

О формировании базы данных цифровой модели системы теплоснабжения здания*

Рецензия эксперта на статью получена
09.06.2023 [The expert review of the article
was received on June 9, 2023]

Введение

Проблемы структурной и параметрической оптимизации являются весьма актуальными, как для проектирования новых, так и при модернизации существующих систем теплоснабжения (СТ). В рамках структурной оптимизации осуществляется выбор рационального состава системы теплоснабжения и конфигурации тепловой сети, места размещения теплоисточников и их производительности. В странах Северной Европы сегодня создаются СТ четвертого поколения. Проводимые там в последние годы исследования подтвердили технические возможности:

- применения технологий низкотемпературного теплоснабжения;
- расширения использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ);
- снижения расхода теплоты на отопление зданий и потерь теплоты в тепловых сетях;
- расширения возможности и доступности средств автоматизации;
- увеличения роли предиктивной аналитики при прогнозировании потока отказов оборудования в будущих периодах.

Указанные направления в совокупности с соответствием элементов СТ концепции «умный город» и расширением взаимодействия в рамках её идеологии с системами электро- и газоснабжения являются отличительными особенностями СТ четвертого поколения. Считается, чтобы обладать системным свойством устойчивости во времени и пространстве, они должны отвечать ряду требований. К ним относятся:

1. Организация возможности подачи низкотемпературной теплоты в контуры систем отопления и горячего водоснабжения (ГВС) новых и существующих зданий.

2. Создание в ближайшем будущем систем, позволяющих использовать для отопления теплоноситель с температурой не более 50°C подаваемой и около 20°C обратной сетевой воды. Такие условия, в частности, могут быть созданы за счёт увеличения поверхности теплообмена радиаторов, применения теплообменников, встроенных в ограждающие конструкции (пол, стены и потолок), и воздушного отопления.

3. Минимизация расстояния от теплообменника системы вентиляции и ГВС до конечного потребителя.

4. Внедрение адаптивных систем управления, применение которых на основе прогнозных данных по метеоусловиям поможет рассчитывать потребность в тепловой энергии для каждой комнаты. Данные системы управления позволяют производить балансировку требуемой тепловой энергии в течение суток и понизить пиковые нагрузки.

5. Использование теплопроводов со сдвоенными теплопроводами в одной изоляции, когда подающая труба находится в центре, а обратная в точке равенства температур изоляции и обратной сетевой воды, что позволит уменьшить тепловые потери, и тем самым исключить потери теплоты от обратного трубопровода.

6. Улучшение качества изоляции трубопроводов, воздухопроводов и теплообменных аппаратов за счёт применения улучшенных теплоизолирующих материалов.

Критерием применимости является повышение энергетической и экологической эффективности, а также возможность интеграции в состав интеллектуальных энергетических систем при условии экономической целесообразности достигаемых эффектов.

УДК 621.1.016. Научная специальность: 2.1.3 (05.23.05).

О формировании базы данных цифровой модели системы теплоснабжения здания

С. В. Гужов, к.т.н., доцент, [Московский энергетический институт \(НИУ «МЭИ»\);](#)
А. А. Арбатский, к.т.н., генеральный директор НИИ «Инженерных климатических систем и электроники»; **Д. В. Тороп**, студент, [НИУ «МЭИ»](#)

Система вентиляции здания является подсистемой для системы теплоснабжения объекта. Распределение тепловой энергии происходит из индивидуального теплового пункта (ИТП). Автоматика отпуса тепловой энергии в систему вентиляции должна быть согласована и работать синхронизировано с автоматикой ИТП. Формирование цифровой модели системы вентиляции здания требует интеграции и взаимодействия систем управления с цифровой моделью системы теплоснабжения здания. Современное состояние системы мониторинга и управления ИТП имеет существенный потенциал развития с точки зрения автоматизируемости и пригодности для последующего формирования цифрового двойника. В статье приведен современный уровень автоматизации ИТП, показаны направления развития. Оценён объём информационной базы и период накопления информации для создания цифровой модели.

Ключевые слова: общеобменная вентиляция, цифровая модель, база данных, индивидуальный тепловой пункт, управление, автоматизация.

