

УДК 697.922

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ
ДЛЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ С ВЫСОТОЙ ЭТАЖА БОЛЕЕ ЧЕТЫРЁХ МЕТРОВ

С.И. Пивоварова, Н.А. Василевич, Д.А. Василевич, Е.В. Бобкова

Полоцкий государственный университет, Республика Беларусь

e-mail: s.i.pivovarova@psu.by

В статье предложены энергоэффективные схемы систем отопления для гражданских зданий с высотой этажа более 4 (четырёх) метров для улучшения микроклимата помещения. Запроектированы горизонтальные системы водяного отопления с нижней разводкой для культового здания, которые так же применимы для жилых индивидуальных зданий коттеджного типа с высотой этажа более четырёх метров.

Ключевые слова: микроклимат, культовое здание, отопительные приборы, рециркуляционные конвективные потоки, энергоэффективная система отопления, возобновляемый источник энергии.

ENERGY-SAVING WATER HEATING SYSTEMS USING RENEWABLE ENERGY SOURCES
FOR CIVIL BUILDINGS WITH HIGH FLOORS MORE THAN FOUR FOUR METERS

S. Pivavarava, M. Vasilevich, D. Vasilevich, E. Bobkova

Polotsk State University, Republic of Belarus

e-mail: s.i.pivovarova@psu.by

The article proposes energy-efficient heating systems for civil buildings with a floor height of more than 4 (four) meters to improve the indoor microclimate. Designed horizontal water heating systems with lower wiring for a cult building, which are also applicable to residential individual cottage-type buildings with a floor height of more than four meters.

Keywords: microclimate, cult building, heating devices, recirculating convective flows, energy-efficient heating system, renewable energy source.

Введение. В Республике Беларусь с утверждением норм на проектирование и строительство жилых зданий усадебного типа с применением возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1], при проектировании инженерных систем создания микроклимата в гражданских зданиях и индивидуальных жилых зданиях коттеджного начали шире использовать нормативные требования по энергосбережению [2, 3, 4]. Для гражданских зданий в Республике Беларусь рекомендуется создавать энергоэффективные системы отопления и вентиляции, где обосновывается использование схем «пассивных» солнечных систем и схемы гелиосистем с использованием различных коллекторов солнечной энергии [5, 6]. Перспективным и энергоэффективным направлением для Республики Беларусь определено приме-

нение солнечной энергии в гелиосистемах воздушного отопления с естественной циркуляцией с использованием «пассивных» устройств для фасадов южной ориентации, а также применение водяных насосных гелиосистем с плоскими гелиоколлекторами с искусственной циркуляцией теплоносителя для жилищного домостроения [6].

Необходимо отметить, что активное применение возобновляемых источников энергии в мире помогло Республике Беларусь участвовать в новом приоритетном проекте по созданию «зелёных» рабочих мест, а с 2015 по 2018 годы в нашей стране реализован проект «Содействие переходу Республики Беларусь к «зеленой» экономике».

Основная часть. Для проектирования энергоэффективных систем отопления, наряду со стальными водогазопроводными трубами, широко стали применяться полимерные и металлополимерные трубы, усовершенствовались способы ведения монтажных работ инженерных систем [7, 8, 9, 10].

В современных индивидуальных домах коттеджного типа, а также в культовых зданиях с высотой этажа более 4 м, были отмечены рядом исследователей процессы нарушения микроклимата по высоте помещений и негативное влияние конвективных ниспадающих воздушных потоков, которые содержат сажевые частицы и пыль [11, 12, 13, 14], которые ухудшают интерьер этих помещений. Особенно чёткие рекомендации даются в пункте 7.1.17 [1] по распределению тепловых нагрузок при проектировании энергоэффективной системы отопления, с целью поддержания микроклимата в помещении и сохранения теплотехнических свойств строительных конструкций. Эти требования технической нормативной литературы нами учтены при расчёте отопительного прибора из гладкой трубы и стояка проложенного на второй ярус помещения молебного зала. Для этого принята расчётная тепловая нагрузка на 20 % больше расчётных тепловых потерь верхней части культового здания с учётом тепловых потерь через купол и световые проёмы в нём.

