружения или их комплексы. При этом энерго-ресурсосбережение должно рассматриваться на всех этапах строительства:

- при выборе участка строительства учитывать природно-климатические, геологические, сейсмические, ландшафтные условия, наличие существующей промышленной и жилой застройки;

- при разработке проектов необходимо активно применять рациональные архитектурно- строительные решения, энерго-ресурсосберегающие технологии ведения строительных и строительно-монтажных работ, прогрессивные строительные материалы и технологии;

- при производстве строительных материалов и конструкций использовать эффективные технологии, а также строительные отходы;

- при производстве строительных и строительно-монтажных работ использование современных машин и механизмов, внедрение научной организации труда.

Для определения факторов энерго-ресурсосбережения в ЖКХ рассмотрим его структуру, связанную с материальными и энергетическими потоками. ЖКХ включает две самостоятельные подотрасли- жилищное хозяйство и коммунальное хозяйство.

Основными элементами коммунального хозяйства являются коммунальные предприятия инженерного обеспечения (энерго-ресурсоснабжения) города. Это предприятия водоснабжения, водоотведения, коммунальной энергетики (тепло-и электроснабжения, газоснабжения).

Основные факторы энерго-ресурсосбережения в ЖКХ имеют целью экономию:

- электроэнергии;
- тепла;
- газа;
- водопотребления (горячей и холодной воды).

Строительство и ЖКХ имеют различные приоритеты и пути решения стоящих перед ними задач.

Строительная отрасль реализует проектную документацию возводит объекты, которые должны соответствовать современным требованиям к энерго-ресурсосбережению при соблюдении других эксплуатационных требований к жизнеобеспечению. Энерго-ресурсосбережение в строительном комплексе в ходе строительных работ достигается за счет применения современных строительных технологий, машин, оборудования.

Подразделения ЖКХ и другие собственники, выступая в качестве застройщиков, заказчиков непосредственно строительством объектов на территории города не занимаются. Они осуществляют их содержание и эксплуатацию и достигают энерго-ресурсосбережение за счет заложенного строителями потенциала, а также за счет дополнительных энергосберегающих мероприятий.

На уровень энерго-ресурсопотребления в строительстве и ЖКХ определяющее влияние оказывает государственная политика, которая предусматривает ужесточение энергетических стандартов на жилье, оборудование, изменение технологий проектирования и строительства, применения энергоэффективных строительных материалов.

Список литературы.

1. Фаррахов А.Г. Особенности ресурсосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве //Национальные интересы: приоритеты безопасность. 11 (296) 2015. С.53-59.
2. Болотин, С. А. Конвергенция организационно-технологического и архитектурно-строительного проектирования, ориентированного на энергоресурсосбережение при строительстве и эксплуатации зданий: монография / С. А. Болотин, А. Х. Дадар; под общ. ред. д-ра техн. наук С. А. Болотина; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 200 с.

2. Законодательная база Российской Федерации по энергосбережению в городском хозяйстве.

Начиная с 1995г. были приняты следующие законодательные акты:

1. Федеральный закон от 3.04.1996г. № 28-ФЗ «Об энергосбережении...».
2. Постановление Правительства от 24.01.1998 № 80 О федеральной целевой программе «Энергосбережение в России на 1998-2005 г.г.»
3. Указ Президента РФ от 4. 06.2008 № 889 « О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности...» и др.

На федеральном уровне разработку нормативно методического обеспечения в области энергосбережения осуществляют органы исполнительной власти, ответственные за реализацию энергосбережения.

На уровне субъектов РФ деятельность в области нормативно - методического обеспечения энергосбережения осуществляют:

- органы исполнительной власти субъекта РФ;
- региональные энергетические комиссии (РЭК);
- территориальные органы Госэнергонадзора России и Госстандарта;
- научно -технические центры и агентства по энергосбережению и др.

В настоящее время основным законодательным документом по энергосбережению является Федеральный закон от 23. 11.2009г. № 261 « Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ...», который регулирует отношения по энергосбережению.

Цель ФЗ – создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения экономической эффективности. Закон состоит из 10 глав и 50 статей.

Рассмотрим некоторые статьи ФЗ.

Статья 2 (терминология)

-энергетический ресурс - носитель энергии, который используется или может быть использован при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, а также вид энергии (атомная, тепловая, электрическая, электромагнитная энергия или другой вид энергии);

-вторичный энергетический ресурс - энергетический ресурс, полученный в виде отходов производства и потребления или побочных продуктов в результате осуществления технологического процесса или использования оборудования, функциональное назначение которого не связано с производством соответствующего вида энергетического ресурса;

-энергосбережение - реализация организационных, правовых, технических, технологических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в т.ч. объема произведенной продукции, выполненных работ, оказания услуг);

-энергетическая эффективность – характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетического ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю;

- класс энергетической эффективности – характеристика продукции, отражающая ее энергетическую эффективность.

Статья 11.

В соответствии с этой статьей здания, строения, сооружения за исключением ряда зданий, строений, сооружений должны соответствовать требованиям энергетической эффективности, установленным уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в соответствии с Правилами, утвержденными Правительством РФ.

Требования энергетической эффективности зданий, сооружений, строений включают показатели, характеризующие удельную величину расхода энергетических ресурсов в здании, строении, сооружении, а также требования к архитектурным, функционально-технологическим, конструктивным и инженерно-технологическим решениям и отдельным элементам, конструкциям зданий, строений, сооружений и их свойствам, к используемым в зданиях, строениях, сооружениях устройствам и технологиям.

Требования энергетической эффективности зданий, строений, сооружений подлежат пересмотру не реже одного раза в пять лет в целях повышения энергетической эффективности зданий, строений, сооружений.

Требования энергетической эффективности не распространяются:

- на культовые здания, строения, сооружения;
- здания, строения, сооружения, которые в соответствии с законодательством РФ отнесены к объектам культурного наследия (памятники истории, культуры);
- временные постройки, срок службы которых менее двух лет;
- объекты индивидуального жилищного строительства (отдельно стоящие и предназначенные для проживания одной семьи, жилые дома с количеством этажей не более трех), дачные дома, садовые дома;

- строения, сооружения вспомогательного использования;
- отдельно стоящие здания, строения, сооружения, общая площадь которых составляет менее пятидесяти квадратных метров.

Одним из основных документов, разработанных в поддержку и развитии ФЗ № 261 стала действующая в настоящее время государственная программа « Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период 2020г.», принятая распоряжением Правительства РФ от 27.12. 2010г. № 2446-р. Целью Программы является снижение энергоемкости ВВП к 2020г. на 13,5%, что скорректировало первоначальные задачи, намеченные Указом Президента РФ № 889- снизить энергетические затраты ВВП на 40% по сравнению с 2007г.

Раздел « Энергосбережение и повышение энергетической эффективности в жилищном фонде» предусматривал на 1 этапе (2011-2015г.г.) достижение суммарной экономии первичной энергии в объеме 29,18 млн. т.у.т. и 97,83 млн. т.у.т за весь срок реализации Программы (2011-2020г.г.).

Во всех регионах страны в 2010г. были разработаны Программы энергосбережения. По оценке Государственной Думе только четверть из них признаны адекватными и обеспечивающими реальную экономию энергии.

В развитых странах на строительство (включая эксплуатацию) расходуется около половины всей потребляемой энергии. В России на строительство тратится примерно 40-45% всей вырабатываемой энергии, что делает энергосбережение в строительной отрасли чрезвычайно актуальным.

За прошедшее время в России было принято несколько десятков документов различного характера по энергосбережению, многие из которых нуждаются в корректировке.

Анализ реализации политики энергосбережения в РФ.

Капитальный ремонт.

В соответствии с ФЗ № 261 в ряде крупнейших городов России начались работы по капитальному ремонту и санации многоэтажных зданий постройки 1970-1980г.г.. Ответственной определена Государственная корпорация – Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства. В рамках этой программы проводилось дополнительное утепление стен, замена окон, модернизация некоторых инженерных систем.

Эффект не был достигнут.

- выбор самых дешевых вариантов реконструкции;
- невозможность коренного улучшения систем отопления в домах старых конструкций;
- отсутствие возможности организации систем вентиляции.

В результате удалось добиться снижения удельных затрат на отопление не более чем на 10-15%, что явно не достаточно.

Теплоснабжение зданий.

В большинстве крупнейших городов России теплоснабжение зданий осуществляется от ТЭЦ, построенных в советскую эпоху , как правило, расположенными достаточно далеко от потребителей. Расстояния и изношенность сетей приводит к значительным потерям 40-50% от всей вырабатываемой энергии, направляемой на отопление зданий. В последние годы проводятся работы по созданию в многоэтажных

домах, так называемых крышных котельных. Пока они используются явно недостаточно. При массовом внедрении локальных систем отопления может быть возникнуть значительный дисбаланс на ТЭЦ, сброс в окружающую среду горячей воды и пара.

Учет и контроль тепловой энергии.

Любая программа энергосбережения предполагает обязательный учет, контроль и возможность регулирования параметров микроклимата помещений. В российских многоэтажных зданиях, построенных до 2000г. из-за конструктивных особенностей систем раздачи тепла практически невозможно установить приборы учета расхода тепла. Поэтому не реализуется реальный учет поквартирного хода тепла.

Инженерное оборудование .

В российском строительстве не решена проблема использования как старых, так и во вновь строящихся зданиях современных систем вентиляции, в т.ч. с рекуперацией тепла. В типовых многоэтажных домах система естественной вентиляции работает не эффективно.

Строительные конструкции и материалы.

В России за последние 20-лет налажен выпуск многих энергосберегающих конструкций и материалов, используемых в строительстве, в частности:

- практически с нуля создано производство светопрозрачных конструкций, объем производства превышает соответствующий объем в Германии, уступая Китаю, США;
- налажен массовый выпуск теплоизоляционных материалов;
- разработаны и производятся системы вентилируемых фасадов.

Недостаток- в массовом строительстве как правило используются самые дешевые и наименее эффективные материалы.

Альтернативные источники энергии.

В России практически не используется энергия солнца, ветра, земли.

Нормативные документы, стимулирующие энергосбережение.

В законе № 261-ФЗ предусматривается стимулирование применения энергосберегающих мероприятий. Однако реальные методические положения по использованию статей данного закона не разработаны ни на федеральном уровне, ни на региональном уровне.

Ряд нормативных документов имеет серьезные недоработки и фактически не работает.

Перенос современных технологий энергосбережения из стран ЕС в России не возможен без существенной адаптации к российским условиям.

В 2012г. разработаны новые редакции двух основных нормативных документов, направленных на снижение энергетических затрат в строительстве и ЖКХ.

СНИП « Строительная климатология», где с учетом современных климатических изменений для большинства крупных городов России были уточнены расчетные температуры- в среднем они были увеличены на 1⁰С.

СНИП « Тепловая защита зданий» введены новые показатели и характеристики. Введена удельная теплотехническая характеристика, учитывающая архитектурную форму и развитость здания.

Список литературы.

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении....» от 23.11.2009г. № 261-ФЗ.
2. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в Российской Федерации в 2016г. М.: 2017-104с.
3. Богатырева О.Н, Кузьмина И.Д. Нормативно-правовая база энергосбережения в Российской Федерации: учебное пособие / СПбГТУРП. СПб., 2014. – 56 с.

3.Государственная энергосберегающая политика в РФ.

Разработка энергосберегающей политики государства осуществляется в порядке, определяемом Правительством РФ.

1. Государственное регулирование в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности осуществляется путем установления:

- 1) требованием к обороту отдельных товаров, функциональное назначение которых предполагает использование энергетических ресурсов;
- 2) запретов или ограничений производства и оборота в РФ товаров, имеющих низкую энергетическую эффективность;
- 3) обязанности по учету используемых энергетических ресурсов;
- 4) требований энергетической эффективности зданий, строений, сооружений;
- 5) обязанности проведения обязательного энергетического обследования;
- 6) требований к энергетическому паспорту;
- 7) требований к региональным, муниципальным программам в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 8) основ функционирования государственной информационной системы в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 9) иных мер государственного регулирования в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в соответствии с Федеральным законом № 261.

2. Государственная поддержка в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности может осуществляться по следующим направлениям:

- 1) содействие в осуществлении инвестиционной деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности;
- 2) содействие в разработке и использовании объектов, технологий, имеющих высокую энергетическую эффективность;
- 3) содействие в строительстве многоквартирных домов, имеющих высокий класс энергетической эффективности;
- 4) содействие в осуществлении образовательной деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности и информационной поддержки мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности;

5) иные, предусмотренные законодательством об энергосбережении и повышении энергетической эффективности.

3. **Государственная поддержка инвестиционной деятельности в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности** может осуществляться, в частности, с применением мер стимулирующего характера, предусмотренных законодательством о налогах и сборах, путем возмещения части затрат на уплату процентов по кредитам, займам, полученным в российских кредитных организациях на осуществление инвестиционной деятельности, реализацию инвестиционных проектов в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Российская Федерация вправе осуществлять софинансирование расходных обязательств субъектов РФ, муниципальных образований в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности в пределах средств, предусмотренных федеральным законодательством о федеральном бюджете на соответствующий финансовый год и на плановый период.

Органы государственной власти, органы местного самоуправления, уполномоченные на осуществление государственного регулирования цен (тарифов) вправе устанавливать социальную норму потребления населением энергетических ресурсов, а также пониженные цены (тарифы), применяемые при расчетах за объем потребляемых энергетических ресурсов (услуг по их доставке), соответствующий социальной норме потребления, при обязательной компенсации организациям, осуществляющим поставки энергетических ресурсов, оказания услуг, соответствующей части затрат на их осуществление.

4. **Государственный контроль за соблюдением требований законодательства об энергосбережении и повышении энергетической эффективности** организациями независимо от их организационно-правовых форм и форм собственности, их руководителями, должностными лицами, а также физическими лицами осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов РФ, уполномоченными на осуществление такого государственного контроля, в соответствии с правилами, установленными Правительством РФ.

Список литературы.

1. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении...» от 23.11.2009г. № 261-ФЗ.
2. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года.
3. Основы энергосбережения: учебное пособие / Г.И. Ткаченко, Ю.Н. Черкашин. – 2-е изд.- Белгород, ООО «Эпицентр», 2014 – 128с.
4. Инюцын А.Ю. Государственная политика Российской Федерации в сфере энергосбереженияповышенияэнергоэффективности.
<http://federalbook.ru/files/TEK/Soderzhanie/Tom%2013/I/Inyucin.pdf>

4. Роль международного сотрудничества в области энергосбережения.

Международное сотрудничество РФ в области энергосбережения осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Основными направлениями международного сотрудничества в области энергосбережения является:

- взаимовыгодный обмен энергоэффективными технологиями с иностранными партнерами и международными организациями;
- участие РФ, российских организаций в международных проектах в области энергосбережения;
- согласование показателей энергоэффективности, предусмотренных государственными стандартами РФ с требованиями международных стандартов, а также взаимное признание результатов сертификации.

Если международным договором РФ установлены иные правила, чем предусмотренные Федеральным законом, то применяются правила международного договора.

Международное сотрудничество является одним из важнейших элементов государственной энергосберегающей политики России, разработка и координация практической реализации поручена Минэнерго России. Создана нормативно – правовая база сотрудничества, принят ряд постановлений Правительства, стимулирующих привлечение зарубежных инвестиций, сформулирована организационная структура на федеральном и региональном уровнях, разработаны финансовые и экономические механизмы реализации энергосберегающих программ и проектов с участием зарубежных партнеров.

Участие представителей Минэнерго и ТЭК в руководящих органах таких международных организациях как Европейская экономическая комиссия ООН (комитет по устойчивой энергетике, комитет по экологической политике, Газовый центр и др.) позволяет отстаивать политические и экономические интересы как ТЭК, так и России в целом в рамках мирового сообщества.

Основными направлениями сотрудничества с зарубежными партнерами в области энергоэффективности являются:

- совершенствование нормативно - методической базы;
- широкомасштабное внедрение возобновляемых источников энергии и использование местных видов топлива; практической реализации
- разработка экономических механизмов практической реализации государственной энергосберегающей политики в условиях перехода к рыночной экономике;
- использование энергоэффективности в качестве инструмента решения экологических проблем, в частности выполнения обязательств по снижению выбросов парниковых газов в соответствии с Киотским протоколом.

Совместно с Великобританией ведется работа по повышению эффективности источников теплоснабжения на объектах социальной сферы и промышленности в частности со специалистами Cochran Boilers, осуществляющими с Федеральным центром

малой и нетрадиционной энергетики комплекс мер по модернизации котельного оборудования в Санкт Петербурге, Саратове, Калуге, Иванове и др. населенных пунктах.