UDC 621.1.016. The number of scientific specialty: 2.1.3 (05.23.05).

On the formation of a database of a digital model of the building heat supply system

S. V. Guzhov, PhD, Associate Professor, [National Research University "Moscow Power Engineering Institute" \(NRU "MPEI"\);](#) **A. A. Arbatsky**, PhD, General Director of the "Engineering Climate Systems and Electronics" Research Institute; **D. V. Torop**, student, [NRU "MPEI"](#)

The building ventilation system is a subsystem for the facility's heat supply system. The distribution of thermal energy comes from an individual heating point (IHP). Automatic release of thermal energy into the ventilation system must be coordinated and work in sync with the automation of the IHP. The formation of a digital model of the building ventilation system requires the integration and interaction of control systems with a digital model of the building's heat supply system. The current state of the IHP monitoring and control system has significant development potential in terms of automation and suitability for the subsequent formation of a digital twin. The article presents the current level of IHP automation, shows the directions of development. The volume of the information base and the period of accumulation of information for creating a digital model are estimated.

Key words: general ventilation, digital model, database, individual heat point, control, automation.

* Работа выполнена в рамках проекта «Разработка нейросетевого программного обеспечения по прогнозированию спроса на тепловую энергию объектами массового строительства города Москвы» при поддержке гранта НИУ «МЭИ» на реализацию программы научных исследований «Приоритет 2030: Технологии будущего» в 2022–2024 гг.

Обоснование необходимости оптимизации системы автоматизации тепловых пунктов

Индивидуальные тепловые пункты зданий (ИТП) работают без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Оператор в течение рабочей смены выполняет обходы закреплённых за ним 12–15 тепловых пунктов. Основная задача — поддержание температуры внутри жилых помещений в диапазоне $+18 \dots +22^\circ\text{C}$ [1–4].

В настоящее время в ИТП предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации, посредством которых осуществляется:

- контроль параметров теплоносителя;
- регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления теплоты;
- отключение систем потребления теплоты;
- защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- заполнение и подпитка систем потребления теплоты;
- учёт тепловых потоков и расходов теплоносителя.

Оптимизация системы автоматизации тепловых пунктов сводится прежде всего к обеспечению автоматизированного интеллектуального анализа надёжности и энергоэффективности работы теплового пункта к реализации системы автоматизации ИТП на одном контроллере совместно с системой диспетчеризации и обеспечению исполнения системой автоматизации соответствующих задач

Для учёта расхода тепловых потоков и расхода воды теплосети предусмотрен в тепловом пункте прибор учёта тепловой энергии в соответствии с «Правилами учёта отпуска тепловой энергии».

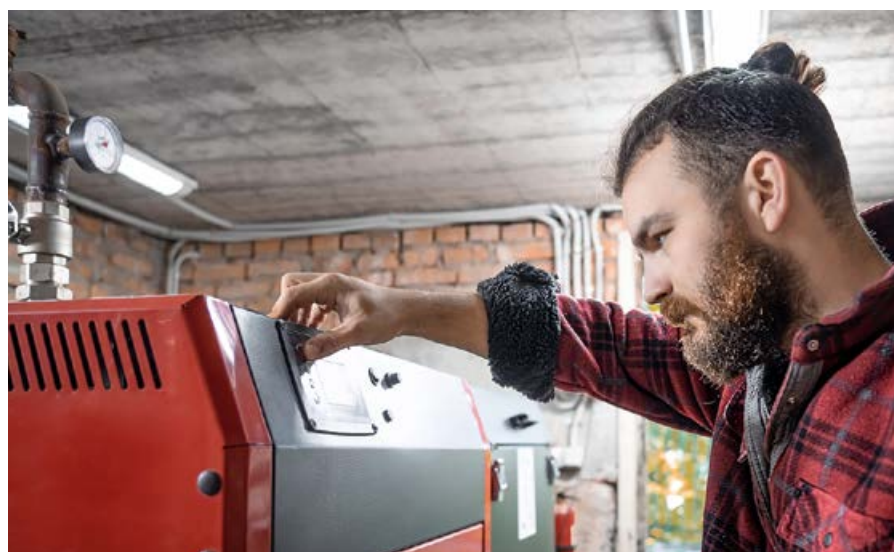
Автоматизация тепловых пунктов обеспечивает:

- поддержание заданной температуры воды 60°C , поступающей в систему горячего водоснабжения путём воздействия на исполнительные механизмы клапана Г–У;
- регулирование подачи теплоты (теплого потока) в системы отопления в зависимости от изменения параметров наружного воздуха с целью поддержания заданной температуры воздуха в отапливаемых помещениях путём воздействия на исполнительный механизм клапана Т–У.