С целью улучшения микроклимата культовых зданий с учётом названных выше технических нормативных требований, а так же для возможности использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) для инженерных систем отопления и вентиляции в гражданских зданиях, нами предложена конструктивно выполненная энергоэффективная горизонтальная схема системы отопления с отдельной веткой из гладких труб, для отопления верхней зоны выше 4 м (рис. 1-4). В системе отопления запроектирована горизонтальная ветвь с отопительными приборами размещёнными у наружных стен и под оконными проёмами нижнего яруса окон [15, 16], а верх и низ отопительных приборов первого и второго ярусов располагаются от уровня чистого пола на высоте по требованиям раздела 6 [10]. Приборы отопления оснащены терморегулирующими клапанами.

Также по заданию заказчика была рассчитана схема энергоэффективной системы напольного отопления с применением монтажного метода укладки «двойная проводка» [7,8,9] представленная на рисунке 5, разрез здания на рисунке 1, и особенности проектирования которой рассмотрены ранее [14, 18]. Для отопления купола верхней зоны выполнена горизонтальная система отопления с отопительным прибором из гладкой трубы, который установлен на высоте (+8,300 метра). Ветви в системе отопления распределяются от электрического котла, который расположен в помещении топочной за стеной алтаря [16]. Для работы котла с низкими параметрами теплоноситель вода подогревается с использованием электрической энергии, так же применяется вакуумный расширительный бак.

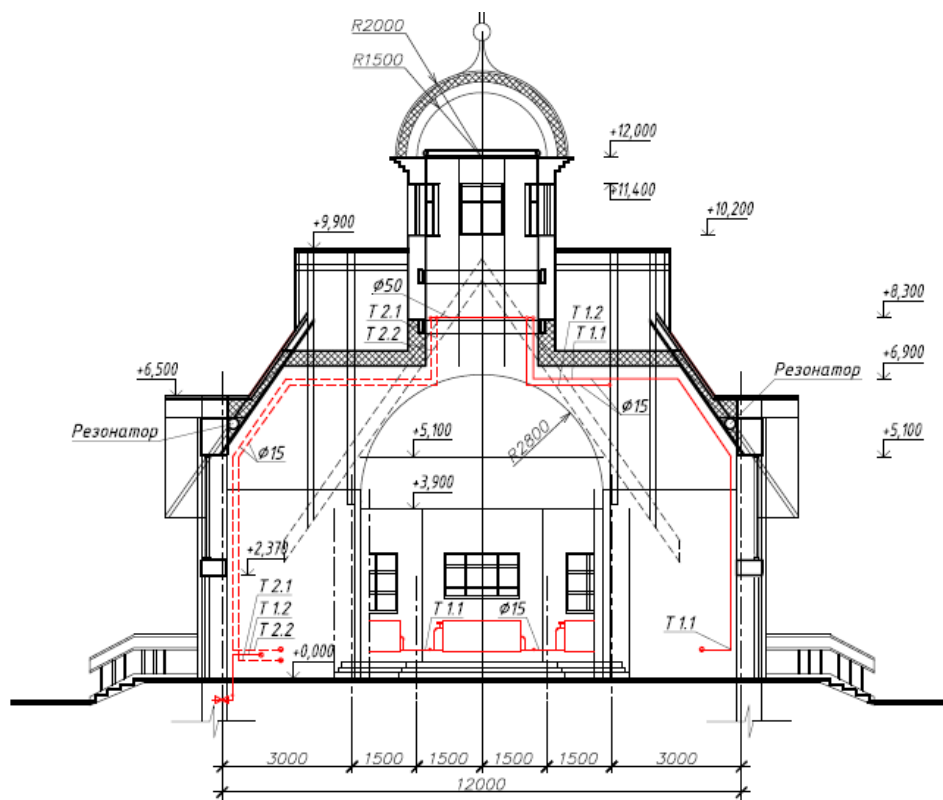


Рисунок 1. – Горизонтальная система отопления с веткой для купола с отопительными приборами из гладких труб на разрезе культового здания церкви

