



РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК

ISBN 978-5-98267-075-5

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ ПАРТНЕРСТВО
«Инженеры по отоплению, вентиляции,
кондиционированию воздуха, теплоснабжению
и строительной теплофизике» (НП «АВОК»)
www.abok.ru

Предисловие

Сведения о рекомендациях

1 РАЗРАБОТАНЫ творческим коллективом специалистов некоммерческого партнерства «Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике» (НП «АВОК»):

Ю. А. Табунщиков, доктор техн. наук, проф. (НП «АВОК») – руководитель;

Ю. В. Миллер (НП «АВОК»).

2 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Президента НП «АВОК» от 1 февраля 2012 г.

3 ВВОДЯТСЯ ВПЕРВЫЕ.

© ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС», 2012

Настоящий документ является интеллектуальной собственностью ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС» и не может быть полностью или частично воспроизведен без официального разрешения ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС».

Содержание

Введение.....	IV
1 Область применения.....	1
1.1 Назначение программы.....	1
1.2 Физическая модель.....	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины и определения	1
4 Работа с программой	2
4.1 Установка	2
4.2 Запуск и активация.....	2
4.3 Авторизация и регистрация	3
4.4 Деинсталляция	3
4.5 Создание проекта.....	3
5 Ввод исходных данных	4
5.1 Объект.....	4
5.2 Температурные показатели	5
5.3 Обогреваемая площадка	6
5.4 Нагревательный элемент	6
5.5 Теплоноситель	6
5.6 Расчетные периоды	6
6 Проведение расчета и представление результатов.....	7
6.1 Проведение расчета	7
6.2 Представление результатов	7
7 Обновление программы	8
Приложение А (справочное) Пример теплотехнического расчета системы жидкостного обогрева поля стадиона с травяным покровом	9
Приложение Б (справочное) Пример теплотехнического расчета системы электрического обогрева подъездного пути.....	11
Приложение В (рекомендуемое) Рекомендации по эксплуатации системы обогрева открытых площадок с травяным покровом	12

Введение

Примерами открытых обогреваемых площадок являются тротуары, подъездные пути, спортивные и детские площадки, поля стадионов.

При эксплуатации открытых площадок предъявляются технологические требования к температуре их поверхности. С целью обеспечения этих требований, например для недопущения обледенения поверхности тротуаров, подъездных путей, спортивных и детских площадок или для обеспечения условий сохранения травяного покрова на поверхности полей стадионов, применяется система обогрева.

Основным назначением этой системы является поддержание посредством нагревательных элементов, уложенных в конструкции площадки, нормативных значений температуры поверхности площадки или температуры корневой зоны, если площадка имеет травяной покров.

Настоящие рекомендации содержат описание работы с программой, предназначенной для теплотехнического расчета системы обогрева открытых площадок.

Программа основана на математической двумерной модели, разработанной Ю. А. Табунчиковым и Д. Ю. Хромцом, реализующей метод теплотехнического расчета системы обогрева открытых площадок. Математическая модель и ее реализация были подтверждены специальными натурными исследованиями и сопоставительными расчетами.

РЕКОМЕНДАЦИИ АВОК

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СИСТЕМЫ ОБОГРЕВА ОТКРЫТЫХ ПЛОЩАДОК HEATING LOAD CALCULATIONS IN THE DESIGN OF THE HEATING SYSTEMS FOR THE OPEN AREAS

Дата введения — 2012-02-20

1 Область применения

1.1 Назначение программы

1.1.1 Программа предназначена для теплотехнического расчета системы обогрева открытых площадок, таких как тротуар, подъездной путь, спортивная и детская площадки, а также поле стадиона с травяным покровом, укрываемое в нерабочее время покровным материалом с целью энергосбережения.

1.1.2 Программа позволяет рассчитать:

- минимальный расход теплоносителя, необходимый для поддержания требуемого значения температуры поверхности площадки или температуры корневой зоны, если площадка имеет травяной покров;
- температуру теплоносителя, необходимую для поддержания требуемого значения температуры поверхности площадки или температуры корневой зоны, если площадка имеет травяной покров, а также при укрытии площадки покровным материалом с целью энергосбережения;
- производительность системы обогрева, обеспечивающую требуемый температурный режим эксплуатации поверхности площадки;
- теплоотдачу нагревательных элементов;
- количество тепловой энергии за расчетный период, необходимое для поддержания нормативных значений температуры поверхности площадки или температуры корневой зоны, если площадка имеет травяной покров;
- максимально возможный шаг нагревательных элементов, при котором температура поверхности площадки изменяется в пределах заданных допустимых значений;
- количество теплоты за период эксплуатации.