Данная система не использует преимуществ современных схем автоматизации ни для систем отопления, ни для систем вентиляции здания. Поэтому становится возможным сформулировать задачи оптимизации системы автоматизации тепловых пунктов:

1. Обеспечить автоматизированный интеллектуальный анализ надёжности и энергетической эффективности работы теплового пункта в соответствии с технологической картой. Работа системы диспетчеризации должна быть организована следующим образом:

- по запросу с верхнего уровня (ВУ) от АС «Диспетчеризация» передавать текущие значения, архивы и журналы параметров в АС «Диспетчеризация»;



- при возникновении аварийной ситуации (события) отправлять специальное (мгновенное инициативное) сообщение на ВУ;
- на основании мгновенных значений параметров формировать архивы и журналы состояний системы;
- принимать сигналы для синхронизации времени.

2. Реализовать систему автоматизации ИТП на одном контроллере совместно с системой диспетчеризации и обеспечить исполнение системой автоматизации следующих задач:

- регулирование заданных значений температуры и давления в системах отопления и ГВС, заданного перепада давления между подающим и обратным трубопроводами теплосети по ПИД-закону регулирования, а также изменение/коррекция работы ПИ- и ПИД-регуляторов (коэффициенты регулирования K_p , K_i , T_d , ШИМ, ВИМ и т.д.)
- реализацию управления насосными группами в автоматическом и в ручном режимах:

- задание задержки включения между насосными группами ХВС, ГВС, ПО, ЦО (вентиляции), системы компенсации температурного расширения, возможность изменения значений;
- задание задержки времени между переключением насосов в группе — по аварийному вводу резерва (АВР) и в динамическом режиме;
- включение дополнительного насоса (для групп холодного и горячего водоснабжения) по сигналу (дискретному или аналоговому) при недостаточной производительности рабочего насоса (при его наличии);
- задание очередности работы насосов в группе, дистанционное исключение насосов из группы;

- задание динамических режимов работы насосов, по календарной дате, по часам наработки;
- задание времени разгона при включении/переключении насоса при работе с частотным приводом;
- задание числа автоматических сбросов (количество перезапусков) состояния «Авария» со всех насосов группы;
- отключение групп насосов ХВС и ГВС при срабатывании противопожарных насосов.
- останов исполнительного механизма (ИМ) регулирующего клапана (клапанов) системы ГВС при достижении значения температуры в подающем трубопроводе ГВС 70°C , а при превышении значения, его (их) аварийное закрытие;
- запуск насоса подпитки отопления (ПО) и открытие клапана подпитки при отсутствии сигнала нижнего уровня расширительного бака (РБ) открытого типа или по сигналу от датчика-реле давления на обратном трубопроводе системы отопления для мембранного бака;

□ отключение насоса ПО и закрытие клапана ПО при появлении сигнала верхнего уровня РВ открытого типа (независимо от времени заполнения системы отопления) или по сигналу от датчика-реле давления на обратном трубопроводе системы отопления для мембранного бака или по сигналу от датчика-реле давления на обратном трубопроводе системы отопления для мембранного бака;

□ задание времени работы насоса ПО с последующим отключением и закрытием клапана ПО (независимо от отсутствия сигнала верхнего уровня);

□ реализовать алгоритм автоматического отключения насосов ХВС и ГВС при падении давления в городской сети водопровода ниже $0,6 \text{ кгс/см}^2$.

3. Реализовать схему управления насосами ГВС и ХВС в режиме частотного регулирования (ЧРП).