Практические результаты сотрудничества с Голландией, Швейцарией получены в Нижегородской области по модернизации системы уличного освещения (г. Дзержинск), теплоснабжения (п. Большое Мурашево), утилизация биогаза (Нижегородская станция аэрации), снижение выбросов парниковых газов на нефтеперерабатывающем заводе (г. Кустово)

Уникальный опыт Дании по организации и функционировании всего энергетического хозяйства. Дания сейчас занимает ведущее место в мире по эффективности использования топлива и энергии. В течение уже более 20 -и лет годовой объем потребления страной энергоресурсов остается практически неизменным. В тоже время производство ВВП возросло за эти годы более чем в 1, 5раза.

Основными направлениями сотрудничества в Северо-Западном регионе России является модернизация существующих систем теплоснабжения, переход на местные виды топлива.

При реализации российскими организациями совместно с российскими и иностранными инвесторами проектов в области энергосбережения Правительство РФ или уполномоченный им федеральный орган исполнительной власти может выступать в качестве поручителя перед указанными инвесторами в пределах средств, предусмотренных федеральным бюджетом на финансирование мероприятий по энергосбережению.

Список литературы.

1. Основы энергосбережения: учебное пособие/ Г.И. Ткаченко, Ю.Н. Черкашин _ 2-е изд., перераб. и доп. – Белгород, ООО «Эпицентр», 2014 – 128с.
2. Миланова Е.В. Проблемы энергосбережения в России и международное сотрудничество: обзор литературы/ Электронный журнал «Местное устойчивое развитие» 2013.

5. Опыт энерго-ресурсосбережения в развитых странах.

Энергосбережение и повышение энергетической эффективности является приоритетным направлением Европейского Союза (ЕС), реализация которого обеспечивает создание конкурентноспособной и энергетически независимой экономики, снижению воздействия на окружающую среду и климат. Реальные действия на уровне ЕС по стимулированию энергосбережения и повышению энергетической эффективности начались в 1998г., когда Совет Европы в резолюции от 2 декабря одобрил стратегию об энергетической эффективности.

Политика ЕС в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности связана с применением в 2007г. «Пакета мер по климату и энергии». Стратегия 20-20-20, в соответствии с которой предлагается к 2020г. на 20% повысить энергоэффективность, а

также довести долю потребления энергии, произведенной из возобновляемых источников до 20% и на 20% по сравнению с уровнем 1990г. снизить выбросы углекислого газа в атмосферу.

С вступлением в силу Лиссабонского договора 1 декабря 2014г. энергосбережение и энергетическая эффективность получили закрепление в первичном праве ЕС. Согласно статье 194 Договора о функционировании политики ЕС в энергетической сфере одной из целей в духе солидарности между государствами – членами является содействие энергетической эффективности, а также развитие новых и возобновляемых источников энергии.

Законодательная база ЕС в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности связана основывается на директивах, разрабатываемых Еврокомиссией и утверждаемых Европейским Парламентом и Советом Европы.

Директивы ЕС.

Первая директива ЕС по энергетической эффективности – Директива 93/76 об ограничении эмиссии углекислого газа путем повышения энергетической эффективности – была принята в 1993г. и обязывала страны - члены ЕС принять и реализовывать программы по следующим вопросам:

- энергетическое обследование зданий;
- расчет платы за отопление, кондиционирование и горячее водоснабжение в соответствии с фактическим потреблением ;
- теплоизоляции новых зданий и сооружений;
- энергетические балансы на предприятиях с высоким потреблением энергии.

Новая Директива 2006/32 от 5 апреля 2006г. « Об эффективности конечного использования энергии и энергосервисных услугах» предписывает государствам – членам ЕС составление планов действий в области энергоэффективности содержащих конкретные программы и меры.

Директива 2006/32 по энергопотреблению зданий требует от государств – членов ЕС определения минимального уровня энергетической эффективности для новых зданий и сооружений, который необходимо учитывать до начала строительства. При реконструкции зданий обязательно должны предприниматься меры по повышению энергетической и по возможности применения технологий, использующих возобновляющиеся источники энергии.

К 31 декабря 2020г. все новые здания должны соответствовать требованиям почти нулевого энергопотребления, а новые здания, которые занимают органы государственной власти после 31 декабря 2018г.

Директива 2010/31 предписывает создание системы энергетической паспортизации зданий и сооружений. Энергетический паспорт должен содержать показатели энергетической эффективности и практические рекомендации по повышению энергетической эффективности. При продаже или аренде здания должен передаваться

покупателям или арендаторам энергетический паспорт. Срок действия паспорта не превышает 10 лет.

Директива 2012/27 об энергетической эффективности устанавливает общие рамки мер, способствующих повышению энергетической эффективности в Евросоюзе. К 2020г. на 20% и дальнейшему повышению энергетической эффективности после указанной даты.

Данная Директива являлась новым нормативным актом, предусматривающим комплексный подход к политике энергосбережения на всех стадиях производства, трансформации и потребления энергии.

Основные нововедения содержащиеся в Директиве 2012/27 :

- 1) стимулирование поставщиками энергии своих клиентов к реализации мер энергосбережения и ежегодного сокращения потребления на 1,5%;
- 2) включение энергетической эффективности в число критериев, используемых при проведении государственных закупок;
- 3) внедрение на предприятиях систем энергетического менеджмента;
- 4) стимулирование использования интеллектуальных систем измерения потребления энергетических ресурсов.

Помимо указанных Директив политика энергосбережения и повышения энергоэффективности в ЕС включает еще несколько инструментов:

1. Дорожную карту ЕС по переходу к конкурентной низкоуглеродной экономике в 2050г..
2. Программу « Энергетически разумной Европы по обучению энергосбережения».
3. Программу « Energy Star» по добровольной маркировке энергосберегающего оборудования.

Проблемы.

Заложенный в Директивах ЕС метод открытой координации не всегда дает ожидаемые результаты. Не редко государства – члены ЕС не представляют вовремя национальные планы действий в сфере энергосбережения и повышения энергетической эффективности.

Комиссия ЕС не имеет никаких реальных средств заставить государства – члены корректировать национальные планы . Нормативные документы ЕС запутаны , что сказывается на доступности для применения. К числу факторов, сдерживающих политику ЕС в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности можно отнести экономический кризис, сокращающий инвестиции в энергосберегающие проекты.

Список литературы.

1. Касюк С.Т. О политике энергосбережения и повышения энергетической эффективности в ЕС // Энергосовет № 2 (44), 2016. - С.77-81.

2. Политика повышения энергоэффективности: передовой опыт. Серия публикаций ЕЭК ООН по энергетике, 2015. – 102с.

3. Сеппанен О. Повышение энергоэффективности, законодательство ЕС. // Здания высоких технологий. 2013. – С.11-22.

4.Сборник материалов. Обзор передового отечественного и зарубежного опыта в области энергосбережения опыта в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», 2014 – 158с.

6. Градостроительные аспекты энергосбережения.

С каждым годом в городской застройке увеличивается энергопотребление, прежде всего это связано с возрастанием социально-экономической деятельности и приростом населения в городах, а также с возрастанием физического и морального износа зданий. Сегодня в России в городах проживает более 70% населения, при этом общая площадь всех городов и городских поселений составляет чуть более 1 % от всей территории страны.

На сегодняшний день в градостроительстве, не решена проблема сокращения потребления энергии. Данный вопрос очень важен, поскольку энергосбережение в строительстве является одним из главных направлений, обеспечивающих устойчивое развитие городских территорий.

Уровень энергопотребления городов зависит от множества факторов, от: занимаемой площади, численности населения города, природно-климатических условий, количества и отраслевой принадлежности размещенных промышленных предприятий, качества инфраструктуры, плотности застройки, архитектурно-планировочных и инженерных решений зданий, образа жизни населения и т.п. Максимальный результат от внедрения энергосберегающих технологий возможен, если эта проблема будет комплексно рассматриваться при осуществлении всех видов градостроительной деятельности. В первую очередь это относится к архитектурно-строительному проектированию, строительству, капитальному ремонту и реконструкции объектов капитального строительства. Именно на стадии проектирования определяется будущий уровень энергопотребления здания, который сохранится в течение всего срока его эксплуатации или до

первого комплексного капитального ремонта. Особое место в энергосберегающем строительстве занимает реконструкция зданий и реновация жилой застройки городов. По состоянию на конец 2018 г. жилой фонд в России составил более 3,78 млрд. м² (90 млн.м² – 2,5%, относятся к категории ветхого и аварийного жилья) и на его отопление расходуется более одной трети всех энергоресурсов страны. Особой проблемой является массовая застройка из панельных и блочных зданий, построенных в период 1950-1960гг. Около 80% жилого фонда составляют дома из сборного железобетона, которые являются самыми неэффективными по использованию тепловой энергии. По оценкам специалистов почти 70% возможного эффекта энергосбережения в строительстве можно достичь при реконструкции существующих зданий и реновации городских жилых территорий.

В России реновация сложившейся жилой застройки осуществляется двумя способами:

- 1) реконструкция существующих зданий;
- 2) снос непригодных для дальнейшей эксплуатации зданий и новое строительство на освобождаемых территориях.

Рассмотрим первый способ с точки зрения повышения энергоэффективности. При реконструкции зданий необходимо совершенствовать следующие решения: архитектурные и инженерные.

Совершенство архитектурных решений заключается в выборе места расположения здания с учетом климатических условий местности и существующей застройки, определение наиболее оптимальной формы и ориентации здания по сторонам света с учетом минимальных энергопотерь через его наружную оболочку, а также выбор объемно-планировочных решений здания. Одним из показателей, который влияет на уменьшение теплопотерь - это коэффициент компактности здания, который равен:

$$K_k = F/V,$$

где F - общая площадь наружных ограждающих конструкций, м²;

V - отапливаемый объем здания, м³.

В соответствии с этой формулой высокие, длинные и узкие здания являются наименее энергоэффективными. Снижение тепловых потерь можно достичь с помощью блокирования зданий, которое позволяет снизить площадь застраиваемой территории, длину коммуникаций и

материалоемкость строительства. Эффективность блокирования зданий определяется по формуле:

$$i = \sum_1^n S_{\text{но}}^{\text{отд}} / S_{\text{но}}^{\text{бл}},$$

где $S_{\text{но}}^{\text{отд}}$ - суммарная площадь наружной оболочки отдельных зданий;

$S_{\text{но}}^{\text{бл}}$ - площадь наружной оболочки сблокированного здания.

Компактность формы здания не учитывает процесс теплообмена наружных ограждающих конструкций, поэтому при разработке объемно-планировочных решений необходимо найти оптимальное соотношение размеров здания, обеспечивающие минимальные теплопотери через наружную оболочку. Размеры, форма и ориентация, как здания, так и группы домов должны выбираться с учетом максимального использования положительного воздействия климата и нейтрализации отрицательного.

К инженерным решениям зданий относится совершенствование систем отопления, горячего и холодного водоснабжения, вентиляции и электроснабжения, повышение эффективности тепловых сетей. Особое место занимает выбор источников теплоснабжения микрорайонов в т.ч. рациональное сочетание использования локальных источников с системами централизованного теплоснабжения при экономической целесообразности, а также возможность использования нетрадиционных источников энергии - солнечных, ветровых, геотермальных и др.

В зависимости от того используются нетрадиционные источники энергии или нет различают два типа зданий:

1. Энергоэкономичные здания - это тип зданий, которые не используют энергию окружающей среды. Экономия энергоресурсов осуществляется только с помощью применения архитектурных и инженерных средств.

2. Энергоактивные здания - это тип зданий, которые используют возобновляемые источники энергии окружающей среды.

При осуществлении второго способа реконструкции жилой застройки должны выполняться следующие градостроительные решения по повышению уровня энергоэффективности городской застройки:

- внедрение новых приемов планировки и застройки с учетом климатических особенностей территории;
- рациональное размещение потребителей энергии, обеспечивающее функционально-пространственную эффективность и временную

сбалансированность уровней энергопотребления с учетом максимального соответствия его структуры оптимальным характеристикам энергобаланса;

- совершенствование планировочных схем размещения инженерно-транспортных и энергетических коммуникаций и сооружений с учетом их роли в пространственной структуре города;
- регулирование развитие поселений и целенаправленное формирование их производственного комплекса;
- повышение компактности городских территорий.

Следует отметить, что в России не уделялось внимания энергосбережению при разработке вариантов территориального планирования и генеральных планов развития городов. Генеральный план развития остается одним из единственных документов, который определяет будущий облик города.

Генеральный план (*генплан, ГП*) в общем смысле — проектный документ, на основании которого осуществляется планировка, застройка, реконструкция и иные виды градостроительного освоения территорий. Основной частью генерального плана (также называемой *собственно генеральным планом*) является масштабное изображение, полученное методом графического наложения [чертежа](#) проектируемого объекта на [топографический](#), инженерно-топографический или [фотографический](#) план территории. При этом объектом проектирования может являться как [земельный участок](#) с расположенным на нём отдельным архитектурным сооружением, так и территория целого [города](#) или [муниципального района](#).

Как показывает практика, пока ещё ни один генеральный план города не был реализован в жизни в полном объёме. Между тем управление энергосбережением, как элементом стратегии городского развития, является актуальной и малоизученной проблемой.

Между градостроительными концепциями и потреблением топливно - энергетических ресурсов существует тесная взаимосвязь. С учетом значимости энергоресурсов в развитии городов градостроительные решения должны охватывать направления, способствующие энергосбережению в городском хозяйстве. Эти направления включают следующие мероприятия:

- регулирование развития поселений, целенаправленное формирование их производственного комплекса;
- повышение компактности городских территорий;
- совершенствование планировочных схем размещения инженерно-транспортных, и энергетических коммуникаций и сооружений с учетом их роли в пространственной структуре города;
- рациональное размещение потребителей энергии, обеспечивающих функционально -пространственную эффективность и сбалансированность уровней энергопотребления;

- внедрение в практику градостроительства новых приемов планировки и застройки, в т.ч. улучшение структуры застройки по этажности, протяженности и конфигурации жилых домов и их расположению с учетом климатических особенностей региона.

Хозяйственная специализация поселений является важным фактором территориального энергопотребления.

Выделяют две группы потребителей энергии: большие и крупные города и их агломерации, отличающиеся высоким общим потреблением топливно - энергетических ресурсов (ТЭР); средние и малые города, поселки городского типа, сельские поселения, характеризующиеся низким потреблением ТЭР.

Мероприятия по энергосбережению в каждой группе поселений имеют различную эффективность (таблица 6.1).

Таблица 6.1

Эффективность энергосбережения в городах

Группа мероприятий	Энергоэффективность энергосберегающих мероприятий, %	
	в малых и средних городах	в больших и крупных городах
Регулирование развития города и структуры его народно-хозяйственного комплекса	7 - 10	12 - 15
Повышение компактности городского плана с включением функционального зонирования и интенсивности использования территории	10 - 15	30 - 35
Планировка и застройка городов с учетом размещения объектов энергоснабжения и энергопотребления в плане города	10 - 15	20 - 25
Совершенствование структуры застройки по энергопотребляющим характеристикам и	40 - 45	7 - 10

инженерному обеспечению территорий		
Развитие, планировочное и техническое совершенствование схем инженерной и транспортной инфраструктуры	7 - 10	15 - 20
Изменение стандартов поведения населения в сфере энергопотребления, эффективный контроль и управление расходованием энергии, внедрение прогрессивных норм	5 - 7	7 - 10

При планировке и застройке малых городов наибольший вклад в энергосбережение достигается совершенствованием структуры застройки по характеристикам энергопотребления (40 – 45%). В больших и крупных городах на первый план выдвигается необходимость повышения компактности городского плана. Экономия энергии как функция оптимальной компактности поселений, размещения производства выражается, прежде всего сокращением затрат в сфере инженерных коммуникаций, транспортных магистралей, селитебной зоны, источников энергии в городской застройке.

Особенностью возведения объекта в крупном городе заключается в расширенном понимании архитектурно - строительном процесса, при котором задание по энергосбережению формулируется на разных уровнях проектирования в разной степени детализации. Общее задание по энергосбережению в строительной отрасли должно формулироваться на верхнем уровне городского управления, учитывая состояние выполнения генерального плана развития и баланса топливо - энергетических ресурсов.

Принципиальная схема внедрения энергосберегающих технологий при строительстве и реконструкции зданий приведена ниже.