1.2 Физическая модель

Физическая модель открытой обогреваемой площадки, принятая в программе, представляет собой полуограниченный массив, для которого справедливы условия двумерного температурного поля. Массив разделен на n слоев, каждый из которых однороден и имеет теплофизические характеристики, изменяющиеся только во времени. При системе жидкостного обогрева температура источника теплоты изменяется по его длине, при системе электрического обогрева — остается постоянной. Источник теплоты считается точечным, поскольку диаметр нагревательных элементов значительно меньше глубины заложения и их шага (рисунок 1).

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

СНиП 23-01-99* Строительная климатология

СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий

СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование

СП 31-115-2006 Открытые плоскостные физкультурно-спортивные сооружения

ГОСТ Р 50571.25-2001 Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Электроустановки зданий и сооружений с электрообогреваемыми полами и поверхностями

3 Термины и определения*

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

* Термины и определения, используемые в настоящих рекомендациях, соответствуют по физическому содержанию терминам и определениям, принятым в нормативно-методической литературе и/или не противоречат им.

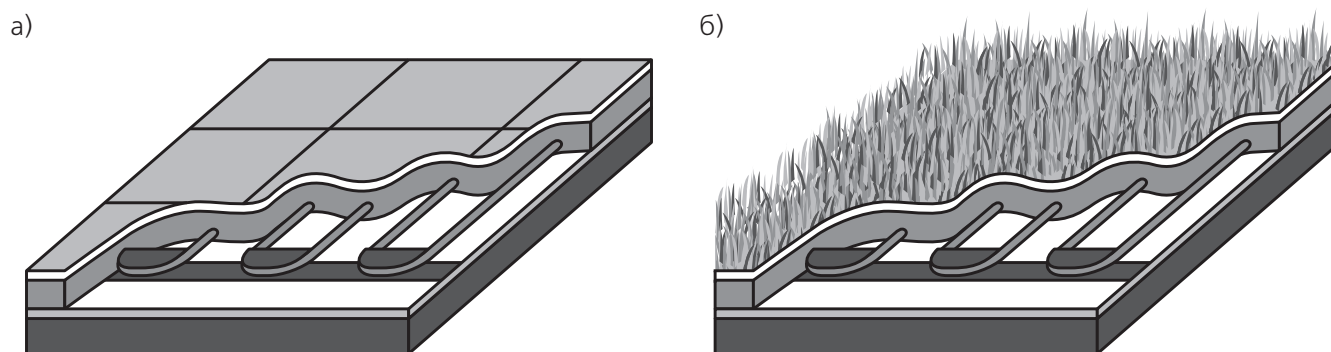


Рисунок 1 — Физическая модель открытой обогреваемой площадки:
а — тротуар; б — поле стадиона с травяным покровом

3.1 воздушная прослойка: Воздушное пространство между корневой зоной площадки и покровным материалом.

3.2 глубина заложения нагревательных элементов, м: Расстояние от поверхности площадки до оси нагревательного элемента.

3.3 корневая зона: Верхняя часть почвенного покрова, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и биологическими свойствами.

3.4 коэффициент теплопроводности материала, Вт/(м·°С): Величина, численно равная плотности теплового потока, проходящего в изометрических условиях через слой материала толщиной в 1 м при разности температур на его поверхностях 1 °С.

(МГСН 2.01–99, приложение 3.1, пункт 2.1)

3.5 нагревательный кабель: Кабельное изделие, предназначенное для преобразования электрической энергии в тепловую в целях нагрева.

(ГОСТ Р 50571.25–2001, пункт 3.12)

3.6 нагревательный элемент: Элемент системы обогрева, осуществляющий передачу теплоты нагреваемому массиву открытой площадки.

3.7 открытая обогреваемая площадка: Площадка, размещенная вне здания, в конструкции которой предусмотрена система с нагревательными элементами.