4. В системах ГВС ЦТП реализовать автоматическое регулирование температуры горячей воды с нормативным понижением температуры в периоды минимального водоразбора.

5. В системах ЦТП реализовать автоматическое регулирование теплопотребления в зданиях с нормативным понижением температуры в ночной период и выходные дни.

6. Выбрать оптимальный режим ЧРП насосов ГВС: стабилизацию давления на выходе насоса ГВС; стабилизацию давления на входе насоса ГВС; стабилизацию температуры обратной ветви ГВС.

7. Реализовать последовательное включение оборудования ИТП при пропадании питания (перезапуск оборудования) в установленном порядке и с заданием выдержки времени включения между насосными группами ХВС, ГВС, ПО, ЦО (вентиляции);

8. Реализовать режим выдачи рекомендаций инженеру-технологу/оператору теплового пункта по приведению текущих параметров работы ИТП в соответствии с технологической картой.

На основании перечисленного в системе диспетчеризации ИТП должен производиться мониторинг, контроль и передача на верхний уровень следующих параметров и сигналов.

Входные параметры:

1. Давление в подающем трубопроводе теплосети P_1 .
2. Давление в обратном трубопроводе теплосети P_2 .
3. Давление в подающем трубопроводе теплосети после клапана перепада давления $P_{1,1}$.
4. Температура в подающем трубопроводе теплосети T_1 из теплосчётчика.

5. Температура в обратном трубопроводе теплосети T_2 из теплосчётчика.

6. Давление в городском водопроводе холодной воды $P_{\text{гор}}$.

7. Температура наружного воздуха $T_{\text{нв}}$.

8. Наличие напряжения на первом вводе (контроль фазы).

9. Наличие напряжения на втором вводе (контроль фазы).

Выходные параметры:

10. Давление в подающем трубопроводе системы отопления P_3 .

11. Давление в обратном трубопроводе системы отопления P_4 .

12. Температура в подающем трубопроводе отопления T_3 .

13. Температура в обратном трубопроводе отопления T_4 .

14. Давление в подающем трубопроводе системы ГВС первой зоны $P_{7,1}$.

15. Давление в подающем трубопроводе системы ГВС второй зоны $P_{7,2}$.

16. Давление в циркуляционном трубопроводе системы ГВС первой зоны $P_{13,1}$.

17. Давление в циркуляционном трубопроводе системы ГВС второй зоны $P_{13,2}$.

18. Температура в подающем трубопроводе ГВС (ВПГ1) $T_{7,1}$.

19. Температура в подающем трубопроводе ГВС (ВПГ2) $T_{7,2}$.

20. Температура в циркуляционном трубопроводе ГВС первой зоны $T_{13,1}$.

21. Температура в циркуляционном трубопроводе ГВС второй зоны $T_{13,2}$.

22. Давление в подающем трубопроводе холодной воды первой зоны $P_{\text{хв1}}$.

23. Давление в подающем трубопроводе холодной воды второй зоны $P_{\text{хв2}}$.

24. Объёмный расход холодной воды на нужды ГВС первой зоны (ВВГ1) $V_{\text{ГВ1}}$.

25. Объёмный расход холодной воды на нужды ГВС второй зоны (ВВГ2) $V_{\text{ГВ2}}$.

Параметры от теплосчётчика на вводе в ЦТП:

26. Расход тепловой энергии Q , Гкал.

27. Температура в подающем трубопроводе T_1 .

28. Температура в обратном трубопроводе T_2 .

29. Массовый расход теплоносителя в подающем трубопроводе G_1 , т/ч.

30. Массовый расход теплоносителя в обратном трубопроводе G_2 , т/ч.

31. Расход теплоносителя на подпитку отопления $G_{\text{тп}}$.

32. Время работы теплосчётчика $C_{\text{нг}}$, ч.

33. Время неработы теплосчётчика при различных ошибках $T_{\text{ош}}$, ч.

Эксплуатационные параметры и состояние оборудования:

34. Насосы XH_1 , XH_2 , XH_3 первой зоны ХВС1-3 (работа/стоп/резерв/авария/останов).

Режим работы от сети/ЧРП:

35. Насосы XH_1 , XH_2 второй зоны ХВС1-2 (работа/стоп/резерв/авария/останов).