1. Генеральный план (анализ энергопотребления и расчет мощности объектов теплоснабжения).
2. Проект застройки (мероприятия по снижению теплопотребления).
3. ТЭО здания (снижение удельной энергоемкости).
4. Разработка проектно-сметной документации.

5. Строительство.

В ближайшее время энергосбережение будет играть особую роль в градостроительстве, поскольку оно имеет потенциальный положительный социальный, экономический и экологический эффект, обеспечивает устойчивое развитие городского хозяйства..

Список литературы.

1. Голованова Л.А. Основные аспекты территориального энергосбережения: учебное пособие. Хабаровск, изд – во ХГТУ, 2002 – 116с.
2. Касьянов В.Ф., Грибов Д.В. Энергосберегающие мероприятия в градостроительстве. // Вестник МГСУ №8,2011.- С.44-49.

7. Новые энерго-ресурсосберегающие технологии в системах водоснабжения и водоотведения.

Россия является одним из лидеров по запасу водных ресурсов. Средний многолетний объем [речного стока](#) на территории России составляет порядка 4,2–4,3 тыс. км³ в год (10% мирового речного стока, второе место в мире после Бразилии). В расчете на душу населения в нашей стране приходится около 30 тыс. м³ речного стока в год. Однако в стране большое количество регионов с дефицитом воды: прикаспийские территории, Северный Кавказ, отдельные регионы Урала, Алтая, Нечерноземья. Распределение доступных водных ресурсов для хозяйственной деятельности в стране характеризуется значительной неравномерностью.

Но даже в благополучных регионах наметилась тенденция прогрессирующего роста цен как на саму воду, так и на тепловую энергию для ее подогрева.

Среди технически развитых стран мы являемся рекордсменами по душевому водопотреблению. За последние десять лет средний уровень водопотребления домашними хозяйствами в России снизился с 300 (в Москве – 380) до 180–200 литров на человека в день, однако этот показатель по-прежнему выше средневропейского (120–150 литров на человека в день).

Цена за 1 м³ воды в нашей стране достигла \$0,8 (Москва) в то время, как еще 10 лет назад она составляла \$0,1.

По оптимистичным оценкам, полезное водопотребление в наших домохозяйствах составляет 75%, на утечки приходится 7%, а на нерациональное водопользование – 18%

Анализ энергосберегающих мероприятий в области систем наружного водоснабжения и водоотведения позволил выделить две группы мероприятий: организационно-технические мероприятия и технологические мероприятия.

1 Организационно-технические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности организаций коммунального хозяйства включают:

- регулярный мониторинг (технический осмотр) состояния сетей и других объектов водоснабжения и водоотведения;
- выполнение проектных работ при реконструкции основного электрооборудования и электрических сетей;
- анализ хозяйственных договоров на предмет выявления в них положений, препятствующих реализации мер по повышению энергетической эффективности;
- проведение энергетического обследования в соответствии с законодательством Российской Федерации;
- мероприятия, направленные на снижение потребления энергетических ресурсов в зданиях, строениях, сооружениях, находящихся в собственности регулируемой организации, при осуществлении регулируемых видов деятельности.

2. Технологические мероприятия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности организаций коммунального хозяйства и промышленности:

- проведение гидромеханической очистки сетей водоснабжения и водоотведения;
- установка систем защиты оборудования сетей водоснабжения и водоотведения от коррозии и других отложений (в том числе систем электрохимической защиты трубопроводов);
- установка частотно-регулируемых приводов и устройств плавного пуска на электроустановках объектов водоснабжения и водоотведения;
- замена стальных трубопроводов на трубопроводы из современных полимерных материалов в сетях водоснабжения и водоотведения;
- модернизация оборудования (замена на энергоэффективное оборудование);
- оснащение водозаборных узлов узлами учета расхода воды;

- установка приборов учета расхода воды у потребителей услуг;
- устранение течей и потерь воды во время ее транспортировки к потребителю;
- внедрение автоматизированных систем подачи воды;
- разделение систем водоснабжения для раздельной подачи питьевой воды и воды для технических нужд (на промпредприятия).

Энергосберегающие мероприятия по затратам разделяются на беззатратные и мало-, средне- и высокзатратные

Беззатратные и малозатратные мероприятия.

1. Соблюдение правил эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения и применяемого в них оборудования (своевременное проведение планово-предупредительных ремонтов, замена набивки и подтяжка уплотнений насосов, вентилях, замена неисправной арматуры, устранение утечек и др.).
2. Замена асбестографитовых уплотнений насосов уплотнениями на основе тефлона(обеспечивает увеличение срока эксплуатации в среднем в 6 раз).
3. Замена арматуры устаревших типов на современную (в раковинах, смесителях, сливных бачках унитазов).

Среднезатратные мероприятия.

1. Обеспечение экономичных режимов эксплуатации насосов:
 - замена группы малопроизводительных насосов более производительными;
 - замена насоса, гидравлическая характеристика сети которого не соответствует его паспортным данным;
 - повышение КПД насосов до их паспортных значений путем установки новых уплотнений в сочетании с тщательной балансировкой рабочих колес.
2. Обеспечение экономичных режимов эксплуатации насосов:
 - осуществление автоматизированного управления работой насосного оборудования для достижения максимально возможной загрузки насосов;
 - регулирование производительности насосов изменением частоты вращения рабочего колеса с помощью частотно-регулируемого электропривода.
3. Изменение диаметра трубопроводов, применение труб из полимерных материалов, принципиальное изменение схемы конструктивного исполнения систем водоснабжения и водоотведения. При увеличении диаметра трубы на 50% потери от трения жидкости можно уменьшить на 75%. Аналогичного результата при решении задач энергосбережения в водоснабжении удастся добиться заменой труб из традиционного материала на трубы из полимеров,

отличающихся значительно меньшей шероховатостью (срок службы увеличивается с 3-10 лет до 30 лет, мощность снижается на 25%).

4. Борьба с отложениями в системах водоснабжения и водоотведения (проводится как механическими так и химическими способами).

5. Экономия электроэнергии и воды при переходе к оборотным системам водоснабжения.

6. Устранение утечек воды.

7. Стимулирование заинтересованности населения и персонала предприятий в энергосберегающих мероприятиях по экономии воды.

8. Использование избыточной температуры стоков, химической энергии горючих веществ, загрязняющих стоки.

9. Диспетчеризация и АСУ.

3. Высокозатратные мероприятия

1. Внедрение автоматической системы контроля и учета энергопотребления (АСКУЭ).

Переход с двухставочного тарифа оплаты электроэнергии на одноставочный. Ожидаемый эффект обеспечивается:

- на первом этапе ее реализации - за счет снижения заявляемой мощности, что становится возможным вследствие более оперативного учета электропотребления;
- на втором этапе - переходом на более выгодные одноставочные зонные тарифы, дифференцированные по времени суток (переход допускается только при наличии у предприятия АСКУЭ).

2. В системах горячего водоснабжения:

- замена секционных (кожухотрубчатых) водоподогревателей пластинчатыми, имеющими меньшие габаритные размеры и более низкие потери теплоты, а также упрощающими их обвязку трубопроводами (снижение затрат мощности насосов на циркуляцию греющей и нагреваемой воды в тепловом пункте);
- оснащение циркуляционных и подпитывающих насосов в тепловых регулируемых электроприводами (ЧРП), позволяющими изменять расход воды в системах, не прибегая к открытию или закрытию имеющихся задвижек или других дроссельных органов, такие энергосберегающие мероприятия ведут к экономии 10÷30% электроэнергии;

3. Установка тепловых насосов, которые дают возможность возврата теплоты в производственный цикл.

Энергосбережение в водоснабжении и водоотведении должно строиться на основе следующих мероприятий:

- учет водоподачи, затрат на энергоснабжение и сокращение их потерь; • сокращение потребляемой электроэнергии и оптимизация электроснабжения;
- сокращение количества непроизводительного ручного труда (сокращение численности обслуживающего персонала);
- повышение КПД технологического оборудования за счет энергосберегающих технологий;
- создание автоматизированных информационных систем сбора данных и управления инженерными сетями и объектами;
- оперативность и оптимальность управления технологическими объектами; информирование общественности о результатах реализации мероприятий по энерговодосбережению.

Список литературы.

1. Феофанов Ю.А. Пути экономии ресурсов в системах водоснабжения // Известия КГАСУ, 2, 2012 – С.153-158.
2. Петухова Е.О., Ручкина О, И. Энергосберегающие технологии в системах водоснабжения и водоотведения // Строительство и архитектура. Опыт и современные технологии. Вып. 7, 2016 – С.1-10.
3. Энергосбережение в водоснабжении и канализации. patriot – nrg. ua /rus/savings/view/72

8. Энергосбережение в строительном производстве

Строительство представляет отдельную самостоятельную отрасль экономики страны, которая предназначена для ввода в действие новых, а также реконструкции, расширения, ремонта и технического перевооружения действующих объектов производственного и непроизводственного назначения. Продукцией отрасли строительства являются сданные в эксплуатацию объекты (заводы, фабрики, железные и автомобильные дороги электростанции, порты, жилые дома и т.д.), которые образуют основные фонды страны.

Строительная отрасль тесно связана со всеми отраслями экономики и особенно с промышленностью. Строительство является самой материалоемкой отрасль. – используется 50% продукции промышленности строительных материалов, около 18% металлопроката, 40% пиломатериалов, более 10% продукции машиностроительной промышленности. Для перевозки строительных материалов, конструкций, строительной техники используются все виды транспорта. Величина транспортных расходов в затратах на строительство достигает 20%.

К строительным организациям относятся все общестроительные и специализированные организации, включая ремонтно – строительные организации, управления механизации, домостроительные комбинаты, буровые организации др.

Энергосбережение при создании строительной продукции распределяется по двум основным стадиям – производство строительных материалов и процесс возведения объектов и составляет примерно 23,5% от сметной стоимости строительно – монтажных работ.

Промышленность строительных материалов является одним из крупных потребителей мазута, природного газа, угля и др. При этом к.п.д. использования топлива не превышает 40%. Энергозатраты на производство строительных материалов и изделий более чем в 1,5 раза превышают аналоги зарубежных стран, а продукция предприятий (наружные ограждающие конструкции, окна) по энергоэкономичности уступает зарубежным. Наиболее крупным потребителем энергетических ресурсов является процесс производства строительных материалов (таблица 7.1).

Таблица 7.1.

Удельно энерго и водопотребление при производстве строительных материалов

Наименование	Расход энергоресурсов на 1м ² /т.у.т.	Расход воды на 1м ² /м ³
Предприятия промышленности строительных материалов, в т.ч	0,38	2,17
цемент	0,17	0,24
стекло листовое	0,08	н.д.
сборно–железобетонные конструкции и изделия	0,04	0,16
керамический кирпич	0,03	н.д.

Основные факторы, влияющие на перерасход энергоресурсов в строительной отрасли являются устаревшие технологии и износ оборудования. В таблице 7.2 приведены мероприятия по снижению энергетических затрат при производстве строительных материалов.

Таблица 7.2.

Оценка потенциала энергосбережения при проведении мероприятий по модернизации производственных процессов

Наименование	Мероприятия по модернизации производства строительных материалов	Возможное снижение энергопотребления, %
Цемент	Переход предприятий от «мокрого» способа производства на «сухой» сокращает энергопотребление в 1,5 раза	33
Стекло	Повышение к.п.д. отечественных печей с 25% до 50% позволит при прежней конечной продукции уменьшить в 2 раза энергопотребление	50
Сборные железобетонные конструкции	Снижение теплотерь при нагревании бетона возможно с использованием эффективной теплоизоляции форм	47
Керамический кирпич	Замена устаревших энергоемких печей обжига современными установками	50

Список литературы.

1. Основы ресурсо-и энергосбережения в строительстве: учебное пособие/ Л.А. Опарина. Мин-во науки и образ. РФ Ивановский гос. политех. ун-т. Иваново, ПрессСТО, 2014 – 256с.
2. Булгаков С.Н. Энергоэффективные строительные системы и технологии// АВОК, №2,1999 – С.10 - 15.
3. Бадьин, Г. М. Б15 Современные технологии строительства и реконструкции зданий / Г. М. Бадьин, С. А. Сычев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2013. — 288 с.: ил. — (Строительство и архитектура).

9. Ресурсосбережение при рециклинге строительных отходов.

Строительство – один из мощных антропогенных факторов воздействия на окружающую среду, которое происходит на всех этапах, начиная от добычи строительных материалов и кончая утилизацией строительных отходов от сноса зданий и сооружений. По объему отходов (котлованный грунт, асфальт, каменные материалы, кирпич, бетон и железобетон, древесина, стекло и др.) строительство занимает приоритетное место среди загрязнителей окружающей среды. С другой стороны строительное производство потребляет большое количество щебня, песка, значительная часть которых можно получить при переработке отходов бетона и железобетона . Использование вторичного щебня и песчано -щебеночной смеси позволит снизить затраты на возведение новых объектов за счет сокращения встречных потоков нерудных материалов и одновременно уменьшить нагрузку на городские полигоны, сохранить земельные ресурсы, отводимые под размещение новых предприятий.

Отходы строительства и сноса (ООС) образуются при строительстве, сносе и реконструкции зданий и сооружений при производстве строительных материалов, деталей и конструкций, ремонте жилья, инженерных сетей и сооружений. Утилизация строительных отходов базируется на двух понятиях demolition (снос) и recycling (переработка). Строительные отходы представляют почти треть всех отходов, образующихся в большинстве развитых стран. Выявлена тенденция « чем более развита экономика», тем больше строительного мусора в общей структуре отходов. В Германии, Нидерландах такая доля составляет 55%, в Люксембурге (самой богатой стране, по доходам на душу населения) – этот показатель составляет – более 90%.

В соответствии с принятой в Европе рамочной директивой об отходах, главный способ борьбы с увеличением количества строительных отходов - их переработка для дальнейшего использования. К 2020г. в Европе повторно должно использоваться как минимум 70% строительного мусора (сегодня порядка 55%). Многие страны Европы, например Дания, Швеция, где переработка строительных отходов превышает 90% , имеют

законодательство, при котором вывоз на полигоны либо не выгоден или вообще запрещен и переработка становится не только экологически выгодной, но и экономически эффективной.

В России образуется около 15 млн. т/год строительных отходов. В настоящее время в стране перерабатывается около 5 – 15% отходов строительства и сноса, причем переработке подвергаются лом железобетона и кирпича, поскольку их переработка одна из самых простых и не требует сложных производственных процессов. Структура отходов, образующихся при новом строительстве качественно и количественно отличается от структуры отходов сноса и разборки объектов. Например, при строительстве зданий и сооружений преобладают отходы грунтов, образующиеся при рытье котлованов, строительное сырье мелкого и среднего размера, а при сносе этих же объектов основной объем отходов составляют крупные куски несущих конструкций разных габаритов, облицовочных и отделочных материалов, разобранные инженерные коммуникации.

Отходы строительного производства можно классифицировать на три группы в зависимости от их использования в качестве вторичных материальных ресурсов.

К первой группе относятся отходы, которые по своим свойствам могут заменить первичные ресурсы, например, вторичный щебень – аналог натурального щебня.

Вторая группа – это материалы которые служат исходными продуктами для производства вторичного сырья (битумосодержащие покрытия).

К третьей группе относят отходы, обладающие новыми характеристиками, отсутствующими у первичного сырья.

Область применения строительных отходов :

- крупные фракции из дробленого бетона для устройства щебеночных оснований под полы и фундаменты зданий, а также под асфальтобетонные покрытия дорог всех классов в качестве крупного заполнителя для бетонов класса М200 (В 15);

- мелкой фракции (до 5 мм) в качестве наполнителя при приготовлении асфальтобетона и мелкоштучных бетонных изделий (стеновые блоки, тротуарная плитка);

- бой строительного кирпича после дробления и сортировки в качестве щебня фракции 5-40 мм для изготовления монолитного бетона: фракции около 0 – 5 мм в садово – парковом хозяйстве;

- дробление гипсосодержащих материалов фракций 0 – 5 мм для изготовления мелкоштучных блоков, перегородок, для изготовления бетона;

- отходов керамзитобетонов после дробления в качестве заполнителя для легких бетонов;

- отходов санитарного фаянса и керамики после измельчения для изготовления разных видов облицовочных плиток.

Список литературы.