3.8 расход теплоносителя, кг/ч: Количество теплоносителя, протекающее за единицу времени через нагревательный элемент.

3.9 система жидкостного обогрева открытой площадки: Система труб, расположенная на глубине заложения нагревательных элементов в массиве площадки.

3.10 система электрического обогрева открытой площадки: Электрический нагревательный кабель, расположенный на глубине заложения нагревательных элементов в массиве площадки.

3.11 теплоноситель: Движущаяся среда, используемая для передачи теплоты от более нагретого тела к менее нагретому.

3.12 шаг нагревательных элементов, м: Расстояние между осями двух соседних нагревательных элементов.

4 Работа с программой

4.1 Установка

Для установки программы необходимо поместить диск в привод CD-ROM. Установочный файл запустится автоматически, после чего на экране появятся инструкции по инсталляции программы.

Примечание — Если установочный файл не запускается автоматически (на компьютере пользователя отключена функция автозапуска для данного привода), следует открыть файл «Расчет обогрева площадок.exe» вручную.

4.2 Запуск и активация

Для запуска программы необходимо выбрать пункт «Расчет обогрева площадок» в подразделе меню «Пуск», указанном при инсталляции программы, либо запустить файл ROP.exe вручную.

Чтобы активировать программу, необходимо ввести в соответствующее поле буквенно-цифровой ключ, поставляемый вместе с программой (рисунок 2).

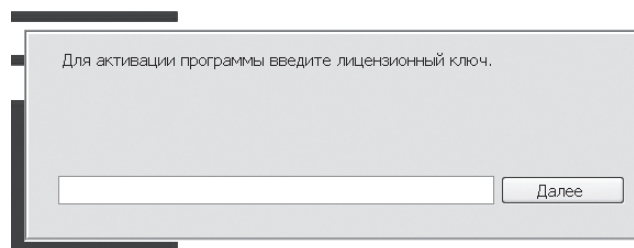


Рисунок 2 — Активация программы

4.3 Авторизация и регистрация

После прохождения активации необходимо привязать введенный ключ к своему АВОК-аккаунту. Если АВОК-аккаунт уже существует, данные для авторизации вводятся в левой колонке. Для создания АВОК-аккаунта используется регистрационная форма, расположенная в правой колонке (рисунок 3).

Рисунок 3 — Авторизация и регистрация

Примечание — АВОК-аккаунт — учетная запись, создаваемая при регистрации программ АВОК. Используется для авторизации во всех программах, выпускаемых «АВОК-ПРЕСС».

Если ключ уже был зарегистрирован ранее, появится окно авторизации, в котором необходимо подтвердить свое право на его обладание (рисунок 4).

Рисунок 4 — Авторизация

Пароль можно восстановить, нажав кнопку «Забыли пароль?». В открывшемся окне сайта нужно ввести e-mail, который был указан при регистрации АВОК-аккаунта, после чего на данный e-mail будет выслан пароль.

Примечание — Для авторизации, регистрации и восстановления пароля необходимо подключение к Интернету.

4.4 Деинсталляция

Для деинсталляции программы необходимо выбрать команду «Установка и удаление программ»

(меню «Пуск» → «Панель управления»); в списке программ выбрать «Теплотехнический расчет системы обогрева открытых площадок», версия 1.0» и нажать кнопку «Удалить».

4.5 Создание проекта

Для создания нового проекта можно использовать следующие способы:

1 В приветственном окне программы нажать кнопку «Новый файл» (рисунок 5).

Рисунок 5 — Создание нового проекта в приветственном окне программы

2 В меню «Файл» выбрать команду «Новый» (рисунок 6).

Рисунок 6 — Создание нового проекта в меню «Файл»

Уже имеющийся проект можно загрузить следующими способами:

1 В приветственном окне программы выбрать строку «Загрузить ранее сохраненный проект» и нажать кнопку «Далее» или дважды щелкнуть по строке левой кнопкой мыши.

2 В приветственном окне программы выбрать строку с адресом файла проекта и нажать кнопку «Далее» или дважды щелкнуть по строке левой кнопкой мыши. Такая возможность появляется, если с этим проектом работали на данном компьютере.

В списке отображаются девять последних редактируемых файлов (рисунок 7).

Рисунок 7 — Загрузка существующего проекта в приветственном окне программы

3 В меню «Файл» выбрать команду «Открыть» (рисунок 8).