36. Насосы $ГН_1$, $ГН_2$ первой зоны ГВС1-2 (работа/стоп/резерв/авария/останов).

Режим работы от сети/ЧРП:

37. Насосы $ГН_1$, $ГН_2$ второй зоны ГВС1-2 (работа/стоп/резерв/авария/останов).

38. Насосы $НО_1$, $НО_2$, $НО_{1-2}$ (работа/стоп/резерв/авария/останов).

39. Насосы подпитки $ПО_1$, $ПО_2$, $ПО_{1-2}$ (работа/стоп/резерв/авария/останов).

40. Авария устройства автоматической подстройки частоты (АПЧ) линии холодного водоснабжения (ХВС) $C_{\text{чпх}}$.

41. Авария устройства автоматической подстройки частоты (АПЧ) линии горячего водоснабжения (ГВС) первой зоны $C_{\text{чпг}}$.

42. Открытие дверей (несанкционированный доступ) *Дверь*.

43. Температура внутреннего воздуха (помещение ЦТП) $T_{\text{вв}}$.

44. Влажность воздуха на ЦТП $M_{\text{вв}}$.

45. Нарушение изоляции ППУ $C_{\text{ппу}}$.

46. Намокание изоляции ППУ $C_{\text{ппу}}$.

47. Есть/отсутствует нижний уровень в расширительном баке $УР_{\text{пно}}$.

48. Есть/отсутствует верхний уровень в расширительном баке $УР_{\text{пно}}$.

49. Есть/отсутствует аварийный уровень в расширительном баке $УР_{\text{пно}}$.

50. Время нахождения оборудования в каждом из перечисленных состояний.

51. Состояние группы насосов XH первой зоны автоматический/ручной $ГН_{\text{ХВС1}}$.

52. Состояние группы насосов XH второй зоны автоматический/ручной $ГН_{\text{ХВС2}}$.

53. Состояние группы насосов $ГН$ первой зоны автоматический/ручной $ГН_{\text{ГВС1}}$.

54. Состояние группы насосов $ГН$ второй зоны автоматический/ручной $ГН_{\text{ГВС2}}$.

55. Состояние группы насосов $НО$ автоматический/ручной $ГН_{\text{ЦО}}$.

56. Состояние группы насосов $ПО$ автоматический/ручной $ГН_{\text{пно}}$.

57. Состояние регулятора отопления автоматический/ручной $P_{\text{от}}$.

58. Состояние регулятора подпитки отопления автоматический/ручной $P_{\text{по}}$.

59. Состояние регулятора температуры ГВС1 автоматический/ручной $P_{\text{ГВС1}}$.

60. Состояние регулятора температуры ГВС2 автоматический/ручной $P_{\text{ГВС2}}$.

61. Состояние регулятора давления теплосети автоматический/ручной $P_{\text{с}}$.

62. Состояние блока бесперебойного питания (автомат основного питания, АОП), входное напряжение ИБП АОП.

63. Состояние блока бесперебойного питания (автомат резервного питания, АРП), выходное напряжение ИБП АРП.

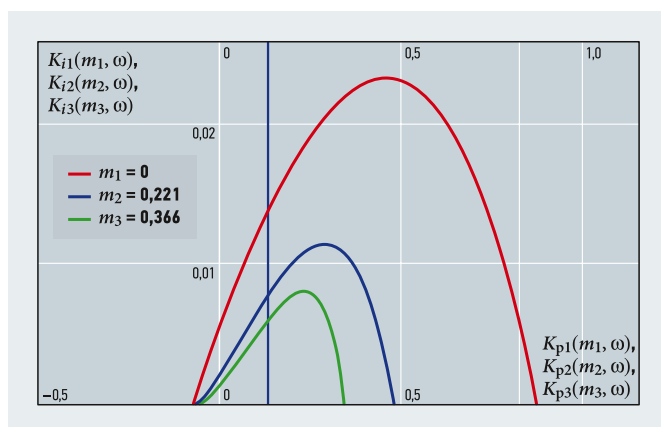


Рис. 2. Зависимость коэффициента передачи интегрального регулятора K_i от коэффициента передачи пропорционального регулятора K_p