1. Олейник П.П., Олейник С.П. Организация системы переработки строительных отходов. М.: МГСУ. 2009- 251с.
2. Огородникова С.Ю. Отходы производства и потребления: учебн. Метод. пособие. Киров. 2012. – 94с.
3. Строительные отходы от сноса зданий – сырье для малоотходных технологий/ А.З. Ефименко// Строительные материалы. 2010, № 6 – С.32 – 33.

10. Ресурсосбережение при рециклинге твердых коммунальных отходов.

В последнее десятилетие во всем мире уделяется большое внимание, рациональному использованию природно - ресурсного потенциала регионов, развитию рециклинга. В зарубежной практике законодательно установлено ужесточение требований к производителям продукции и услуг, что послужило стимулом к формированию спроса на экотехнологии, инвестиции в экоиндустрию и активному развитию бизнеса по переработке отходов производства и потребления (ОПП) – рециклинга.

Рециклинг можно определить как систему организационно – экономических и технологических мероприятий по возвращению ОПП в повторный хозяйственный оборот. На территории России скопилось более 85 млрд. т отходов. Ежегодно в стране образуется более 3 млрд. т промышленных отходов и более 50 млн. т коммунальных бытовых отходов. Основная масса отходов потребления захоранивается на полигонах и многочисленных свалках, которые являются источниками загрязнения воздуха, почв, поверхностных и подземных вод и др. К настоящему времени развитые страны используют от 50 до 70% отходов ОПП, планируется в перспективе полностью отказаться от полигонного захоронения. В зарубежных странах в современных условиях рециклингу подвергается: в Швейцарии – 23%, в Японии – 20%, в США – 32,4% бытовых отходов. В России использование отходов производства составляет от 25 до 45%, а отходов потребления – около 2 – 5%.

Экономическая эффективность рециклинга обусловлена следующим. Анализ цен на первичное и вторичное пластиковое сырье показывает, что разница цен составляет от 1,5 – 2 раз; полиэтилен – первичное сырье 50 – 60 руб. / кг, вторичное 25 – 40 руб. /кг, полипропилен - первичное 40 – 62 руб. /кг, вторичное 20-30 руб./кг, полистирол - - первичное 53-59 руб./кг, вторичное 24 – 24 – 37 руб./кг. При общем объеме рынка полиэтилена 550000т/год ежегодная экономия может составить до 11 млрд. руб. Использование 1 тонны макулатуры экономит 3,5 м³ древесины, одной тонны текстильного сырья 0,7 тонны натуральных или синтетических волокон. В результате переработки 120 – 130 т. консервированных банок может быть получена 1 т олова, что эквивалентно переработке 400т руды. Расход электроэнергии на производство алюминиевой банки, изготовленной из первичного сырья, втрое выше, чем при производстве такой же банки из вторичного сырья.

Драгоценные металлы как и редкоземельные стали критически важным сырьем. В 2016г. в ЕС было отобрано 16 видов сырья особой технической значимостью – германий, кобальт, скандий, тантал, неодим, литий, тербий, рений, платина, палладий, галлий, титан, золото, серебро и др. Спрос на платину, палладий, серебро, медь, олово, рений и кобальт

может быть частично удовлетворен вторичной переработкой (50% во всем мире). Один мобильный телефон содержит: серебра – 12,6 мГ/кг (веса); золота – 1,63мГ/кг; палладия - 0,3 мГ/кг; висмута – 0,633мГ/кг; тантала - 2,5 мГ/кг; галлия – 0,122мГ/кг.

Список литературы.

1. Фесенко Р. С. Рециклинг как механизм эколого-экономической сбалансированности регионального развития// Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз 5 (17) 2011. – С. 161 -169.
2. Волкова А.В. Рынок утилизации отходов. Высшая школа экономики. 2018.- 87 с.
3. Рециклинг полимеров в России настоящее и будущее /Под общей ред. А.Костина. Инф. анал. центр RUPEC, 2017 – 67с.

11.Использование энергетического потенциала твердых коммунальных отходов (ТКО).

1. Термические методы переработки (ТКО).
2. ТКО используются в качестве местного топлива, характеризуются доступностью и распространенностью. Ресурсы ТКО практически неисчерпаемы из - за массового воспроизводства населением, проживающим на конкретной территории. По энергетической ценности ТКО сравнимы с рядом низкокалорийных топлив, широко применяемых в энергетике. Морфологический состав ТКО представляет собой гетерогенную смесь (таблица 11.1), состоящей из: пищевых отходов, бумаги, текстиля, древесины, пластмасс, кожи, металла, стекла, камней и др.

Таблица 11.1

Морфологический состав отходов для различных климатических зон России, масс. %

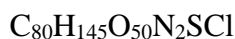
Компонент	Климатическая зона		
	средняя	южная	северная
Пищевые отходы	35 - 45	40 - 49	32 -34
Бумага, картон	32 - 35	22 - 30	26 - 35
Древесина	1 - 2	22 -30	2 - 5
Черный металл	3 - 4	2 - 3	3 - 4
Цветной металл	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5
Текстиль	3 - 5	3 - 5	4 - 6
Кость	1 - 2	1 - 2	1 - 2
Стекло	2 - 3	2 - 3	4 - 6
Кожа, резина	0,5 - 1	1	2 - 3
Камни, штукатурка	0,5 - 1	1	1 - 3
Пластмасса	3 - 4	3 - 6	3 - 4
Прочие	1 - 2	3 - 4	1 -2

Обычно удельный вес ТКО колеблется от 190 до 220 кг/м³. Удельное тепловыделение, обычно называют удельной теплотой сгорания и обозначают Q мДж/кг или (ккал/кг). Этот

показатель, отнесенной к рабочей массе вещества соответствует низшей теплоте сгорания топлива при его заданной влажности зольности Q_H^P . Элементарный состав рабочей массы топлива состоит из: углерода C^P , водорода H^P , кислорода O^P , азота N^P , серы S^P , золы A^P , воды W^P . При этом

$$C^P + H^P + O^P + N^P + S^P + A^P + W^P = 100\%$$

Стехиометрическая модель абсолютно сухой, обеззоленной горючей массы ТКО



В таблице 11.2 приведены данные по элементарному составу, выходу летучих фракций, выделяющихся при горении несортированных ТКО.

Таблица 11.2

Элементарный состав компонентов ТКО

Компоненты ТКО	Состав ТКО, в % по массе								Q_H^P , мДж/кг
	C^P	H^P	O^P	N^P	S^P	A^P	W^P	Выход летучих	
Бумага	27,7	3,7	28,3	0,16	0,14	15	25	79	9,97
Пищевые отходы	12,6	1,8	8	0,95	0,15	4,5	72	65,2	3,34
Текстиль	40,4	4,9	23,2	3,4	1,1	8	20	84,3	15,72
Древесина	40,5	4,8	33,8	0,1	-	0,8	20	67,9	14,46
Пластмасса	55,1	7,6	17,5	0,9	0,3	10,6	8	89	24,37
Кожа, резина	65	5	12,6	0,2	0,6	11,6	5	49	25,79

В таблице 11.3 приведены данные по элементарному составу, выходу летучих и удельной теплоте сгорания несортированных ТКО, используемых в различных странах мира.

Таблица 11.3

Состав компонентов ТКО в ряде стран мира

Страны	Массовый состав, %								Q_H^P , мДж/кг
	C^P	H^P	O^P	N^P	S^P	A^P	W^P	Выход летучих	
Австрия	21,59	1,8	10,12	0,42	0,26	29,3	36,42	43,4	7,24
Финляндия	26,31	3,38	23,35	0,22	0,13	21,95	24,66	64,9	9,24
США	24,66	3,11	18,97	0,35	0,13	27,64	25,14	55,5	
Москва	21,3	2,9	16,9	0,9	0,2	22,0	36,5	65,3	7,5
Санкт Петербург	17,52	2,3	14,33	0,47	0,09	31,5	34,14	55,1	5,9

Для сравнения в таблице 11.4 приведены такие же данные по углю, торфу, древесины

Таблица 11.4

Состав компонентов органического топлива

Топливо	Массовый состав, %	
---------	--------------------	--

	C ^P	H ^P	O ^P	N ^P	S ^P	A ^P	W ^P	Выход летучих	Q _H ^P , мДж/кг
Бурый уголь	27,4	2,16	8,63	0,46	2,85	26,5	32	48	9,88
Сланец	13,5	1,8	4,3	0,3	3,4	54,2	17,5	80	5,81
Торф	24,7	2,6	15,2	1,1	0,1	6,3	50	70	8,11
Древесина	30,3	3,6	25,1	0,4	-	0,6	40	85	10,2

Из разных методов переработки ТКО наиболее отработанными и часто используемыми является термическая переработка. Термическая переработка – это совокупность процессов теплового воздействия на отходы с целью получения энергоносителей (в виде пара, газа органической жидкости, твердого углеродного остатка) и инертных материалов. В практике применяют такие процессы термической переработки отходов как сжигание, газификация, пиролиз, гидрогенизация, плазменная обработка, а также комбинация этих методов.

Сжигание отходов – процесс термической переработки с принудительной подачей дутьевого агента в количествах необходимых для полного окисления углерода органического вещества и превращения в дымовой газ. Теплота отходящих газов утилизируется с помощью поверхности нагрева парового котла.

Газификация отходов – процесс термической переработки с принудительной подачей агента (воздух, кислород, водяной пар) в количествах недостаточных для полного окисления углерода органических веществ с целью их превращения в синтез газ (смесь CO -25 -42% и H₂ -25 – 42%), который используется в качестве энергоносителя и сжигается в обычном паровом котле.

Пиролиз - процесс термической переработки без дутьевого агента. Продуктами разложения органических веществ под воздействием температуры является твердый остаток, пиролизное масло и пиргаз. Чем выше температура тем выше выход пиргаза.

Гидрогенизация – процесс термической переработки, протекающий в присутствии катализатора и связанный с присоединением водорода к химическим соединениям с целью получения синтетического топлива.

Плазменная обработка - процесс термической переработки отходов, при котором производится плазменный нагрев отходов с помощью плазмотрона – газоразрядного устройства для получения плазмы. В качестве плазмообразующего вещества используется воздух, который пропускается через электрическую дугу плазмотрона и далее через слой отходов.

Первое мусоросжигательное заведение было построено в 1870г. в окрестностях Лондона. В настоящее время мусоросжигательные заводы распространены в странах с высокой плотностью населения и относительно небольшой площадью Швейцария, Дания, Япония и др. При сжигании 1 т. ТКО можно получить 1300 – 1700 кВт*ч тепловой энергии и ли 300 – 500 кВт*ч электрической энергии. В Швеции, вырабатываемая на мусоросжигательных заводах теплота покрывает 13% потребления жилищного сектора в теплоте. Большинство мусоросжигательных заводов имеет производительность 150 – 800т/сутки, преимущественно используются котлы паропроизводительностью 5 -15 т./час. ТКО необходимо сжигать с большими избытками воздуха =1,8 из – за широкого изменения элементарного состава.

Наиболее распространенным процессом термической переработки неподготовленных смешанных отходов является процесс сжигания на подвижных решетках (колосниковых, валковых и др).

Барабанные вращающиеся печи для сжигания неподготовленных твердых коммунальных отходов применяются очень редко.

Сжигание в кипящем слое осуществляется за счет создания двухфазной «псевдогомогенной» системы твердое тело – газ путем превращения слоя отходов в «псевдожидкость» под действием восходящего потока газа, достаточного для поддержания твердых частиц во взвешенном состоянии.

Основным недостатком методов сжигания является большой объем отходящих газов (5000 – 6000 м³ на 1 т. отходов) и образование значительного количества шлаков (около 25% по массе) Шлаки имеют повышенное содержание тяжелых металлов. В дымовых газах содержатся токсичные вещества (диоксины, фураны и др.).

Список литературы.

Шубов Л.Я. Технология твердых бытовых отходов: учебник/ Л.Я. Шубов, И.Е. Ставровский и др. М.: Альфа – ИНФРА - -2011 – 400С,

12. Получение биогаза на полигонах ТКО.

Полигонное захоронение бытовых отходов широко практикуется во всем мире. Основное достоинство технологии захоронения – простота, малые капитальные и эксплуатационные затраты, и относительная безопасность. При разложении бытовых отходов выделяется биогаз – ценное углеводородное топливо (содержащее метан до 60 %), которое можно использовать для производства тепловой и электрической энергии.

Из рассмотренных технологий энергетического использования ТБО получение биогаза весьма перспективно для России, так как около 93 % образующихся бытовых отходов захоранивается на полигонах и организованных свалках, занимающих свыше 40 тыс. га земли. Дополнительно ежегодно для захоронения ТБО отчуждается около 1 тыс. га земли. Около 50 тыс. га земли занимают закрытые полигоны и свалки, на которых только за послевоенный период количество накопленных бытовых

отходов предположительно составляет около 1 млрд. т. Ежегодная эмиссия метана со свалок России оценивается в размере 1,1 млрд. м³ (1,35 млн т.у.т.) . По своему предназначению полигон для захоронения ТБО – это природоохранное сооружение, как правило, размещаемое за пределами города или населенного пункта, обеспечивающее защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующее распространению болезнетворных микроорганизмов. Технология складирования ТБО на полигонах предусматривает защиту грунтовых вод с помощью водоупорных экранов, атмосферы, почвы, прилегающих территорий с помощью ежесуточной наружной изоляции. Обычно полигон устраивают там, где основанием могут служить глины и тяжелые суглинки. Если это невозможно, устраивают специальное водопроницаемое основание. Площадь земельного участка выбирается с условием его эксплуатации в течение 15-20 лет.

Полигоны ТБО всегда привлекали внимание специалистов из-за опасности для окружающей среды происходящих в них процессов. Основной проблемой полигонов является загрязнение атмосферного воздуха выбросами биогаза, а также поверхностных и грунтовых вод токсичным фильтратом.

Полигоны и свалки представляют собой техногенные геологические тела, аномально обогащенные органическими компонентами. В свалочных отложениях спонтанно формируется анаэробное микробное сообщество, которое разлагает органическое вещество с выделением биогаза. При разложении одной тонны ТБО может образоваться 150-200 м³ биогаза. Газогенерирующая способность ТБО изменяется в пределах 0,01-1 л/(кг·сут) и зависит от состава, плотности, температуры, влажности, продолжительности захоронения отходов, метеорологических условий и др.. В состав биогаза входит метан – CH₄ (40 -60 %), углекислый газ – CO₂ (30-45 %), сероводород, аммиак (несколько процентов), остальные примеси (более ста компонентов): ароматические и галогенные углеводородные соединения и др. По разнообразию состава свалочный газ не имеет природных аналогов. Активное

газообразование начинается, когда сформировался сбалансированный метаногенез и, в среднем, продолжается в течение 20-30 лет, постепенно затухая. Через несколько десятилетий полигон превращается в биологически малоактивное образование, существующее неопределенно долгое время. Скорость разложения отдельных веществ тесно связана с их химической природой. Быстрее всех утилизируются легко растворимые простые соединения, доля которых в составе бытовых отходов сравнительно небольшая. Разложение высокомолекулярных соединений (целлюлоза и др.) продолжается многие десятилетия. Около трети отходов вообще не минерализуются до простых соединений, а подвергаются гумификации. Такие отходы, как пластмасса, резина, уголь разлагаются чрезвычайно медленно (сотни лет).

Ежегодная эмиссия метана (ценного энергетического компонента биогаза) с поверхности свалок земного шара оценивается в размере 30-70 млн. т. (около 7,4 % от общего потока метана в атмосферу). Это сопоставимо с мощностью основных биогенных источников метана. Сегодня остро стоит проблема стабилизации концентрации в атмосфере этого газа, одного из основных планетарных источников парникового эффекта. Поэтому утилизация биогаза бытовых отходов приобретает важнейшее значение для снижения антропогенной эмиссии метана. Кроме того, метан является причиной самовозгорания свалочных отложений, так как при его взаимодействии с воздухом создаются горючие и взрывоопасные смеси, что приводит к сильному загрязнению атмосферы токсичными веществами. Следует отметить, что свалочный метан может приносить пользу в качестве топлива. Поэтому важнейшим направлением в исследовании полигонов является использование выделяющегося биогаза в качестве энергетического сырья. В течение многих лет эмиссия биогаза с полигона может составлять от нескольких сотен л/с (малые полигоны) до нескольких м³/с (крупные полигоны). В зависимости от содержания метана низшая теплота сгорания

свалочного биогаза составляет 18-24 МДж/м³ (примерно половину теплотворной способности природного газа).