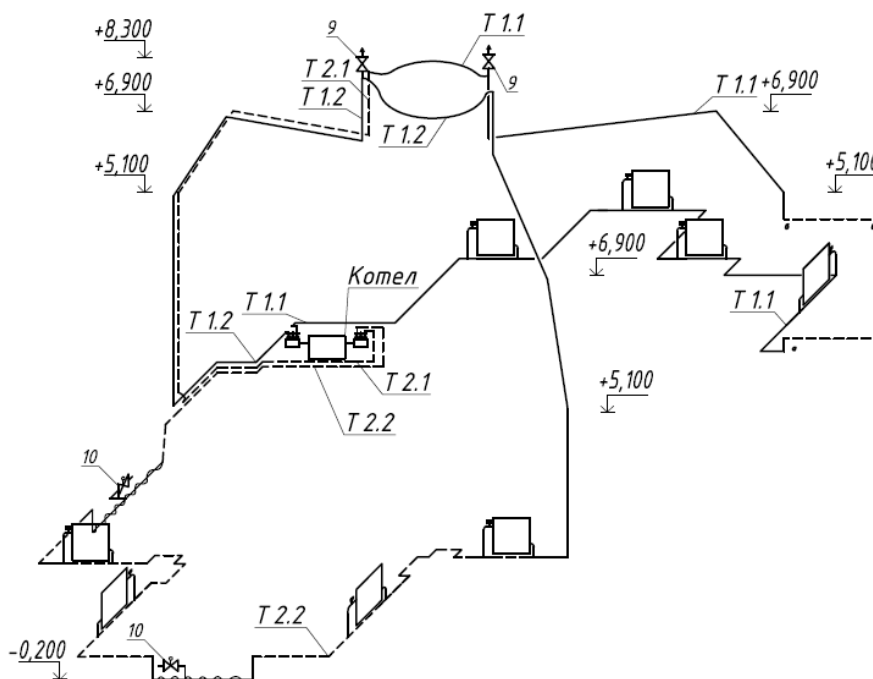
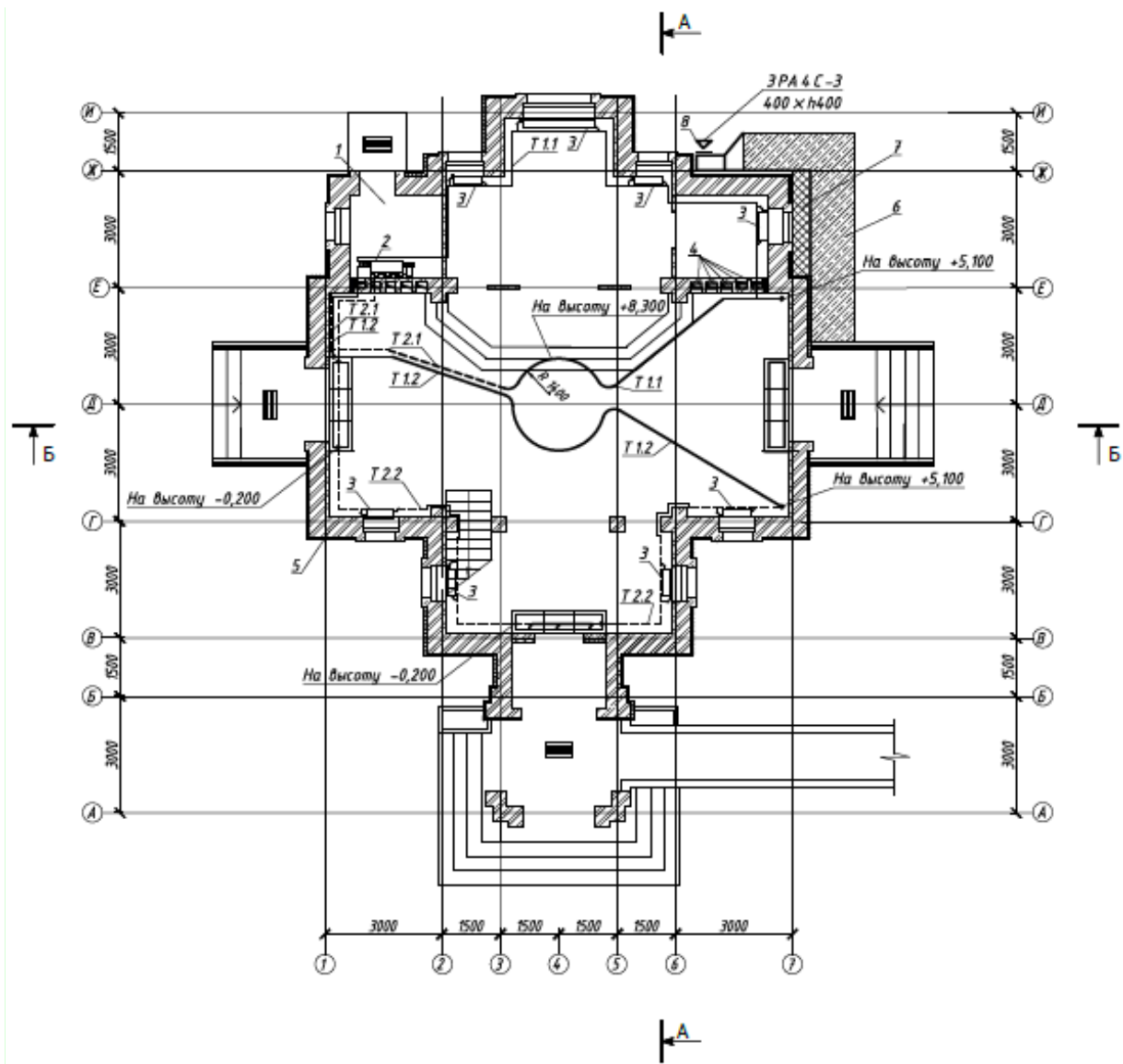