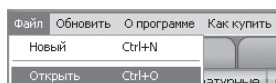


Рисунок 8 — Загрузка существующего проекта в меню «Файл»

Чтобы сохранить проект в тот же файл, необходимо в меню «Файл» выбрать команду «Сохранить». Для сохранения проекта в любом другом месте и с любым другим именем используют команду «Сохранить как». При создании нового проекта ему должно быть присвоено уникальное имя (рисунок 9).

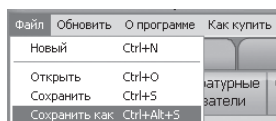


Рисунок 9 — Сохранение проекта

Для хранения исходных данных проекта используется формат РОП (расчет обогрева площадок), т. е. вся необходимая информация об объекте и условиях его функционирования хранится в соответствующем файле с расширением «.роп», например файл «Пример А.роп».

Примечание — Поскольку различные объекты часто имеют одинаковые данные, при создании новых проектов рекомендуется загрузить какой-либо из уже имеющихся вариантов (меню «Файл» → команда «Открыть»), например файл «Пример А.роп», и, отредактировав соответствующие величины, сохранить проект под новым именем в какой-либо папке (меню «Файл» → команда «Сохранить как»).

После того как расчетный вариант (проект) выбран, открывается окно, в котором кратко описан порядок работы с программой. Данное окно можно отключить при последующих запусках программы, поставив отметку в соответствующем месте.

Для перехода к рабочему окну программы необходимо нажать кнопку «Далее».

В верхней части рабочего окна представлена структура разделов, в нижней части вводятся исходные данные, а также отображаются результаты расчета и отчет.

Примечание — Для последовательной работы с программой рекомендуется пользоваться кнопками «Далее» и «Назад», расположенными в нижнем правом углу окна программы.

5 Ввод исходных данных

В первой вкладке содержатся разделы исходных данных.

Для добавления текстового описания решаемой задачи следует выбрать раздел «Описание задачи» (рисунок 10). В нижней части окна программы вводят любую информацию о рассматриваемом проекте. Размер вводимой информации не ограничен.

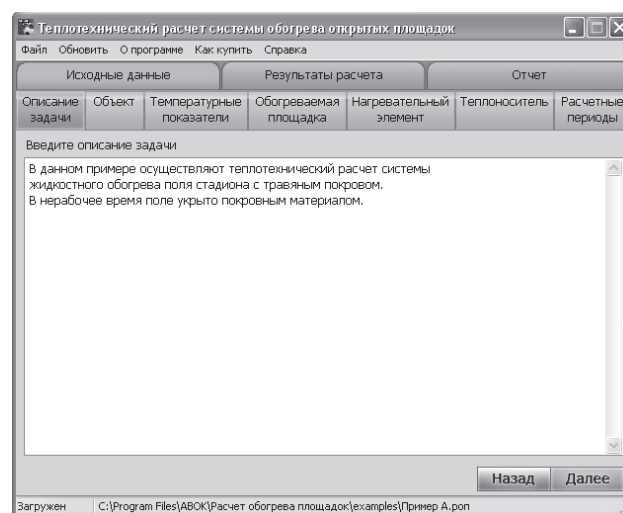


Рисунок 10 — Описание задачи

Примечания:

1 В поля для числовых данных допускается вводить математические выражения, содержащие знаки +, -, *, /, а также заключать выражения в скобки. Например, если ввести «7-(1+2)*2», в появившемся поле появится результат «1».

2 Символ «|» зарезервирован и его нельзя использовать в текстовых полях.

Исходные данные для каждого проекта разбиты на следующие основные разделы:

- объект;
- температурные показатели;
- обогреваемая площадка;
- нагревательный элемент;
- теплоноситель;
- расчетные периоды.

Примечание — Чтобы получить дополнительную информацию о вводимой характеристике, необходимо нажать кнопку со знаком вопроса (рисунок 11а). Чтобы убрать подсказку, нужно нажать кнопку повторно (рисунок 11б). В таблицах подсказки к поясняемым характеристикам открываются при наведении на них курсора (рисунок 11в).

5.1 Объект

В данном разделе задают исходные данные о месте строительства и об условиях функционирования объекта (рисунок 12).