Утилизация биогаза на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО) требует инженерного обустройства полигона (изоляции дна и поверхности, создания газосборной системы и др.). При этом решается основная задача охраны окружающей среды – обеспечение чистоты атмосферного воздуха и предотвращение загрязнения грунтовых вод. Полигоны можно считать аналогами месторождений природного газа, причем не только по технологиям разработки, но и по запасам метана. Масштабы и стабильность образования, расположение на урбанизированных территориях и низкая стоимость добычи делают биогаз, получаемый на полигонах ТБО, одним из перспективных источников энергии для местных нужд.

Образующийся на свалках биогаз с начала 80-х г.г. интенсивно добывается во многих странах. В настоящее время общее количество используемого биогаза составляет примерно 1,2 млрд. м³/год, что эквивалентно 429 тыс. т метана, или 1 % его глобальной эмиссии. В 15 странах мира насчитывается около двух сотен коммерческих схем использования биогаза.

Хотя для энергетики развитых стран использование биогаза (ТБО) не имеет решающего значения, но пренебрегать этим источником не следует как по экологическим, так и экономическим соображениям, что подтверждается опытом ряда государств. В ЕС принята Директива «о полигонах и свалках», в которой установлено требование сбора и утилизации свалочного газа со всех свалок, где были захоронены биологически разлагающиеся отходы, для минимизации вредных воздействий на окружающую среду и здоровье человека.

На рис 12.1 представлены возможные направления энергетического использования свалочного биогаза



Рис. 12.1. Направления использования биогаза полигонов ТБО

В Германии в среднем на свалках из 1 т мусора вырабатывается около 100 м³ биогаза. При общем объеме выделения биогаза со свалок в размере 4 млрд. м³/год (что эквивалентно 2 млрд. м³ природного газа), его полезное потребление составляет около 400 млн. м³/год. Биогаз после его очистки используют для получения электрической и тепловой энергии, расходуемой для промышленных целей, и в системах отопления. Мощность установок для производства электроэнергии из биогаза составляет от десятка кВт до нескольких МВт, а производительность установок по биогазу колеблется от 10 до 1200 м³/ч.

Отметим, что биогаз может также использоваться в качестве топлива в энергетических установках с двигателями внутреннего сгорания (ДВС). Себестоимость полученной энергии на установках с ДВС примерно в 2-2,5 раза ниже тарифов на электроэнергию для населения.

Извлекаемый на мусорных свалках горючий газ содержит (40 - 60%) CH₄, 180 мг/м³ Cl и до 85 мг/м³ F. Для уменьшения коррозии цилиндропоршневой группы ДВС применяется специальное масло для смазки, сокращены интервалы между заменой масла и др. Обеспечивается эмиссия NO_x и CO на

В США общее число муниципальных свалок составляет более 23 тыс. При этом доля свалок объемом более 1 млн. т мусора составляет около 23% от общего количества, что существенно с точки зрения стоимости получения биогаза. Расчеты показывают, что для объемов более 1 млн. т. использование биогаза становится рентабельным

В настоящее время все чаще находят применение и другие способы использования биогаза – его промышленная подача в коммунальные сети газоснабжения. Например, подача 12500 м³/ч биогаза в сеть газоснабжения г. Нью-Йорка. Биогаз перед подачей в газовую сеть очищают, обогащают до газа с теплотой сгорания 37 мДж/м³ и сжимают до 21 бар.

Наряду с традиционными способами получения биогаза на полигонах ТБО все более активно применяется технология анаэробной ферментации бытового мусора в биореакторах. Этот процесс включает в себя разложение

органического материала бытовых отходов с помощью микроорганизмов при отсутствии воздуха с образованием метана, диоксида углерода, а также продуктов сбраживания. Системы сбраживания бытовых отходов можно классифицировать на три основных типа: с низким содержанием твердой фракции, с высоким содержанием твердой фракции, двухстадийные или многостадийные. Сбраживание в биореакторах характеризуется сравнительно малым временем протекания процесса и высокой удельной эмиссией биогаза (более 200 м³ на тонну сухого вещества). В настоящее время наибольшее распространение получили установки метанового сбраживания фирмы VALORGA. Особенностью способа VALORGA является возможность обработки масс с высоким содержанием твердой фазы (до 30 -35% сух. в-ва) с использованием метантенков различной конструкции, в которых поддерживается температура 30-35 °С. Перед подачей в метантенк бытовые отходы подвергаются очистке от металлов, стеклянных, деревянных и пластмассовых предметов, измельчаются и разбавляются бытовыми сточными водами. Образующийся биогаз (145-160 м³ на тонну сбраживаемых отходов) используется для получения тепла, а жидкая масса, остающаяся после сбраживания, используется в качестве удобрения [60-61].

Несмотря на определенные достижения в области промышленного использования анаэробного сбраживания в биореакторах, в ближайшем будущем эта технология не получит широкого распространения, так как является относительно дорогостоящей, требует емкостей большого объема, высокой степени сепарации в местах образования отходов, их трудоемкой предварительной обработки. Сбраженное вещество из-за загрязнения высокотоксичными соединениями (полихлорвиниловые бифенилы, тяжелые металлы и др.) часто не находит сбыта.

В России эксплуатируется более 1300 полигонов ТБО. Из них более 20 полигонов (очень крупные) имеют массу отходов, превышающую 2,5 млн. т, на 90 полигонах (крупные) масса отходов составляет 1-2,5 млн. т, на 400 (средние) – 0,5-1 млн. т. Остальные полигоны (малые) имеют массу отходов

менее 0,5 млн. т. В настоящее время в нашей стране промышленная добыча биогаза не ведется. Впервые систематические исследования свалочного биогаза начали проводиться на подмосковных полигонах «Кучино», «Митино», «Раменки» и др. в начале 80-х гг. прошлого века. В результате наблюдений было выявлено, что на исследуемых объектах масштабы газообразования значительно отличаются вследствие различного количества и состава захораниваемой органики, температурного режима в толще свалочного тела и др. Величины потоков газов в приземный воздух поверхности полигона крайне неравномерны по площади и значительно варьируют по величине. Полигоны, как правило, пространственно неоднородны по составу и мощности свалочных масс, на разных участках полигонов те или иные стадии процесса разложения отходов протекают неодинаково. Это обуславливает неравномерность распределения очагов генерации биогаза, его качественный состав, мозаичную картину миграции и выделения с поверхности полигона в атмосферу, интенсивности газовых потоков. На одной части полигона может преобладать аэробное окисление с выделением CO_2 , на другой наблюдаться денитрификация с образованием окислов азота; в некоторых зонах интенсивно выделяется H_2S и CH_4 , а также могут обнаруживаться мертвые зоны, где выделение газов пренебрежительно мало. Было установлено, что свалочный метан интенсивно образуется и в холодные периоды года, что крайне важно для России с ее суровыми природно-климатическими условиями. Натурные эксперименты показали, что выход метана из свалочных масс отходов колеблется от 0,00034 до 0,068 м³/кг сух. в-ва, в то время, как на основе расчетных данных эта величина должна составлять 0,13 м³/кг сух. в-ва.

Технико-экономические расчеты, выполненные на основе опытных данных и классификации полигонов, подтвердили эффективность добычи свалочного метана в России, где могут быть осуществлены сотни экономически выгодных проектов использования биогаза. В настоящее время в России реализовано всего лишь несколько проектов систем сбора биогаза на

полигонах ТКО, например, на полигоне «Новый Свет» (Ленинградская область).

Список литературы

1. Полигоны для твердых бытовых отходов. Проектирование, эксплуатация, рекультивация. М.: АО «ЦНС». 2017 – 16с.
2. Технологический регламент получения биогаза с полигонов Твердых бытовых отходов. М.: АКХ им К.Д. Памфилова, 1990 – 19с.
3. Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. М.: Гос. ком. Российской федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, 2003 – 28с.

13. Автономные источники энергоснабжения городских потребителей.

В настоящее время в условиях практически монопольного производства электрической и тепловой энергии генерирующими компаниями РФ и неуклонного роста цен на энергоносители в условиях конкурентной экономики со стороны малых и средних промышленных производителей возрос интерес к альтернативной энергетике (мини ТЭЦ) на базе различных когенерационных технологий. Единичная мощность мини ТЭЦ составляет от 0,5 до 20 мВт. Иметь собственные источники энергии сегодня выгодно, т.к. их экономичность, как правило, не ниже чем на электростанциях АО – энерго, а иногда и выше. Такие энергоисточники полностью исключают транспортные издержки, которые в составе общего тарифа на электроэнергию достигают 45 – 50%, а в составе общей платы на тепловую энергию иногда и выше ее стоимости в коллекторах ТЭЦ. Сооружение мини ТЭЦ обойдется в 3 – 5 раз дешевле, чем строительство крупных электростанций. Срок сооружения мини ТЭЦ в зданиях не превышает одного года, а при контейнерной поставке ее элементов и оборудования может быть сокращен до 1 – 2 месяцев. Такие мини ТЭЦ привлекательны для инвестиций, т.к. окупаются за 1 – 4 года. Создание собственных источников энергии, обслуживающих промышленное предприятие, группу зданий, небольшой населенный пункт объясняется целым рядом преимуществ мини ТЭЦ:

- значительным снижением потерь электрической и тепловой энергии за счет их приближения к потребителям;
- уменьшением в 2-3 раза затрат предприятия на электроэнергию и тепло и соответственно снижением себестоимости, выпускаемой промышленной продукции;
- существенным повышением надежности электроснабжения и независимости роста мощности предприятия от потенциала энергосистем.

Кроме того, в настоящее время электрический к.п.д. мини ТЭЦ достигает 40%, а тепловой 50%, т. е. их полный к.п.д. находится в пределах 80 – 90%, что даже выше, чем у крупных ТЭЦ.

Когенерационные (когенеративные) автономные источники энергии (тепловой и электрической энергии).

Мини ТЭЦ на базе ГТУ. Первичным двигателем является газовая турбина. Принцип ГТУ состоит в следующем. Воздух, нагнетаемый в камеру сгорания компрессором, смешивается с топливным газом, формируя топливную смесь, которая поджигается. Образующиеся продукты горения с высокой температурой (900 – 1200⁰С) проходят несколько рядов лопаток, установленных на валу газовой турбины, и приводят к вращению ротор ГТУ. Механическая энергия передается электрическому генератору, соединенному с турбиной. Теплота отработавших в турбине газов используется в теплоутилизаторе для повышения эффективности установки.

Мини – ТЭЦ на базе ГПУ. Первичным двигателем является поршневой двигатель – двигатель внутреннего сгорания (ДВС). В настоящее время используется два типа поршневых двигателей с искровым зажиганием (бензиновые) и с воспламенением от сжатия (дизельные).

При проектировании когенеративных установок главной задачей является производство электрической энергии, выработка теплоты при этом играет второстепенную роль. В летний период имеет место избыток теплоты, которую приходится отводить в окружающую среду с помощью градирен либо аппаратов воздушного охлаждения. Иногда избыточную теплоту, вырабатываемой когенерационной установкой, целесообразно направлять на производство холода в абсорбционной холодильной установке, использующегося для кондиционирования воздуха или иных нужд. Процесс одновременного получения электроэнергии, тепловой энергии и холода в энергетической установке называется тригенерацией.

Наиболее распространенным источником теплоснабжения в настоящее время являются водогрейные котельные небольшой мощности. По месту расположения относительного теплового потребителя они разделяются на встроенные, отдельно стоящие, крышные. Чаще всего используются в качестве топлива газ или дизельное топливо. Современные индивидуальные котельные установки поставляются, как правило, вместе с системами автоматики и имеют высокий к.п.д.

Автономные источники теплоснабжения, использующие электрическую энергию для выработки теплоты, такие как электрические котлы и электрические подогреватели

требуют меньших капитальных затрат и легко поддаются регулированию. Главный их недостаток состоит в том, что они потребляют дорогостоящую электрическую энергию.

Главным достоинством автономных систем теплоснабжения является возможность индивидуального регулирования тепловой нагрузки и отсутствие, дорогостоящих тепловых сетей, служащих одним из основных источников потерь теплоты и теплоносителя в централизованных системах.

Топливные элементы в системах энергоснабжения зданий. Принцип действия топливного элемента (ТЭ) был открыт в 1839г. Английский ученый Гроув обнаружил, что процесс электролиза - разложения воды посредством электрического тока на водород и кислород обратим, т. е. водород и кислород можно объединить в молекулу воды без горения, но с выделением тепла и электрического тока. Прибор, в котором удалось провести такую реакцию Гроув назвал «газовой батареей». Активное развитие технологий использования топливных элементов началось после второй мировой войны и связано с развитием аэрокосмической отрасли. В настоящее время развитие технологии ТЭ идет в нескольких направлениях. Создание стационарных электростанций на ТЭ для централизованного и децентрализованного энергоснабжения, энергетических установок транспортных средств, источников питания различных мобильных устройств и др.

Принцип действия ТЭ с протонопроводящей мембранной (РЕМ). ТЭ состоит из полимерной мембраны, помещенной между анодом (положительный электрод) и катодом (отрицательный электрод) вместе с анодным и катодным катализаторами. Полимерная мембрана используется в качестве электролита. На аноде происходит окислительный процесс на катоде восстановительный. Анод и катод РЕМ сделаны из пористого материала, представляющего смесь частичек углерода и платины. Платина выступает в роли катализатора способствующего протеканию реакции диссоциации.

Список литературы

1. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях: учебник для вузов/ О.Л. Данилов, А.Б. Горячев, И.В. Яковлев и др. Под ред. А.В.Клименко. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 424с.
2. Основы энергосбережения: учебное пособие/ Г.И. Ткаченко, Ю.Н. Черкашин. – 2-е изд. – Белгород: ООО «Эпицентр». 2014 – 128с.
3. Томаров Г.В., Рабенко В.С., Буданов В.А. Мини – ТЭЦ на основе когенерационных технологий// Вестник ИГЭУ, Вып. 2,2008 – С. 1–6.
4. Бродач М.М., Шилкин Н.В. Использование топливных элементов для энергоснабжения зданий. Часть 1 // АВОК № 2, 2004 - 8с.
5. Осетрова Н.В., Скундин А.М. Использование топливных элементов в жилищном строительстве // Электрохимическая энергетика, 2005, т.6, №1, С. 30-35.

14. Энергетические балансы зданий. Виды энергетических балансов.

Энергетический баланс представляет систему показателей статей баланса, характеризующих процесс снабжения потребителей энергией и ее использование и отражающий равенство подведенной, используемой и учтенной энергии. Статьи баланса отражающие виды энергии выражают в количественных единицах (т.у.т., Гкал., кВт*ч. и др.) Общие требования к составляющим баланса приведены в Гост27322-87 «Энергетический баланс промышленного предприятия».

Энергетические балансы могут составляться по суммарному потреблению всех видов энергоресурсов (топливо, электрическая энергия, тепловая энергия и т.д.). Такие балансы называются сводными. Они отражают равенство приходной и расходной части всех видов энергетических ресурсов. Балансы составляются по территориальному или производственно – отраслевому признаку. Частные энергетические балансы составляют по одному из видов энергоресурсов.

Энергетический баланс зданий включает в себя несколько составляющих: тепловой баланс, баланс потребления электроэнергии, балансы для отдельных зон здания, для здания в целом, энергетический баланс отдельных систем и т.д.

Энергетические потребности здания для отопления и охлаждения рассчитываются, исходя из потоков теплоты за счет теплопередачи через наружные ограждения, границу между зонами здания, теплопоступлений от внутренних источников и солнечной радиации, а также с учетом потребности в тепле и/или холоде на обработку приточного воздуха, подачу теплоносителей.

С экономической точки зрения энергосбережение не является самоцелью, а лишь средством снижения суммарных затрат на возведение и последующую эксплуатацию зданий. Поэтому всегда представляет интерес вопрос о выборе оптимального сочетания инженерных решений, обеспечивающих экономически обоснованное снижение энергопотребления. Для этого необходимо иметь данные об энергетическом балансе здания и его структуре.

Наглядную картину распределения затрат энергии на функционирование различных инженерных систем можно получить анализируя результаты расчетов энергопотребления здания. В качестве примера анализируем данные таблицы 14.1.

Таблица 14.1

Энергетический баланс группы общественных зданий*

№№	Составляющие затрат (в долях от общего потребления)			
	Трансмиссионные теплопотери	Подогрев воздуха	Подогрев воды для ГВС	Затраты электроэнергии
1.	0,285	0,548	0,073	0,094
2.	0,316	0,608	0,01	0,066
...				
4.**	0,166	0,303	0,429	0,102
5.	0,151	0,664	0,009	0,176

Средние значения, %	25,1	53,8	9,0	12,1
---------------------	------	------	-----	------

*Самарин О.Д. Энергетический баланс зданий и возможности энергосбережения/ Энергоэффективность: опыт, проблемы, решения. Вып.4. 2006-С.17-19.