Рисунок 2. – Аксонометрическая схема системы отопления церкви с размещением ветки второго яруса на высоте от +5,100 до +8,300 метров, где в котле используется электрическая энергия от гелиоколлектора



- 1 – помещение топочной; 2 – электрический котёл с циркуляционным насосом;
- 3 – отопительные приборы; 4 – каналы вентиляционные в кирпичной стене для системы естественной вентиляции; 5 – наружная стена здания; 6 – конструкция пассивного коллектора солнечной энергии (КСЭ) с адсорбером из штучных материалов;
- 7 – утеплитель у наружной стены для конструкции пассивного КСЭ;
- 8 – три наружных жалюзийных решётки марки PA4C-3 для подачи приточного воздуха закреплённые на воздуховоде (400 x 400) на высоте от уровня земли (+2500 мм)

Рисунок 3. – Система отопления горизонтальная однотрубная с ветками подающей T1.1. и обратной T2.1. магистрали и отдельной веткой системы для обогрева второго яруса под купольной зоны на высоте от +5,100 до +8,300 метров на плане церкви

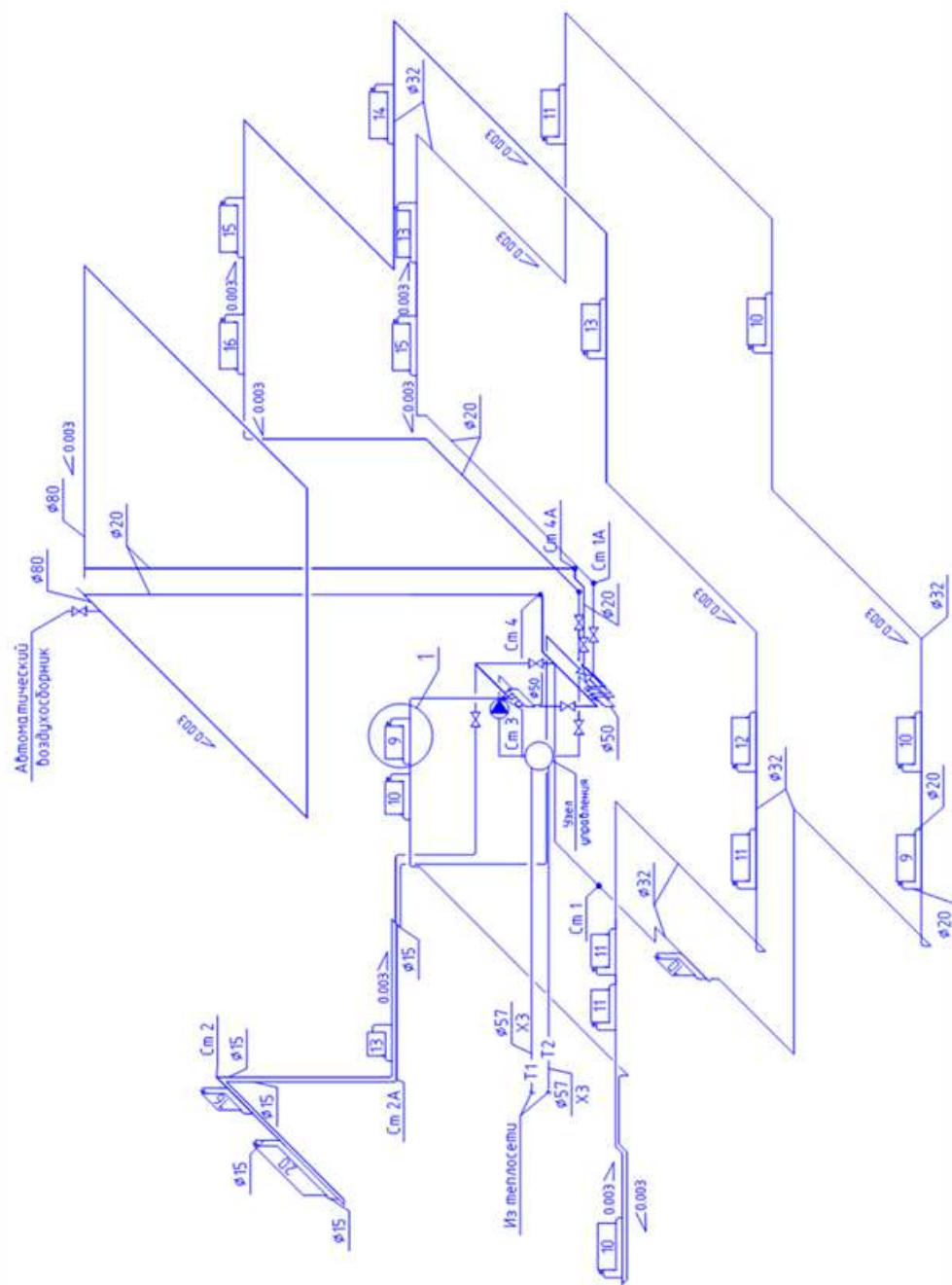


Рисунок 4.—Акснометрическая схема горизонтальной-однотрубной системы-отопления с отдельной веткой для отопления второго яруса в помещении-молебного-зала для здания-собора-(г.-Полоцк)