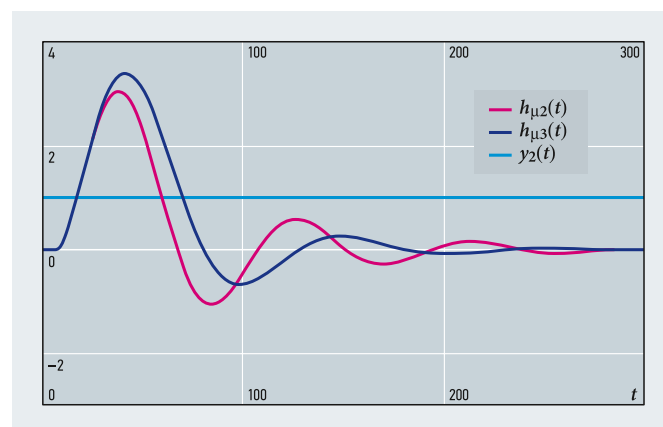


Рис. 3. Переходные процессы одноконтурной замкнутой АСР с ПИ-регулятором и объектом по каналу регулирующего воздействия μ

Расчёт комбинированной одноконтурной АСР с ПИ-регулятором

Учёт дополнительной информации в случае применения автоматической структуры регулирования (АСР) с компенсацией возмущений. Действие внешнего возмущения $\lambda(t)$ компенсируется введением заранее рассчитанного воздействия, которое с необходимым упреждением может быть подано на вход регулятора совместно с задающим воздействием (рис. 1). Введение добавочного канала информации здесь не приводит к появлению нового замкнутого контура передачи воздействия и, следовательно, такое усложнение не влияет на устойчивость.

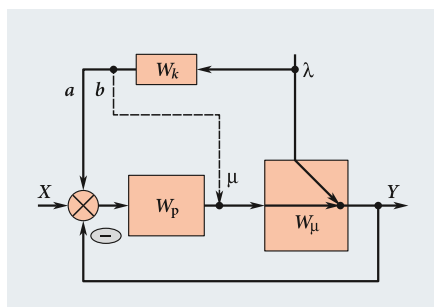


Рис. 1. Схема комбинированной одноконтурной автоматической структуры регулирования

Необходимо рассчитать параметры настройки одноконтурной АСР с ПИ-регулятором таким образом, чтобы линейный интегральный показатель (квадратичный, модульный) был минимальным, а запас устойчивости был не хуже заданного.

Построим расширенную комплексную частотную характеристику (КЧХ) объекта по каналу регулирующего воздействия для трёх заданных значений корневого показателя колебательности $m_1 = 0$ (на границе запаса устойчивости), $m_2 = 0,221$, и $m_3 = 0,366$ (рис. 2). Для минимизации линейного интегрального показателя необходимо, чтобы отношение K_p/K_i было максимально возможным (табл. 1). По по-

лученным данным выполнено построение переходных процессов комбинированной одноконтурной АСР с ПИ-регулятором и компенсирующим регулятором по каналу возмущающего воздействия (рис. 3).

Расчёт переходных процессов комбинированной одноконтурной АСР с ПИ-регулятором и компенсирующим регулятором по каналу возмущающего воздействия становится возможным выполнить посредством применения обученной цифровой модели на примере системы теплоснабжения здания. В результате выполнения уточняющих расчётов определяются наиболее эффективные параметры регуляторов, реализация которых позволяет оптимально настроить вентиляцию.

Определение параметров данных цифровой модели

Проведённый выше анализ демонстрирует, что для формирования базы данных цифровой модели системы теплоснабжения здания на основе уже собираемых параметров и индикаторов требуется относительно небольшая база данных. Проведённый анализ целесообразности требуемой дискретизации сигналов по времени показывает, что для отслеживания, например, таких параметров, как тепловая инерция здания, требуется накопление данных по измерениям не чаще чем один раз в пять минут. В таком случае число измерений составит 105,1 тыс. строк в год.