**-оздоровительный центр санитарного типа.

В среднем трансмиссионные потери составляют -25% от суммарных энергозатрат на функционирование здания. Поэтому вряд ли оправдано повышение теплозащиты ограждения. Увеличение сопротивления теплопередачи в 2 раза приведет к сокращению энергопотребления

$$(1/4) * (1/2) = 1/8 - 12,5\%$$

Это сравнительно небольшая величина по отношению к существенным дополнительным капиталовложениям.

Гораздо большее значение в энергетическом балансе составляют тепла на подогрев воздуха в системе механической вентиляции, Наименее затратным мероприятием является применение утилизации тепла вытяжного воздуха для первичного подогрева приточного (например, рекуператором).

При коэффициенте эффективности до 50% это дает снижение затрат

$$(1/2) * (1/2) = 1/4 \text{ или на } 25\% \text{ от первоначального уровня.}$$

Также целесообразно снижение неорганизованного инфильтрационного воздухообмена путем использования энергоэффективных герметичных окон современной конструкции. Например, замена двойного остекления на тройное.

Затраты в общественных зданиях на подогрев воды невелики-9% (в жилых зданиях до 35%). Для энергосбережения необходима установка индивидуальных теплосчетчиков, кранов с регулируемым напором, также использование тепловых насосов в системах вентиляции, отвода канализационных стоков. За счет использования перечисленных инженерных решений можно снизить теплотраты на горячее водоснабжение ГВС. Примерно на $\frac{3}{4}$ от первоначального уровня или в жилых зданиях

$$(3/4) * 35 = 26\% \text{ от общего энергопотребления здания.}$$

Существенный резерв имеется в системе электроснабжения здания-12,1% в общем энергопотреблении здания.

Список литературы.

1. Гост Р 55656-2013 Энергетические характеристики зданий. Расчет использования энергии для отопления помещений. М.: Стандартинформ. 2014 - 28с.

15. Энергетический паспорт здания.

Для того, чтобы на объекте (здание, сооружение) на предприятии развивать систему эффективного энергопотребления, необходимо создать соответствующую систему контроля эффективного потребления энергоресурсов. В основу такой системы контроля должен быть положен документ регистрирующий энергопотребление объекта.

В России накоплен большой опыт по подготовке таких документов, разработаны и ведутся паспорта особенно в сфере жилищно-коммунального хозяйства. Федеральным законом №261» Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о.....» предусмотрено составление энергетических паспортов зданий, строений и сооружений на основе проектной документации или по результатам энергетического обследования (статья15. Энергетическое обследование).

Согласно нормативно-правовым актам принятыми федеральными и региональными органами исполнительной власти потребители топливно-энергетических ресурсов обязаны иметь энергетический паспорт установленного образца. Требования к оформлению энергетического паспорта и состав информации регламентируются приказом Минэнерго РФ №400 « Об утверждении требований к проведению энергетических обследований...» от 15 января 2014г. Специфические особенности потребителей топливно- энергетических ресурсов (ТЭР) в той или иной отрасли экономики вызывают необходимость разработки и утверждения адаптированных к этим потребителям ТЭР.

Очевидно, что содержание энергетического паспорта машиностроительного завода будет отличаться от энергетического паспорта предприятия Газпрома или энергетического паспорта здания (жилого, офисного). В приказе №400 устанавливаются требования к проведению энергетических обследования с целью получения данных об объеме использованных энергетических ресурсов, определения потенциала энергосбережения и разработке перечня мероприятий повышения энергоэффективности объекта обследования, в качестве которых выступают организации производящие продукцию (Приложение 2-10) и получающие энергию от стороннего источника или собственного производства в виде электрической и тепловой энергии, твердого или жидкого топлива, природного и др. газов, а также моторного или альтернативных (местных) топлив , с использованием вторичных энергетических ресурсов и возобновляемых источников энергии.

Энергетическое обследование включает сбор информации об объекте, его визуальный осмотр, инструментальные измерения, обработку и анализ полученных сведений. По результатам измерений составляется отчет, а также заполняется энергетический паспорт. Установлены требования к разработке и составлению паспорта. Приведен новый рекомендательный образец энергетического паспорта отдельного здания, составленного на основе проектной документации.

Национальное объединение проектировщиков (НОП) в декабре 2014г. выпустило стандарт « Требования к содержанию и расчету показателей энергетического паспорта проекта жилого и общественного здания», СТО НОП 2.1-2014, разработанный НП АВОК, который дополняет этот приказ применительно к отдельным зданиям.

В стандарте СТО не только приводится состав энергетического паспорта, но и методика расчета всех составляющих теплового баланса. По этим методикам определены удельные базовые значения расходов тепловой энергии на отопление и вентиляцию за нормативный отопительный период для всех регионов России, которые были включены в проект приказ Минстроя России «Правила определения энергетической эффективности...» от25.10.2014г.

В этом стандарте сведен тепловой баланс между теплопотерями в здании. По величине отклонения расчетного удельного расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию за отопительный период от базового значения устанавливается класс

энергетической эффективности запроектированного здания, а по величине отклонения удельного годового расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию и горячее водоснабжение от базового значения устанавливается класс энергетической эффективности эксплуатируемого здания.

В стандарте СТО НОП 2.1-2014 приводится также методика расчета удельного годового расхода тепловой энергии на горячее водоснабжение.

С учетом европейских стандартов в СТО НОП 2.1-2014 приведена таблица классов энергетической эффективности. В ней увеличено количество и диапазон классов ниже нормативного. Обозначение класса энергетической эффективности осуществляются латинскими буквами от А до G.

Список литературы.

Ливчак В.И. Об энергетическом паспорте здания// Энергосовет №1(38). 2015-С.35-43.

16. Энергоемкость жизненного цикла зданий. Требования энергоэффективности на различных стадиях жизненного цикла.

В капитальном строительстве процесс создания здания рассматривается по этапам жизненного цикла. Жизненный цикл здания (ЖЦЗ) – период, в течении которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), модернизация, реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

Периоды жизненного цикла здания.

1. Период проектирования, в том числе :

1.1) период по технико – экономическому обоснованию возведения здания;

1.2) по конструированию и проектированию.

2. Период конструирования, в том числе:

2.1) по возведению с разработкой технологии, организации и технологических регламентов производства работ;

2.2) по предэксплуатационному освоению.

3. Период эксплуатации здания, позволяющий обеспечить окупаемость средств, вложенных в их создание и освоение в том числе:

3.1) период поддержания конструктивных элементов и инженерных систем зданий в нормальном техническом состоянии путем проведения планово т- предупредительных и капитальных ремонтов;

3.2) период физического и функционального износа (устаревания), требующий проведения модернизации и реконструкции здания. Если данные мероприятия целесообразны, то этот период предшествует началу нового жизненного цикла здания.

4. Период окончания жизненного цикла здания, наступающий в случае, если модернизация или реконструкция зданий, восстанавливающие физико–механические и эксплуатационные характеристики зданий до нормального рабочего уровня, нецелесообразны. При этом осуществляется ликвидация (снос) здания. Здесь возможна утилизация и повторное использование материалов, конструкций и оборудования.

Основная доля энергозатрат до 90% приходится на эксплуатацию здания. В процессе производства строительных материалов, конструкций потребляется порядка 8%, в процессе строительства около 2% от общих энергозатрат.

С позиций энергосбережения в жилищном строительстве ведущая роль принадлежит этапам проектирования и возведения зданий. Роль проектирования в решении задач энергосбережения в жилищном строительстве заключается в разработке архитектурно – строительной идеи, выборе альтернативных вариантов проекта в соответствии с требованиями строительных норм. В процессе проектирования формируются основные проектные технико–экономические показатели жилого здания, сметная стоимость, продолжительность строительства, характеристики строительных материалов и конструкций, организационно-технологические методы выполнения строительных работ.

В процессе проектирования задается проектная энергоемкость, как возведения здания так и его эксплуатации. В энергоемкости продукции жилищного строительства учитываются прямые и косвенные энергетические затраты. В прямые входит общепроизводственное энергопотребление; косвенные опосредованы в применяемых материалах, сырье, металле и находят отражение в себестоимости конечной продукции.

На этапе эксплуатации проходит проверку практикой все заложенные в проекте технические решения. На этом этапе нормативная и фактическая энергоемкость здания могут не совпадать. Кроме того, она изменяется течением времени.

Повышение энергоэффективности зданий, основанное на энергоресурсосбережении и внедрении новых энергосберегающих технологий возможно только на системном подходе к изучению жизненного цикла .

Суммарные энергозатраты потребляемые зданиями в течение их жизненного цикла можно определить как показатель полной энергоемкости жизненного цикла. В качестве примера рассмотрим распределение затрат энергоресурсов жилого здания в течении жизненного цикла. Здание кирпичное, десятиэтажное. Общая площадь здания -5998м², площадь квартир – 4198м². Строительный объем здания -25819м³. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания – 57,8 кДж/(м² °С*сут). Ниже представлено распределение затрат энергоресурсов здания в течении жизненного цикла:

- электроснабжение - 30%;
- отопление здания – 48%;
- другое - 22% , в том числе:
- строительные материалы – 12%;
- производство строительно - монтажных работ -2%:

- строительные материалы для ремонта – 2%;
- производство ремонтных работ – 2%;
- утилизация строительных материалов, демонтаж – 4%.

Ориентировочно затраты энергоэффективного жилого дома по этапам жизненного цикла составляют:

- проектирование – 6%;
- строительство – 15%;
- эксплуатация – 75%;
- утилизация – 4%.

Список литературы.

1. Методика расчета жизненного цикла жилого здания с учетом стоимости совокупных затрат. НОП. Изд. официальное М.: 2014. -72с.
2. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения – Иваново: ПресСто, 2016 – 276 с.
2. Опарина Л. А. Результаты расчета энергоемкости жизненного цикла зданий// Жилищное строительство №11, 2013. _ С.50 – 52.

17. Основные принципы проектирования энергоэффективных зданий.

Одним из важнейших направлений в мировой строительной индустрии является проектирование энергоэффективных зданий. К настоящему времени такие здания в большом количестве построены во многих странах мира. Вместе с тем не созданы научные основы проектирования и строительства энергоэффективных зданий, а сами эти работы осуществляются методом проб и ошибок.

В нормативно – правовой документации энергетическая эффективность определяется как свойство объекта и его систем обеспечивающее заданный уровень расхода тепловой энергии для поддержания оптимальных параметров микроклимата. В научной литературе встречается определение понятия «энергоэффективное здание» - как здание с пониженными показателями энергопотребления по сравнению с нормативными значениями.

До недавнего времени энергоэффективным считалось здание, в котором при проектировании, строительстве и эксплуатации осуществлено максимальное количество мероприятий, направленных на экономию топливно - энергетических ресурсов. Основными путями экономии являются повышение тепловой эффективности строительных конструкций, архитектурно-планировочных решений, инженерных систем, использование нетрадиционных видов энергии.

Часто энергоэффективное здание представляется как несколько независимых инновационных энергосберегающих решений. При этом эти решения могут взаимно снижать их первоначальную эффективность и в некоторых случаях даже приводить к отрицательному эффекту.

Научные основы проектирования энергоэффективных зданий разрабатываются в России учеными МГСУ(Ю.М. Табунщиков) и др. ведущих Вузов, НИИ, проектных институтов. Здания и окружающая среда рассматриваются как единая энергетическая система. В соответствии с принципами системного анализа проектирование энергоэффективного здания понимается как оптимизация взаимосвязанных подсистем, описываемых математическими моделями.

Задача проектирования энергоэффективного здания относится к задачам системного анализа, поиск решения который связан с выбором альтернативы и требует анализа большого количества информации различной физической природы.

Необходимо определить показатели архитектурных и инженерных решений здания, обеспечивающих минимизацию расхода энергии на создание микроклимата в помещении здания

$$Q_{\min}=F(a_i) \quad , \quad (17.1)$$

где Q_{\min} - минимальный расход энергии на создание микроклимата в помещении здания;

a_i - показатели архитектурных и инженерных решений, обеспечивающих минимизацию расхода энергии.

При реальном проектировании энергоэффективное здание в большинстве случаев не будет реализовано из – за ограничений, вытекающих из конкретной строительной ситуации и других факторов, которые не были учтены. Поэтому вводится показатель, характеризующий степень реализованного решения от оптимального. Например, показатель теплоэнергетической эффективности проектного решения

$$h= Q_{\text{эф}} / Q_{\text{пр}} \quad , \quad (17.2)$$

где $Q_{\text{эф}}$ - расход энергии на создание микроклимата в помещениях энергоэффективного здания ;

$Q_{\text{пр}}$ - расход энергии на создание микроклимата в помещениях здания, принятого к проектированию.

Математическая модель теплового режима энергоэффективного здания как единой теплоэнергетической системы может быть представлено в виде трех взаимосвязанных моделей:

- теплоэнергетического воздействия наружного климата на здание;

- теплоэнергетического баланса помещений зданий;

- теплоаккумуляционных характеристик оболочек зданий.

С учетом разделения математической модели теплового режима здания на три подмодели, можно записать

$$h = h_1 \cdot h_2 \cdot h_3, \quad (17.3)$$

где h_1 – показатель теплоэнергетической эффективности оптимального учета воздействия наружного климата на здания;

h_2 – показатель теплоэнергетической эффективности оптимального выбора систем обеспечения микроклимата;

h_3 – показатель теплоэнергетической эффективности оптимального выбора тепло и солнце защитных характеристик наружных ограждающих конструкций.

Теплоэнергетическое воздействие наружного климата на тепловой баланс здания может быть оптимизировано за счет выбора формы здания, расположения и площадей заполнения световых проемов, регулирования фильтрационных потоков.

Методология проектирования систем отопления, вентиляции, кондиционирования основана на расчетах тепловых воздушных балансов для характерных периодов года. Например, для России этими периодами года являются: наиболее холодная пятидневка, отопительный период, самый жаркий месяц, период охлаждения, расчетный год.

Оптимизация теплозащиты наружных ограждающих конструкций здания – это метод вычисления толщины теплоизоляции конструкции по минимуму приведенных затрат. Приведенные затраты в общем случае включают в себя два показателя: затраты на производство конструкции (единовременные затраты) и затраты на их использование (эксплуатационные затраты).

При проектировании стремятся удовлетворить главные требования, практика показывает, что их не более двух – в первую очередь теплозащита и теплоустойчивость.

Задача проектирования и расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования заключается в определении двух взаимосвязанных показателей: количества энергии и способа ее распределения, т.е. необходимо найти такое управление расходом энергии $Q(t)$ на обогрев помещения удовлетворяющего уравнению теплового баланса помещения и соответственно начальным и конечным условиям, для которого расход энергии $I=Q(t)$ имеют наименьшее значение.

Если иметь ввиду, что реальное помещение есть совокупность теплоемких ограждающих конструкций и теплоемкого внутреннего оборудования (мебели и др.), то процесс нагрева предполагает повышение температуры всей совокупности элементов помещения, т.е. ограждающих конструкций и оборудования.

Список литературы.

1. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности здания/ Ю.М. Табунщиков, М.М. Бродяч. – М.: АВОК ПРЕСС, 2015. 194с.

2. Табунщиков Ю.М. Математическое моделирование – универсальный инструмент управления теплоэнергопотреблением здания./ АВОК, №6 ,2018. – С. 26 -30.

18. Современные энергоэффективные строительные и теплоизоляционные материалы.

При проектировании зданий одним из критериев оценки проектных решений по выбору строительного материала должны служить совокупные удельные затраты на строительство здания, его эксплуатацию за весь расчетный срок службы этого здания и дальнейшую утилизацию.

При этом необходимо учитывать, что экономия от выбора наиболее теплосберегающего строительного материала в итоге за жизненный цикл здания при коротком сроке службы будет меньше чем при выборе менее теплосберегающего, но при этом менее энергоемкого в производстве и более экологичного и с большим сроком службы в течении жизненного цикла.

Начиная с 60г.г. прошлого века наша страна перешла на индустриальное массовое строительство панельных домов с коротким сроком службы (не более 30 – 50 лет эксплуатации). В Москве ежегодно производилось 70 – 80% панельных домов. В Европе в доме построенном в средние века проживало много поколений жильцов. В нашей стране человек родившийся в панельном доме, на старости лет должен покупать новую квартиру. Решение проблемы – надо строить дома с длительным сроком службы.