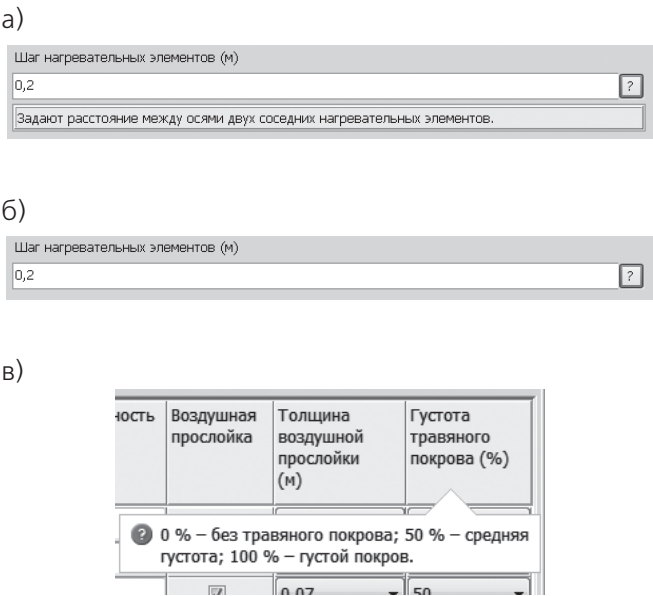


Рисунок 11 – Дополнительная информация о вводимой характеристике: а – открытие подсказки; б – закрытие подсказки; в – открытие подсказки в таблице

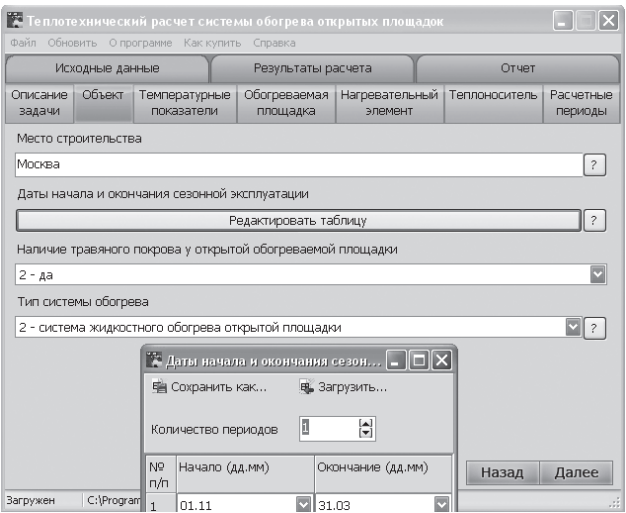


Рисунок 12 – Задание данных об объекте

5.1.1 Место строительства.

Указывают, например, город, в котором находится объект.

5.1.2 Даты начала и окончания сезонной эксплуатации.

Данные о включении и выключении системы обогрева открытых площадок представлены в табличном виде.

Для того чтобы открыть таблицу, необходимо нажать кнопку «Редактировать таблицу». В верхней части окна задают количество периодов. В первом столбце таблицы в выпадающем меню календаря

выбирают начало сезонной эксплуатации (дд.мм), во втором – окончание (дд.мм).

Данные могут быть сохранены и использованы при описании других открытых обогреваемых площадок. Для этого следует использовать кнопки «Сохранить как» и «Загрузить». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов или загрузить ранее сохраненную таблицу. Для хранения этих данных могут быть использованы форматы TXT и CSV, для загрузки – только CSV (разделитель – точка с запятой).

5.1.3 Наличие травяного покрова у открытой обогреваемой площадки.

Варианты ответов:

- нет;
- да.

5.1.4 Тип системы обогрева.

Возможны два варианта задания типа системы обогрева:

- система электрического обогрева открытой площадки;
- система жидкостного обогрева открытой площадки.

5.2 Температурные показатели

В данном разделе задают основные температурные показатели эксплуатации открытой обогреваемой площадки (рисунок 13).