Поскольку для отслеживания по тепловому пункту было выбрано 63 индикатора, то общий объём базы данных в год составит 6,62 млн значений. Объём цифровой

модели может быть увеличен путём добавления новых данных или при увеличении степени дискретизации по времени. Уменьшение объёма данных приведёт к существенному снижению точности цифровой модели.

Для данного графика степень затухания, то есть относительное уменьшение соседних амплитуд переходной характеристики (берём первую и третью амплитуды), по каналу возмущения без компенсирующего регулятора равна $\psi = 0,816$. Степень затухания с компенсирующим регулятором для данного графика составляет $\psi = 0,813$.

Иными словами, применение компенсирующего регулятора позволило снизить линейный интегральный показатель точности управления в 2,3 раза, а динамическое отклонение — в 5,2 раза.

Создание цифрового двойника здания позволяет ускорить процессы оптимизации и тонкой настройки системы вентиляции существующих зданий, сократить ошибки и повысить экономичность эксплуатируемой установки. Разработка модели здания возможна на этапе эксплуатации здания. Создание цифрового двойника позволяет протестировать и оптимизировать различные параметры системы теплоснабжения объекта. ●

Значения K_p и K_i , определённые из максимумов графика функций табл. 1

m	K_p	K_i	T_i
0	0,4576	0,0232	19,759
0,221	0,2997	0,0113	26,481
0,366	0,2348	0,0079	29,575

1. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания (с Изм. на 30.12.2022) / Утв. постановлением Главного гос. санитарного врача РФ от 28.01.2021 №2.
2. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях / Дата введ.: 01.01.2013.
3. ГОСТ 12.1.005–88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изм. №1) / Дата введ.: 01.01.1989.
4. СанПиН 2.1.3.2630–10. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность (с Изм. на 27.11.2022) / Утв. постановлением Главного гос. санитарного врача РФ от 18.05.2010 №58.

References — see page 78.

On the formation of a database of a digital model of the building heat supply system.
Pp. 32–35.

Sergey V. Guzhov, PhD, Associate Professor, [National Research University "Moscow Power Engineering Institute"](#) (NRU "MPEI"); **Andrey A. Arbatsky**, PhD, General Director of the "Engineering Climate Systems and Electronics" Research Institute; **Daria V. Torop**, student,

1. *SanPiN 1.2.3685–21* [Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations of Russia (Russian Public Health Regulations) No. 1.2.3685–21]. *Gigienicheskie normativy i trebovaniya k obespecheniju bezopasnosti i (ili) bezvrednosti dlja cheloveka faktorov sredy obitaniya (s Izm. na 30.12.2022)* [Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans (as amended of December 30, 2022)]. *Utv. postanovleniem Glavnogo gos. sanitarnogo vracha RF ot 28.01.2021 №2* [Approved by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 2 of January 28, 2021]. [In Russian]
2. *GOST 30494–2011* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 30494–2011]. *Zdaniya zhilye i obshchestvennye. Parametry mikroklimata v pomeshtenijakh* [Buildings residential and public. Indoor microclimate parameters]. Date of impl.: January 1, 2013. [In Russian]
3. *GOST 12.1.005–88* [The Code of Practice on Design and Construction (The Code of Practice of Russia) No. 12.1.005–88]. *Sistema standartov bezopasnosti truda. Obshhie sanitarno-gigienicheskie trebovaniya k vozdukhу rabochej zony (s Izm. №1)* [System of labor safety standards. General sanitary and hygienic requirements for the air of the working area (with Amendment No. 1)]. Date of impl.: January 1, 1989. [In Russian]
4. *SanPiN 2.1.3.2630–10* [Sanitary and Epidemiological Rules and Regulations of Russia (Russian Public Health Regulations) No. 2.1.3.2630–10]. *Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovaniya k organizatsijam, osushhestvlyajushhim meditsinskuju dejatel'nost' (s Izm. na 27.11.2022)* [Sanitary and epidemiological requirements for organizations engaged in medical activities (as amended of November 27, 2022)]. *Utv. postanovleniem Glavnogo gos. sanitarnogo vracha RF ot 18.05.2010 №58* [Approved by the Decree of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation No. 58 of May 18, 2010]. [In Russian]