Вопрос о взаимосвязи расхода энергии идущей на строительство оболочки здания и потерями тепла является сложным и дискуссионным. С увеличением уровня теплозащиты ограждения уменьшается расход энергии. В тоже время увеличивается энергоемкость конструкции, т.е. увеличивается расход энергии на ее создание и монтаж.

В настоящее время не существует единого информационного ресурса, содержащего необходимые данные об энергозатратах на производство, эксплуатацию и утилизацию строительных материалов.

Для удобства поиска необходимой информации строительные материалы могут быть разделены на две группы:

- конструкционные материалы (металлы, бетоны, керамика, дерево);
- теплоизоляционные (пенополистирол, минеральная вата и т.д.).

Рассмотрим 2 – ю группу.

При строительстве застройщик выбирает теплоизоляционные материалы руководствуясь многими параметрами, но в последние годы особое внимание уделяется энергоэффективности и экологичности.

Энергоэффективность теплоизоляционного материала (ТМ) – способность существенно снизить потери тепла изолируемого помещения, для этого материал должен иметь:

- низкую теплопроводность – $0,06 \text{ Вт/м}^0\text{С}$ и менее;
- способность аккумулировать тепло;
- иметь низкие энергозатраты на производство.

Экологичность (ТМ) – способность причинять наименьший вред окружающей среде и здоровью человека, отсутствия вредных выделений.

Большинство имеющихся на рынке ТМ можно разделить на следующие группы:

1. Минераловатные и стекловатные плиты и маты.
2. Пенопласты: пенополистирол, пенополиуретан, пеноизол и д.р.

3. Вата и плиты из растительных, древесных волокон и волокон животного происхождения.

4. Вспученные природные материалы – пеностекло, перлит, вермикулит, пенокерамика.

Материалы из первой группы получены путем расплава каменного или стеклянного сырья и далее из этих волокон формируют плиты или маты различной плотности, при этом в процессе производства расходуется большое количество энергии. В качестве связующего для плит используют порядка 5% синтетических фенолформальдегидных и др полимеров.

Данные ТМ относятся в основном к группе негорючих материалов. Хотя при высокой температуре синтетическое связующее выгорает и плита рассыпается на отдельные волокна. Если при эксплуатации конструкций водяные пары попадают в данный утеплитель, то проходя через стену конденсируются в воздушных порах, что приводит к резкому повышению теплопроводности материала. Отсюда обязательным условием применения минераловатных и стекловатных плит является устройство сплошной пароизоляции с внутренней поверхности дома и устройство приточно – вытяжной вентиляции.

Материалы второй группы получают путем вспучивания различных полимеров. Свойства зависят от рода полимеров (полистирол, полиуретан и др.), плотности и способа формирования (экструзия или беспрессовый метод). Экструзионные пенопласты имеют в основном замкнутую пористость и как следствие низкую теплопроводность и водопоглощение. Пенопласты неэкструзионные имеют высокое водопоглощение. Данные материалы, как правило, хорошо горят, при горении выделяют отравляющие вещества (синильную кислоту и др.). В течение срока службы материалы разлагаясь выделяют стирол, формальдегид и др. токсичные вещества. Срок службы этих материалов незначителен 10 – 15 лет. Теплопроводность с годами существенно увеличивается.

Третья группа ТМ наиболее обширна – сюда входят материалы из распушенных растительных и древесных волокон; древесноволокнистые плиты, целлюлозная вата, маты из льняного, конопляного, хлопкового волокна, овечьей шерсти и т.д. Данные органические материалы способны своими капиллярными волокнами впитывать излишки влаги и проводить ее через стены к наружной поверхности, теплопроводность при увлажнении до 20 – 23% практически не меняется. При использовании таких ТМ сплошной пароизоляции не требуется.

ТМ четвертой группы получают путем вспучивания природных минеральных веществ: вулканических стекл, перлитов, глины и др. Материалы не горючи, не гниющие. Они не выделяют вредных веществ при эксплуатации, но на их производство расходуется большое количество энергии. В таблице 18.1. приведены энерго-экономические показатели теплоизоляционных материалов.

Таблица 18.1

Характеристики теплоизоляционных материалов

№№	Наименование	Плотность, кг/м ³	Коэффициент теплопередачи, Вт/м*К	Цена, евро/м ³	Затраты энергии на производство, кВт*ч/м ³
1.	Древесноволокнистые плиты	150-230	0,039	н.д.	800 - 1400

2.	Маты из льняного волокна	30	0,037	150-200	13 -50
3.	Пеностекло	100-150	0,05	н.д.	1600
4.	Перлит	100-150	0,05	200-400	230
5.	Хлопковая вата	25-30	0,04	200	55
6.	Минеральная (каменная вата)	20-80	0,038	50-100	150-180
7.	Пенополистирол (беспрессованный)	15-30	0,035	150	450
8.	Пенополистирол (экструзионный)	25-100	0,035	188	850

Срок службы ТМ

- минеральная вата от 20 до 50 лет;
- пенополистирол внутри стены от 15 до 50 лет;
- панели из тяжелого бетона с утеплителем внутри 50 лет;
- однородные стены из пустотелого керамического кирпича от 100 – 150 лет.

Инновационные материалы.

Способ использования материалов, являющихся источником энергии, продемонстрирован в Германии. Водоросли в специально сконструированных панелях второго фасада развиваются до момента их сбора, при котором их изымают и помещают в устройство, где они в процессе ферментации вырабатывают биогаз. Кроме того фасад собирает энергию поглощает свет. Эта энергия направляется на нагревание воды.

Теплоизоляция из морских водорослей – посидонии. Листья этого морского растения выбрасываются морем на берег в Средиземном море. В Черном море морская трава – камка (взморник). Плотность $65\text{--}75\text{кг/м}^3$, коэффициент теплопроводности $0,038\text{ Вт/м}^*\text{К}$, невысокое содержание солей ($0,5 - 2\%$), небольшая гигроскопичность. Показатели энергозатрат – $37\text{--}50\text{ кВт}^*\text{ч/м}^3$.

Вакуумная теплоизоляция.

В настоящее время все большее распространение получили вакуумные изоляционные панели с порошковым наполнителем из пирогенного диоксида кремния. Структурно эти материалы построены по принципу термоса и включают в себя сердечник из мезо или микропористого диоксида кремния, который для сохранения формы и прочности помещается в оболочку из холста, выполненного из волокон. Пирогенный диоксид кремния спрессовывается, покрывается оболочкой. Затем из нее откачивается воздух и элементы свариваются. Наружной оболочкой являются пленки из металлизированного полимерного материала. Коэффициент теплопроводности вакуумных изоляционных материалов составляет $0,0022\text{ Вт/м}^*\text{К}$.

Борьба с передачей теплоты излучением.

В настоящее время все чаще используют вспененный полистирол с частицами графита, встроенного в тончайшие стенки ячейки. За счет отражения инфракрасного

излучения в пустотах материала с графитовыми частицами, что может обеспечить теплопроводность на 20% меньше чем обычный полистирольный пенопласт. При низкой теплопроводности можно на 50% уменьшить использование дорогостоящего сырья.

Список литературы.

1. Соколовский Л.В, Энергоэффективные строительные материалы, изделия и технологии (краткий учебный курс) <https://www.undp.org/content/dam/belarus/docs/EE-in-buildings>.

2. Жуков А. Д. Технология теплоизоляционных материалов. Часть 1.

Теплоизоляционные материалы. Производство теплоизоляционных материалов. Учебное пособие. М.: МГСУ, 2011 – 431с.

3. Гнездилова О. А., Хрюкин Ю. А. Современные энергосберегающие материалы и технологии в ограждающих конструкциях. Ч.1. Стены и фасады /О.А.Гнездилова, Ю.А.Хрюкин. – Иркутск: ИргУПС, 2017 - 81 с.

4. Ярцев В.П. , Мамонтов А.А., Мамонтов С.А. Эксплуатационные свойства и долговечность теплоизоляционных материалов (минеральной ваты и пенополистирола) // Кровельные изоляционные материалы №3, 2013 – С.8 – 11.

5. Баталин Ю.С. Евсеев Л.Д. Эксплуатационные свойства пенополистирола вызывают опасения// Строительные материалы №10, 2009 – С.55 - 58.

19. Классификация мер по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Мероприятия по энергосбережению можно условно разделить на четыре группы:

1. Организация учета и контроля за использованием энергоносителей.
2. Объемно-планировочные, конструктивно-строительные меры.
3. Технические меры энергосбережения, совершенствование систем и их элементов.
4. Энергосбережение путем установления природной теплоты и холода, использования вторичных энергоресурсов, уменьшения тепловых потерь.

Типовые меры энергосбережения в системах отопления и оценка энергосберегающих эффектов.

В таблице 20.1 приведены мероприятия по снижению потребления энергии в системах отопления.

Таблица 20.1

Энергосберегающие мероприятия в системах отопления

№№ ПП	Содержание мероприятия	Оценка потенциала энергосбережения
----------	------------------------	---------------------------------------

1	Наличие учета расхода тепловой энергии, Установка квартирных теплосчетчиков.	До 10-40% тепловой энергии при установке квартирных теплосчетчиков. До 10% ГВС в ЖКХ.
2	Наличие систем автономного регулирования температуры теплоносителя в зависимости от наружной температуры	Увеличение температуры воздуха в помещении сверх нормы увеличивает расход теплоты на 4-6%
3	Устранение капли в запорной арматуре	Утечки за год составляют 10-35м ³ /год
4	Перевод системы отопления на дежурный режим в нерабочее время, праздничные и выходные дни	Позволяет сэкономить 10-15% от теплопотребления здания
5	Снижение температуры в жилых домах в ночное время	Позволяет сэкономить 2-3% от теплопотребления здания
6	Наличие тройного остекления окон	Дает экономию 3-4%
7	Наличие тамбуров и их секционирование во входах в помещение и пружин на дверях	Дает экономию 3-4%
8	Правильный выбор окраски отопительных приборов	Окраска отопительного прибора цинковыми белилами увеличивает теплоотдачу на 15%. Окраска масляной краской снижает теплоотдачу на 8,5%. Укрытие отопительного прибора декоративными плитами, шторами снижает теплоотдачу на 10-12%.
9	Установка радиаторных термостатов	Дает экономию тепла на 6-7%
10	Наличие блочного индивидуального автоматизированного теплового пункта	Уменьшает теплопотребление на 37% в производственных и административных зданиях и на 12% в жилых зданиях
11	Наладка систем отопления и опломбирование	Экономический эффект составляет 15-35%, а срок окупаемости 1-2 года

	элеваторов и регуляторов и регуляторов в положение согласно наладочных карт	
12	Создание систем лучистого отопления	Применение лучистого(инфракрасного) отопления в производственных зданиях дает экономию до 25%
13	Установка воздушных систем отопления	Дает экономию тепла до 7%
14	Применение застекленных лоджий	Дает экономию тепла на 7-40%
15	Уплотнение щелей и неплотностей оконных и дверных проемов	Расход тепла после уплотнения щелей и неплотностей сокращается на 10-20%. 1 п.м. неуплотненного притвора равняется потере 50 кВт*ч за 228 суток
16	Установка окон с повышенными теплозащитными характеристиками. Наилучшее: -тройное остекление; -двухкамерный стеклопакет.	Экономия тепла на 35-45% по сравнению с обычным двойным остеклением
17	Установка в окнах теплового зеркала или комфрот экрана(низкоэмиссионная теплоотражающая светопрозрачная пленка, натянутая на профильную раму установленную между стеклами)	Использование теплового экрана позволяет уменьшить теплопотери через окна на 49-45%.
18	Дополнительная теплоизоляция наружных стен, перекрытий верхнего этажа и пола первого этажа. Потери общественных зданий через ограждения: -наружные стены-30-50%;	Реализация мероприятий обеспечит снижение общих тепловых потерь на 5-15%.

	-перекрытие верхнего этажа-15-40%; -пол первого этажа-3-10%.	
19	Восстановление теплоизоляции на трубопроводах систем отопления и ГВС	Позволяет снизить тепловые потери на 7-9% от общего потребления
20	Перевод системы отопления с теплоносителя «пар» на теплоноситель «горячая вода»	Экономия 20-30% тепла
21	Наличие инфильтрации воздуха в отапливаемых помещениях	Дополнительный расход 10-15 ккал на каждый 1 м ³ холодного воздуха
22	Внедрение пофасадного регулирования отпуска тепла с учетом метеофакторов (скорости ветра, солнечного излучения)	При учете совместного влияния скорости ветра и солнечного излучения при фасадном регулировании годовая экономия составляет 9-18%.
23	Изоляция неизолированных трубопроводов систем теплопотребления в подвалах и неотапливаемых помещениях.	Годовая экономия тепла при изоляции 1 п.м. голого трубопровода диаметром 25мм составляет 0,22 Гкал/п.м.

Типовые меры энергосбережения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха и оценки энергосберегающих эффектов

В таблице 20.2 приведены мероприятия по снижению потребления энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха .

Таблица 20.2

№№ пп	Содержание мероприятия	Оценка потенциала энергосбережения
1	Применение рециркуляции в системах вентиляции и	Экономия зависит от степени рециркуляции вытяжного воздуха

	кондиционирования воздуха	
2	Применение рециркуляции воздуха на вытяжных системах вентиляции и кондиционирования воздуха	Дает экономию 20-70%
3	Наличие автоматических регуляторов на приточных системах вентиляции	Дает до 10% экономии тепла и 25-30% электроэнергии.
4	Тепловая изоляция воздуховодов в местах прокладки с пониженной температурой воздуха	Возможная экономия тепла и холода при качественном выполнении теплоизоляции достигает 10-15%.
5	Применение частотно-регулируемого электропривода вентиляторов с целью регулирования расхода воздуха	Позволяет снизить расход электроэнергии в вытяжных системах на 6-26% и приточных системах на 3-12% от величины потребления вентилятором в расчетном режиме
6	Устранение подсосов и утечек воздуха через неплотности воздуховодов	Снижение затрат на перемещение воздуха вентилятором на 9-10% (электроэнергии)
7	Уменьшение аэродинамических потерь при движении воздуха в воздуховодах	Повышение холодильной нагрузки СКВ примерно на 10-16% на каждые 1000Па потерь на трение

Список литературы.

1. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов/ Под общ. Ред. О.Л. Данилова и П.А. Костюченко. М.:,2006-668 с.
2. Методические рекомендации по расчету эффектов от реализации мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. Аналитический центр при Правительстве Российской Федерации Национальный исследовательский университет Московский энергетический институт Москва – 2016.-57с.

20. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания (качества зданий).

Развитие принципов оценки зданий как среды обитания человека, отвечающей требованиям комфортности, энергоэффективности, экологичности и обеспечивающей защиту окружающей среды, привели к появлению нового понятия – зеленые здания и разработке «зеленых стандартов» с начала 90 – х годов прошлого века. К настоящему времени существует более 50 таких стандартов, применяющихся к зданиям в международной практике (проектирование, строительство, эксплуатация). Многообразие «зеленых стандартов» объясняется отличием нормативных подходов, национальных особенностей и приоритетов оценки качества проектных и строительных решений зданий по показателям энергоэффективности, ресурсосбережения, экологии, комфортности и стран – разработчиков.

Для продвижения методов проектирования, строительства и эксплуатации экологически чистых энергоэффективных зданий были созданы Советы по строительству «зеленых зданий», которые действуют в ряде стран в т.ч. и в России (с 2009г.). Эти Советы объединены в Международный Совет по строительству «зеленых зданий».

Главной идеей для строительства 21 века является положение о том, что природа не является пассивным фоном для нашей деятельности: в результате профессионального подхода может быть создана новая природная среда, обладающая более высокими комфортными показателями для градостроительства и являющихся в тоже время энергетическими источниками для климатизации здания.

Термин «здание как среда обитания человека» относится не только к строительному объекту, но и ко всему другому, а именно: наличие вблизи здания парковой зоны, спортивных детских площадок, мест для автомобильных стоянок, расстояние от остановок общественного транспорта и т. д.

Под устойчивостью среды обитания понимается совокупность качеств здания и прилегающей территории, характеризующих комфортность жизнедеятельности человека в гармонии с окружающей средой.

Для оценки зеленых зданий созданы национальные рейтинговые системы, среди наиболее совершенных из этих систем следует отметить LEED, BREEAM, немецкую DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen).