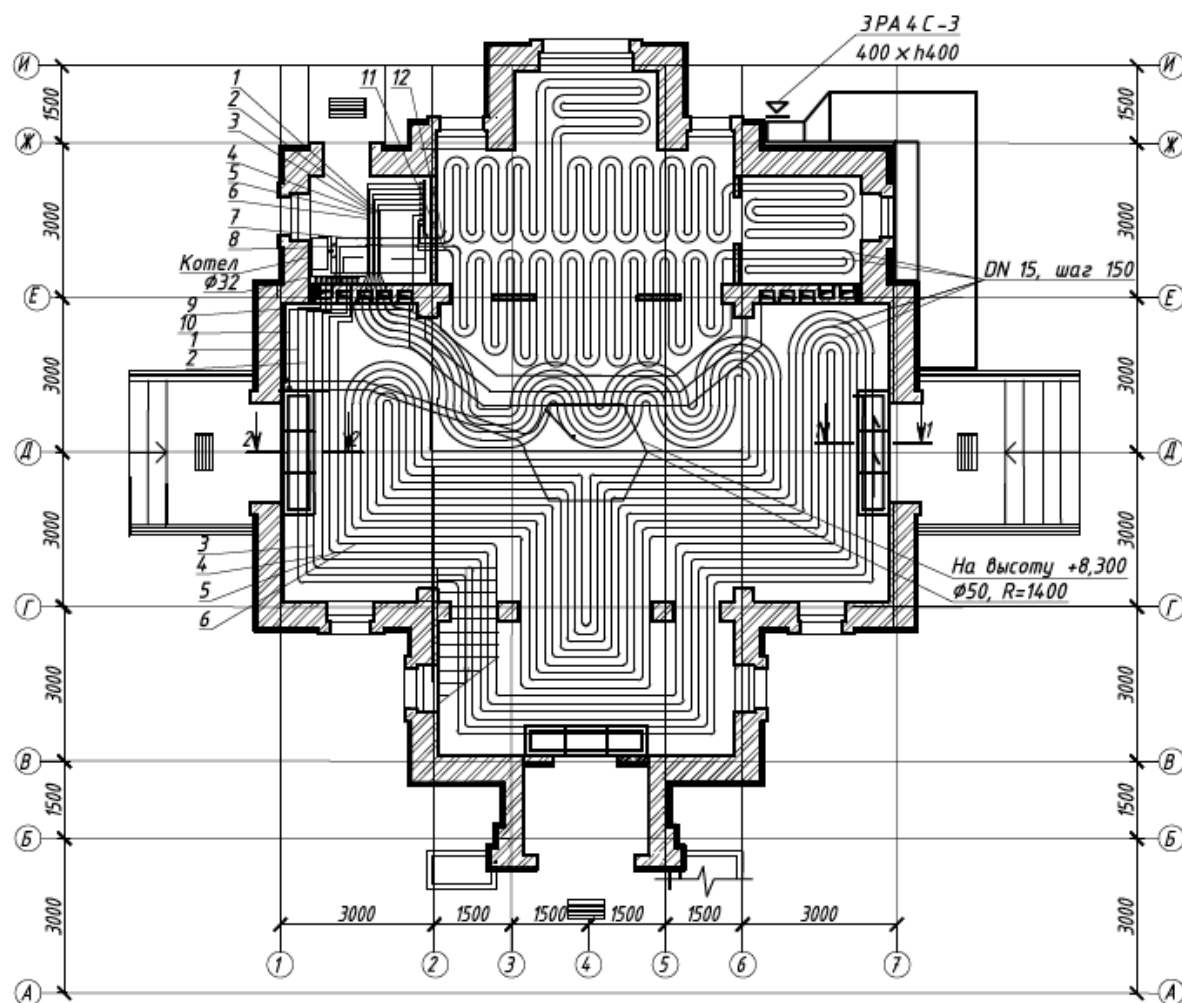


Рисунок 5. – Схема энергоэффективной системы напольного отопления с электрическим водяным котлом работающем на низкопотенциальном теплоносителе с ВИЭ и система приточной вентиляции с коллектором солнечной энергии (КСЭ) размещённым вдоль восточной и южной наружных стен здания церкви

Источник ВИЭ солнечный гелиоколлектор располагается над поверхностью земли на газоне у здания церкви. Параметры теплоносителя низкопотенциальные и являются энергоэффективными, так на подающей магистрали равны (+65°C), а на обратной соответственно (+25°C). Подогрев теплоносителя вода в котле осуществляется от плоского солнечного коллектора, который вырабатывает электрическую энергию, как и в гелиосистемах для системы отопления изображённой на рисунках 1-4. Можно использовать другие источники ВИЭ.

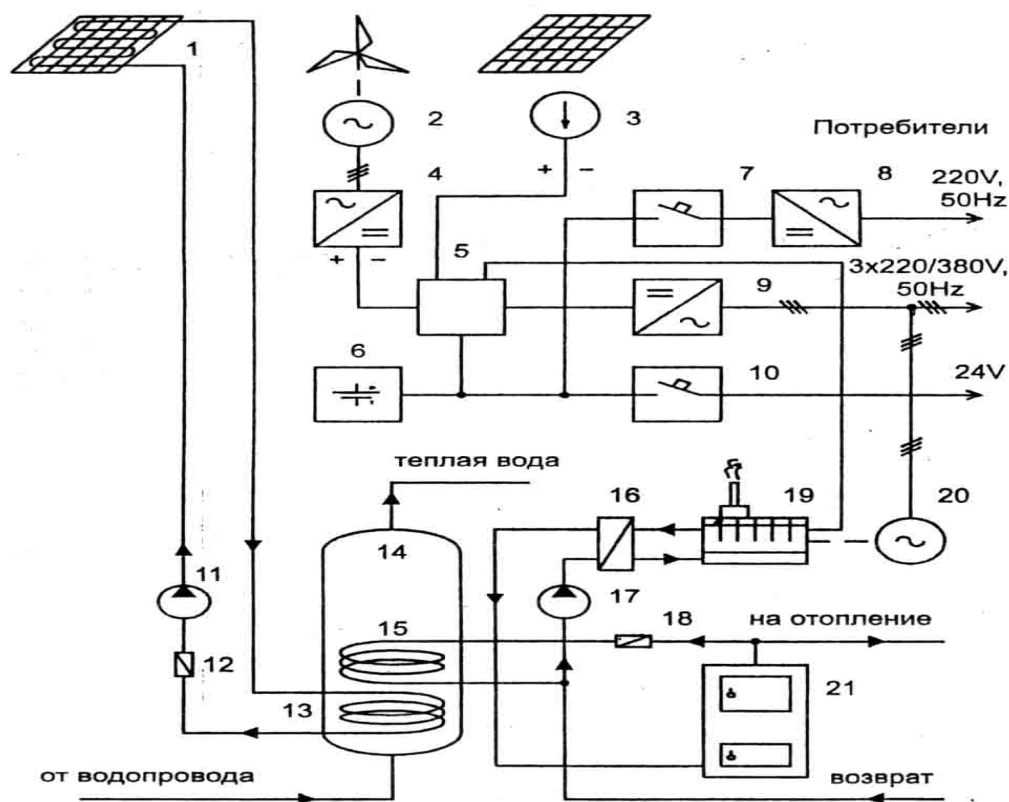
Низ отопительных приборов на нижнем ярусе расположен над уровнем чистого пола выше на 70 мм, под подоконником 55 мм, материал труб стояков и отопительного прибора на втором ярусе под окнами купола – гладкие трубы, выполнены из стальных водогазопроводных труб по ГОСТ 3262-75*.