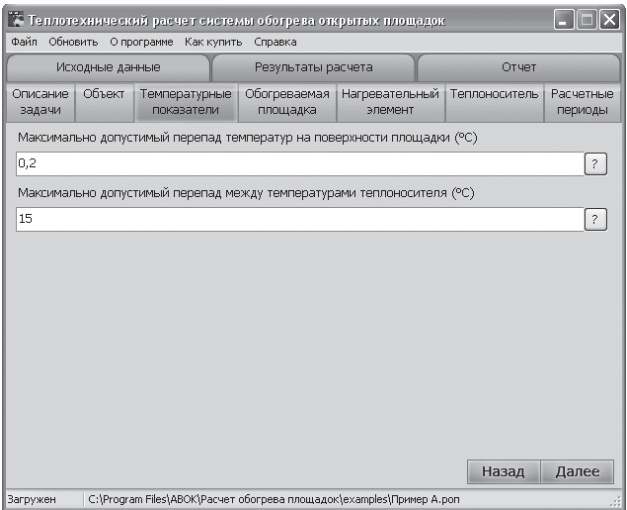


Рисунок 13 – Задание температурных показателей

5.2.1 Максимально допустимый перепад температур на поверхности площадки (°C).

Задают максимально возможную разность между температурами точек поверхности площадки, расположенных над нагревательным элементом и между двумя соседними нагревательными элементами.

5.2.2 Максимально допустимый перепад между температурами теплоносителя ($^{\circ}\text{C}$).

Задают максимально допустимый перепад между температурами теплоносителя на входе в нагревательный элемент и выходе из него.

Показатель задают при выборе системы жидкостного обогрева открытой площадки (см. 5.1.4).

5.3 Обогреваемая площадка

В данном разделе задают основные параметры открытой обогреваемой площадки (рисунок 14).

Рисунок 14 — Ввод данных об открытой обогреваемой площадке

5.3.1 Глубина заложения нагревательных элементов (м).

Задают расстояние от поверхности площадки до оси нагревательного элемента.

5.3.2 Шаг нагревательных элементов (м).

Задают расстояние между осями двух соседних нагревательных элементов.

5.3.3 Коэффициент теплопроводности материала между нагревательными элементами и поверхностью площадки ($\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$).

5.4 Нагревательный элемент

В данном разделе задают характеристики нагревательного элемента (рисунок 15).

5.4.1 Наружный диаметр трубы / нагревательного кабеля (м).

5.4.2 Толщина стенки трубы (м).

Задают при выборе системы жидкостного обогрева открытой площадки (см. 5.1.4).

5.4.3 Коэффициент теплопроводности материала стенки трубы ($\text{Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$).

Задают при выборе системы жидкостного обогрева открытой площадки (см. 5.1.4).

5.4.4 Длина трубы / нагревательного кабеля (м).

5.4.5 Количество нагревательных элементов.

Рисунок 15 — Ввод данных о нагревательном элементе

5.5 Теплоноситель

В данном разделе задают основные характеристики теплоносителя (рисунок 16). Раздел заполняют при выборе системы жидкостного обогрева открытой площадки (см. 5.1.4).

Рисунок 16 — Ввод данных о теплоносителе

5.5.1 Вид теплоносителя.

Добавляют описание теплоносителя.

Пример — Водный раствор этиленгликоля, 20 %.

5.5.2 Теплоемкость теплоносителя ($\text{кДж}/(\text{кг}\cdot^{\circ}\text{C})$).

5.6 Расчетные периоды

В данном разделе задают параметры эксплуатации открытой обогреваемой площадки, характерные для каждого расчетного периода (рисунок 17).

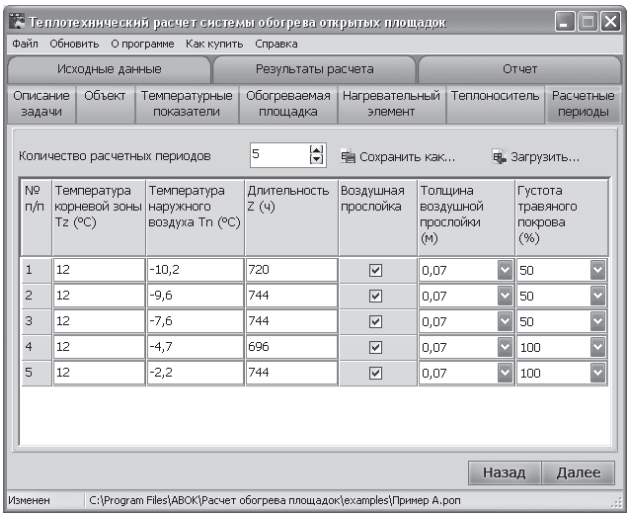


Рисунок 17 – Ввод параметров для расчетных периодов

Параметры эксплуатации площадки представлены в табличном виде.