Рейтинговые системы позволяют присвоить проекту оценку, выражаемую суммой баллов по ряду приоритетных показателей, характеризующих проектные решения. Число оцениваемых направлений и их весовость определяется национальными приоритетами и системой нормирования.

Рассмотрим разделы, относящиеся к повышению энергоэффективности зданий:

1. Уменьшение потребности в использовании энергии путем применения архитектурных, инженерных и конструктивных энергосберегающих решений.
2. Использование возобновляемых источников энергии – технические решения интегрирования солнечных коллекторов, тепловых насосов, биотехнологий в систему энергоснабжения зданий.
3. Оптимальное использование энергии, предполагающее энергетическое сравнение различных технологий отопления, вентиляции, холодоснабжения основанные на результатах математического моделирования здания как единой энергетической системы.

В условиях обычного проектирования эти требования являются рекомендациями, а при желании получить сертификат по системе LEED, BREEAM, DGNB, СТО НОСТРОЙ 2.35.4 – 2011 или другой системе сертификации эти рекомендации становятся требованиями, по которым даются поощрительные баллы.

Наиболее известны системы:

LEED (США) руководство по энергетическому и экологическому проектированию. В своей первой редакции появилась в 1998г. С этого времени была несколько раз пересмотрена. LEED остается специализированной системой оценок вновь строящихся и уже построенных зданий.

К настоящему времени введено в действие 9 стандартов, охватывающих жилые и общественные здания (1. Новостройки,...,9. Здания исследовательских центров и лабораторий). Наибольший интерес представляет стандарт LEED – NC (новое строительство). Стандарт предусматривает оценку качества здания по 6 разделам, каждый из которых в свою очередь содержит критерии оценки (от 2 до 8).

Разделы имеют лимит оценочных баллов.

1. Генплан и ландшафт.
2. Энергоэффективность водопользования.
3. Энергосбережение и охрана атмосферы.
4. Материалы и ресурсы.
5. Качество среды обитания.
6. Инновации организация проектирования.

Система LEED в большой степени ориентирована на комфорт арендатора и эффективное использование земельного участка с целью извлечения прибыли. В LEED предусмотрены четыре уровня сертификации в зависимости от набранных строительным проектом «зеленых баллов».

- простой сертификат;
- серебряный сертификат;
- золотой сертификат;
- платиновый сертификат.

Наибольшую весомость имеют разделы «Энергосбережение и охрана атмосферы» - 17 баллов (25% максимальной оценки); «Качество среды обитания» - 15 баллов (22%...). Американская система является наиболее распространенной в мире.

BREEAM (Великобритания) - метод экономической экспертизы – родоначальник всех систем, был опубликован в 1990г. Британский стандарт считается наиболее строгой системой из всех существующих и самой академической. Стандарт используется для оценки как отдельных зданий, так и целых комплексов, он оценивает экологическую эффективность зданий, применим к новым и уже существующим зданиям, в его основе лежат нормативы использования земельных участков, энергии, воды и строительных материалов.

BREEAM один из самых известных и распространенных методов оценки экологической эффективности зданий. Здание получившее по LEED -платину по BREEAM – серебро.

DGNB (Германия) – сертификат устойчивого строительства. Добровольная система, построенная на 6 критериях:

- экологическое качество;
- экономическое качество;
- социально – культурные и функциональные качества;
- техническое качество;
- качество процесса;
- качество расположения.

Экономическое, экологическое, социально – культурные и функциональные качества имеют одинаковую значимость (22,5%, каждое).

В России разработана рейтинговая система оценки СТО 2.35.4 – 2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». При ее создании использовался опыт реализации систем LEED, BREEAM, DGNB, при этом была поставлена задача создать систему базирующуюся на действующей в стране нормативно – методической базе.

При разработке модели рейтинговой системы принимались следующие положения:

1. Возможность количественной оценки характеристик проектного решения с использованием существующей отечественной нормативно – методической базы;
2. К рейтинговой оценке допускаются проекты зданий, выполненные в полном соответствии с действующей нормативной базой и прошедшие государственную и негосударственную экспертизу в установленном порядке;
3. Общая система оценки включает три уровня рейтинга:
 - рейтинг проектных решений;
 - рейтинг строительства (соответствия построенного здания проектной документации);
 - рейтинг эксплуатационных качеств зданий.
4. Оценка проектов по критериям экологии и энергоэффективности проводится аккредитованными экспертами оценщиками.

Основными направлениями, на которые ориентирован национальный стандарт, являются:

- оценка качества здания как среды обитания человека;
- коммерческая, потребительская оценка проектов;
- региональное, муниципальное регулирование энергоемкости и охраны окружающей среды;

- повышение имиджа проектных организаций и в целом строительного комплекса.

В национальной рейтинговой системе используются наиболее весомые показатели оценки свойств зданий по сравнению с зарубежными аналогами. Приведенные в стандарте показатели структурированы в десяти разделах:

- Генеральный план и ландшафт.
- Архитектура и планировочные решения.
- Рациональное водопользование.
- Энергоэффективность.
- Комфорт и среда обитания.

- Отходы и опасные материалы.
- Нетрадиционные и альтернативные источники.
- Экономическая эффективность.
- Дополнительные критерии.

Государство является самой заинтересованной стороной в развитии строительства «зеленых зданий».

Выгоды от строительства «зеленых зданий» получают все участники строительного комплекса:

1. Девелоперы – возможность быстро сдать, продать здание (повышение стоимости аренды на 2 – 16%, стоимости при продаже 6 – 35%), повысить ставку капитализации, привлечь дополнительное финансирование. Обоснование качеств объекта является основой рекламной компании.
2. Инвесторы – снижение рисков морального устаревания актива, улучшение корпоративного имиджа.
3. Производители оборудования и материалов – рыночное преимущество для занятия лидирующих в реализации инновационных высокотехнологичных и энергоэффективных материалов и оборудования.
4. Архитекторы и проектировщики: поиск новых архитектурных форм и решений на основе использования современных высоких технологий.
5. Для жителей и арендаторов – возможность создать более комфортную среду для сотрудников и жителей сэкономить на эксплуатационных расходах на 25 – 30% за счет сокращения потребления энергии.

Список литературы.

1. СТО 2.35.4 – 2011 «Зеленое строительство. Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». СТО НОСТРОЙ 2.35.4 – 2011. М.: 2011 – 57с.
2. Гост Р54964 – 2012. Оценка соответствия. Экологические требования к объектам недвижимости. М.: Стандартинформ. 2013. – 32с.
3. Табунщиков Ю.А., Наумов А.Л., Миллер Ю.В. Критерии энергоэффективности в «зеленом строительстве»// Энергосбережение №1, 2012. – С.4 – 8.

21. Экономическая оценка реализации мероприятий по энергоресурсосбережению в жилищном хозяйстве.

Сравнение различных вариантов энергосберегающих мероприятий производится на основе расчетов и сопоставления следующих критериев экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия:

- срок окупаемости инвестиций;
- чистый доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий;
- индекс доходности, обеспечивающих указанный доход.

Перечисленные показатели могут рассчитываться в двух вариантах:

-при дисконтировании поступающих доходов за срок эксплуатации энергосберегающего мероприятия - если полученные в результате инвестиций в энергосберегающие мероприятия промежуточные доходы используются в качестве оборотных средств(первая схема);

-при наращивании(капитализации) указанных доходов - если полученные в результате инвестиций в энергосберегающие мероприятия промежуточные доходы используются в виде «портфельных» инвестиций(вторая схема);

В зависимости от схемы использования получаемых промежуточных результатов указанные критерии рассчитываются по разным формулам.

1. Срок окупаемости инвестиций.

1.1 Срок окупаемости инвестиций с учетом дисконтирования поступающих доходов за счет экономии энергоресурсов T_d , год (первая схема) определяется по формуле

$$T_d = -\ln[1 - r \cdot T_0] / \ln(1 + r), \quad (22.1)$$

где r – расчетная норма дисконта (0,1 - 0,12);

T_0 -без дисконтный срок окупаемости инвестиций, год; определяется по формуле (22.2).

1.2 Без дисконтный срок окупаемости инвестиций T_0 , определяется по формуле

$$T_0 = K / \Delta D, \quad (22.2)$$

где K - инвестиции в энергосберегающие мероприятия, руб;

ΔD - ежегодный расчетный промежуточный доход за счет экономии энергоресурсов в течение всего срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий, руб/год.

1.3 Срок окупаемости инвестиций при условии наращивания (капитализации) поступающих доходов(вторая схема) за счет экономии энергоресурсов T_0 , год, определяется по формуле

$$T_n = \ln[1 + rT_0] / \ln(1 + r) \quad (22.3)$$

2. **Чистый доход** за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий.

2.1 Чистый дисконтируемый доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий ЧДД, руб,(первая схема) определяется по формуле

$$\text{ЧДД} = \text{ДД}_{T_{cl}} - K, \quad (22.4)$$

где $\text{ДД}_{T_{cl}}$ -полный дисконтируемый доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий, руб; определяется по формуле(22.6).

2.2 Чистый доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий при наращивании (капитализации) поступающих доходов ЧНД, руб, (вторая схема) определяется по формуле

$$\text{ЧНД} = \text{НД}_{T_{cl}} - K, \quad (22.5)$$

где - $ДД_{Т_{сл}}$ полный доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий при наращивании (капитализации) поступающих доходов, руб.; определяется по формуле (22.7)

3. **Полный доход** за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий.

3.1 Полный дисконтированный доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий $ДД_{Т_{сл}}$, руб.(первая схема) определяется по формуле

$$ДД_{Т_{сл}} = \Delta D [1 - (1 + r)^{-T_{сл}}] / r, \quad (22.6)$$

где $T_{сл}$ -срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий, год; определяется по нормативным показателям.

3.2 Полный доход за счет экономии энергоресурсов за все время эксплуатации энергосберегающих мероприятий при наращивании(капитализации) поступающих доходов $НД_{Т_{сл}}$,-руб.,(вторая схема) определяется по формуле

$$НД_{Т_{сл}} = \Delta D [(1 + r)^{T_{сл}} - 1] / r, \quad (22.7)$$

4. **Индекс доходности**

4.1 Индекс доходности инвестиций при условии дисконтирования всех поступающих доходов $ИД_d$ в течение срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий (первая схема) определяется по формуле

$$ИД_d = ДД_{Т_{сл}} / K, \quad (22.8)$$

4.2 Индекс доходности инвестиций при условии наращивания(капитализации)всех поступающих доходов $ИД_d$ в течение срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий (вторая схема) определяется по формуле

$$ИД_n = НД_{Т_{сл}} / K, \quad (22.9)$$

5. **Определение экономически оптимальных параметров** выбранного варианта энергосберегающего мероприятия по принципу минимума приведенных затрат.

Этап выполняется для вариантов энергосберегающих мероприятий , параметры которых могут меняться непрерывно.

5.1 Приведенные затраты Z , руб/год, определяются по формуле

$$Z = KE_{\text{э}} + \text{Э}, \quad (22.10)$$

где Э - ежегодные эксплуатационные издержки (затраты),руб/год, учитывающие экономию энергоресурсов за счет инвестиций K ;

$E_{\text{э}}$ -коэффициент эффективности, 1/год, определяемый по формуле

$$E = r / [1 - \exp (-rT_{\text{ок}})] , \quad (22.11)$$

Где $T_{\text{ок}}$ -назначенный инвестором срок окупаемости инвестиций, год.

Пример.

Определение экономической эффективности

Устройство индивидуального теплового пункта (ИТП)

В здании устанавливается ИТП. Снижение энергопотребления(снижение затрат тепловой энергии в стоимостном выражении составляет 0,012 тыс.руб/(м²*год). Срок

эксплуатации составляет 20 лет. Стоимость оборудования с учетом монтажа составляет 417 тыс. руб., инвестиции в энергосберегающее оборудование, отнесенные к 1 м² площади- 0,058 тыс.руб/м². Ежегодный расчетный промежуточный доход за счет экономии энергоресурсов в течении всего срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий $\Delta D = 0,012 \text{ тыс. руб/м}^2 \cdot \text{год}$. Норма дисконта $r = 0,1$.

Порядок расчета

1. Определяем полный доход за счет экономии энергоресурсов за срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий

$$DD_{T_{cl}} = \frac{\Delta D [1 - (1 + r)^{-T_{cl}}]}{r} = 0,102 \text{ тыс. руб.}$$

1.2 Полный доход за счет экономии энергоресурсов за весь срок эксплуатации при наращивании (капитализации) поступающих доходов $ND_{T_{cl}}$ тыс. руб/м².

$$ND_{T_{cl}} = \frac{\Delta D [(1 + r)^{T_{cl}} - 1]}{r} = 0,687 \text{ тыс. руб.}$$

а. Чистый дисконтированный доход ЧДД, тыс. руб/м², определяется по формуле

$$ЧДД = DD_{T_{cl}} - K = 0,044 \text{ тыс. руб./м}^2$$

б. Чистый дисконтированный доход при наращивании (капитализации) всех поступающих доходов ЧНД, тыс. руб/м², определяется по формуле

$$ЧНД = ND_{T_{cl}} - K = 0,629 \text{ тыс. руб.}$$

3.1 Без дисконтный срок окупаемости инвестиций T_0 год, определяется по формуле

$$T_0 = K / \Delta D = 4,8 \text{ года}$$

3.2 Срок окупаемости инвестиций с учетом дисконтирования поступающих доходов за счет экономии энергоресурсов T_d , год

$$T_d = -\ln[1 - r \cdot T_0] / \ln(1 + r) = 6,9 \text{ лет}$$

3.3 Срок окупаемости инвестиций при наращивании (капитализации) поступающих доходов за счет экономии энергоресурсов

$$T_n = \frac{\ln[1 + rT_0]}{\ln(1 + r)} = 4,1 \text{ года}$$

4.1 Индекс доходности инвестиций при условии дисконтирования всех поступающих доходов ID_d в течении срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий

$$ID_d = \frac{DD_{T_{cl}}}{K} = 1,76$$

4.2 Индекс доходности инвестиций при условии наращивания (капитализации) всех поступающих доходов ID_H в течение срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий

$$ID_H = \frac{ND_{T_{cl}}}{K} = 11,85$$

Критерии экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия

Схема расчета	Срок окупаемости, год	Удельный чистый доход за счет экономии энергоресурсов, тыс.руб/м ²	Индекс доходности инвестиций
С учетом дисконтирования доходов	6,9	0,044	1,76
С учетом наращивания (капитализации) доходов	4,1	0,629	11,85

Список литературы.

1. Руководство по оценке эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия /А.Н.Дмитриев, И.Н. Колосов, И.Н. Ковалев, Ю.А. Табунщиков, Н.В. Шилкин. – М.: АВОК ПРЕСС, 2005. – 120с.
2. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов /Рук. авт. кол. В.В. Косов, В.И. Лившиц, А.Г. Шахназаров. 2 – е изд. – М.: Экономика, 2000. 421с.
3. Оценка экономической эффективности энергосбережения: теория и практика: справ.-метод. издание / под общ. ред. А. Г. Зубковой, Д.А. Фрей. М.: Интехэнергоиздат, Теплоэнергетик, 2015. 400 с.

Вопросы для экзаменационных билетов.

- 1.Основные направления современного энерго-ресурсосбережения в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве.
- 2.Законодательная база Российской Федерации по энергосбережению в городском хозяйстве.
3. Государственная энергосберегающая политика в РФ.
4. Роль международного сотрудничества в области энергосбережения.
5. Опыт энерго-ресурсосбережения в развитых странах.

6. Градостроительные аспекты энергосбережения.
7. Новые энерго-ресурсосберегающие технологии в системах водоснабжения и водоотведения.
8. Энергосбережение в строительном производстве.
9. Ресурсосбережение при рециклинге строительных отходов.
10. Ресурсосбережение при рециклинге твердых коммунальных отходов.
11. Использование энергетического потенциала твердых коммунальных отходов (ТКО).
12. Получение биогаза на полигонах ТКО.
13. Автономные источники энергоснабжения городских потребителей.
14. Энергетические балансы зданий. Виды энергетических балансов.
15. Энергетический паспорт здания.
16. Энергоемкость жизненного цикла зданий. Требования энергоэффективности на различных стадиях жизненного цикла.
17. Основные принципы проектирования энергоэффективных зданий.
18. Современные энергоэффективные строительные и теплоизоляционные материалы.
19. Классификация мер по энергосбережению в системах отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.
20. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания (качества зданий).
21. Экономическая оценка реализации мероприятий по энерго ресурсосбережению в жилищном хозяйстве.