В помещении культового здания, где запроектирована система приточной вентиляции с коллектором солнечной энергии (КСЭ), который размещён вдоль восточной и южной наружных стен здания церкви устанавливается следующее

вентиляционное оборудование: вентилятор осевой, калорифер электрический, шумоглушитель.

Важно, чтобы в культовом здании был организован естественный воздухообмен с использованием дистанционно открывающихся электро-фрамуг в верхних оконных проёмах, аэрации, или запроектированы механические системы вытяжной и приточной вентиляции [1, 15, 16] для создания микроклимата в нём. Необходимо проектировать системы приточной вентиляции с теплоутилизаторами [1, 6, 15], а так же с использованием возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1,2,3,4, 5, 14].

Ранее в журнале «Энергоэффективность» была предложена эффективно работающая схема с применением ВИЭ для энергоэффективной системы отопления и горячего водоснабжения усадебного дома представленная на рисунке 6, которую можно использовать для любого гражданского здания.



1 – солнечный коллектор; 2 – синхронный генератор ветроустановки; 3 – фото-электрическая солнечная батарея; 4 – выпрямитель; 5 – блок коммутации и регулирования напряжения; 6 – аккумуляторная батарея; 7 – автоматическая защита инвертора; 8 – инвертор; 9 – трехфазный выпрямитель с трансформатором; 10 – автозащита нагрузки; 11 – циркуляционный насос; 12 – обратный клапан; 13 – теплообменник солнечного коллектора; 14 – бойлер-теплоаккумулятор; 15 – теплообменник бойлера; 16 – теплообменник когенератора; 17 – насос системы отопления; 18 – обратный клапан; 19 – дизельный двигатель когенератора; 20 – синхронный генератор; 21 – котел отопления

Рисунок 6. – Схема комбинированной системы использования возобновляемых источников энергии и котельно-печного топлива для системы отопления, вентиляции и электроснабжения фермерского хозяйства индивидуального жилого дома

Аналогичные системы КСЭ можно применять и для других гражданских зданий. Принята скорость движения воздуха в КСЭ 4 м/с. Кратность воздухообмена в здании церкви составляет не менее 30 м³/ч наружного воздуха на 1 человека [6], а одновременное нахождение в церкви 50 человек на площади помещения для молящихся прихожан установленным по нормам. Однако, в большие праздники в помещении церкви присутствует на службах примерно на 150 % больше людей, чем по нормам. Для использования возобновляемых источников энергии, применительно для климатических особенностей Республики Беларусь, рассматриваются и рекомендуются для применения различные системы теплоснабжения с конструкциями пассивных гелиоколлекторов [5, 13].

Заключение. Для создания микроклимата в гражданских зданиях с высотой этажа более 4 м, а также для сохранения интерьера в них, предлагаются схемы внутренних инженерных систем отопления с учетом действующих технических норм и сложных объёмно-планировочных решений зданий, а также с использованием энергоэффективных систем с ВИЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ТКП 45-4.02-74-2007 (02250) Системы отопления и вентиляции усадебных жилых домов. Правила проектирования. - Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2008. – 36 с.
2. Государственная программа "Энергосбережение" на 2016 – 2020 годы. Постановление СМ РБ от 28.03.2016 г. № 248, в редакции пост. СМ РБ от 30.12.2016 №1128.
3. Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии». Одобрено Советом Республики 10.12.2010, утвержд. Президентом Республики Беларусь от 27.12.2010 г. № 204-3 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 28.12.2010 г., №12).
4. Экономия и бережливость - главные факторы экономической безопасности государства. Директива Президента Республики Беларусь от 14.06.2007 г. № 3, в редакции Указа Президента Республики Беларусь № 26 от 26.01.2016 «О внесении изменений и дополнений в Директиву Президента Республики Беларусь» / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2007 г., № 146, 1/8668. / Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2016 г.
5. Гелиосистемы теплоснабжения жилых зданий для эксплуатационных условий Республики Беларусь: рекомендации по проектированию / В.В.Покотиллов, М.А.Рутковский. – Минск, 2017. – 60 с.
6. Внутренние санитарно-технические устройства: справочник проектировщика. Ч.1. Отопление. Под ред. И.Г.Староверова и Ю.И.Шиллера. – М.: Стройиздат,1990. - 344с.
7. ТКП 45-4.02-73-2007 (02250) Системы отопления из металлополимерных труб. Правила проектирования и монтажа. - Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2008. – 28 с.
8. ТКП 45-4.01-72-2007 (02250) Системы холодного и горячего водоснабжения из металлополимерных труб. Правила проектирования и монтажа.– Мн.:Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2008.-31 с.
9. П1-03 к СНБ 4.02.01-03 Проектирование и устройство систем отопления из полимерных труб. – Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2007. - 55 с.
- 10.ТКП 45-1.03-85-2007 (02250) Внутренние инженерные системы зданий и сооружений. Производство работ. Правила монтажа. – Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2008. – 33 с.

11. Кочев, А.Г. Микроклимат православных храмов: монография / А.Г.Кочев // Нижегород. гос. архит.-строит. ун-т. - Н.Новгород: ННГАСУ, 2004. - 448 с.
12. СП 31–103–99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов: дата введения 27.12.1999/ Госстрой Россия. – Изд. офиц.– М.: ГУП ЦПП, 2000. – 34 с.
13. Стандарт АВОК-2-2004. Храмы православные. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2004. – 12 с.
14. Василевич, Н.А. Особенности проектирования систем отопления культовых зданий для улучшения микроклимата / Н. А. Василевич, Д. А. Василевич // Электронный сборник трудов молодых специалистов Полоцкого государственного университета [Электронный ресурс]. – Новополоцк: Полоцкий государственный университет, 2018. – Вып. 24 (94). Прикладные науки. Строительство. – 1 электрон. опт. диск. - С. 138-141.
15. СНБ 4.02.01-03. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Мн.: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2005 г. – 62 с.
16. ТКП 45-3.02-83-2007 Культовые здания и сооружения. Здания, сооружения и комплексы православных храмов. Правила проектирования. – Мн.: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь (Минстройархитектуры Республики Беларусь), 2008 г. – 46с.
17. Пшенник, Ю.Е. Индивидуальное энергообеспечение крестьянского хозяйства // Ю.Е. Пшенник // Энергоэффективность. - 2002. - №12.-с.19-20.
18. Пивоварова, С.И. Энергоресурсосберегающие системы отопления и вентиляции культовых зданий с применением нетрадиционных источников энергии [Электронный ресурс] / С.И. Пивоварова, Д.А. Василевич, Н.А. Василевич // Архитектурно-строительный комплекс: проблемы, перспективы, инновации: электронный сборник статей международной научной конференции, посвящённой 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 5-6 апр. 2018 г. / Полоцкого государственного университета; под ред. А. А. Бакатовича, Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - С. 409-417.
19. Vasilevich D. The use of solar energy for ventilation system of cult buildings / Vasilevich D., Vasilevich N., Pivovarova S. // EUROPEAN AND NATIONAL DIMENSION IN RESEARCH. TECHNOLOGY = ЕВРОПЕЙСКИЙ И НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОНТЕКСТЫ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ : Electronic collected materials of X Junior Researchers' Conference, Novopolotsk, May 10-11, 2018 / Polotsk State University ; ed. D. Lazouski [el. al.]. - Novopolotsk, 2018. - 1 CD-ROM. - P. 27-30.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Редакционная коллегия:

Л. М. Парфенова (председатель),
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,
Н. В. Давыденко, Р. М. Платонова

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ
[Электронный ресурс] : электронный сборник статей II международной научной конференции, Новополоцк, 28–29 нояб. 2019 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. Л. М. Парфеновой. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-701-3.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-701-3

@Полоцкий государственный университет, 2020

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 28–29 ноября 2019 г.)

Технический редактор *Т. А. Дарьянова.*

Компьютерная верстка *Т. А. Дарьяновой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 09.09.2020.

Объем издания: 21,05 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>