В верхней части окна задают количество расчетных периодов.

Для каждого расчетного периода вводят следующие параметры:

- температуру поверхности площадки или температуру корневой зоны, если площадка имеет травяной покров, характерные для расчетного периода, T_z (°C); определяют по техническому заданию;
- температуру наружного воздуха, характерную для расчетного периода, T_n (°C); вводят среднее значение температуры наружного воздуха для расчетного периода; определяют согласно условиям эксплуатации открытой обогреваемой площадки и по техническому заданию;
- длительность расчетного периода Z (ч);
- наличие воздушной прослойки; ставят отметку, если площадку укрывают покровным материалом;
- толщину воздушной прослойки (м); в выпадающем меню выбирают значение толщины воздушной прослойки (0,03 или 0,07 м);
- густоту травяного покрова (%); в выпадающем меню выбирают значение густоты травяного покрова (0 % – без травяного покрова; 50 % – средняя густота; 100 % – густой покров).

Данные о наличии воздушной прослойки, высоте и густоте травяного покрова вводят, если выбрана открытая обогреваемая площадка с травяным покровом (см. 5.1.3).

Данные могут быть сохранены и использованы при описании других открытых обогреваемых площадок. Для этого следует использовать кнопки «Сохранить как» и «Загрузить». На экране появится окно, в котором необходимо выделить папку для сохранения результатов или загрузить ранее сохраненную

таблицу. Для хранения этих данных могут быть использованы форматы TXT и CSV, для загрузки – только CSV (разделитель – точка с запятой).

6 Проведение расчета и представление результатов

6.1 Проведение расчета

После ввода всех необходимых исходных данных осуществляют расчет. Расчет результатов происходит по нажатию вкладок «Результаты расчета» или «Отчет».

При необходимости исходные данные могут быть изменены в соответствующем разделе, после чего произойдет автоматический перерасчет и появятся новые расчетные значения.

6.2 Представление результатов

Существует два варианта представления результатов расчета:

1 Результаты расчета (рисунок 18): результаты расчета для каждого расчетного периода в виде таблицы следующих параметров:

- а) система жидкостного обогрева открытой площадки:
- расход теплоносителя (кг/ч);
- температура теплоносителя (°C);
- количество теплоты теплоносителя на входе в нагревательный элемент, необходимое для обеспечения заданных параметров по всей длине нагревательного элемента (Вт/м);
- теплоотдача нагревательных элементов (Вт/м);
- количество теплоты за расчетный период, необходимое для поддержания нормативных значений температуры поверхности площадки или температуры корневой зоны, если площадка имеет травяной покров (кВт·ч/кв. м);
- максимально возможный шаг нагревательных элементов (для наиболее холодного периода

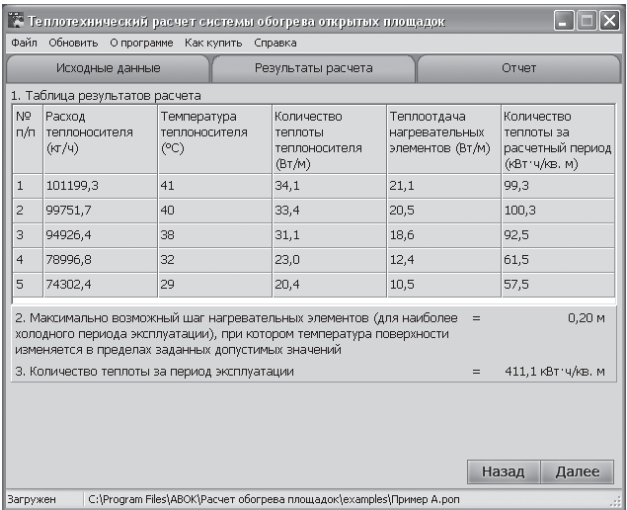


Рисунок 18 – Окно результатов расчета

эксплуатации), при котором температура поверхности изменяется в пределах заданных допустимых значений (м); если принять величину максимального шага нагревательных элементов за расчетную, необходимо задать ее в 5.3.2;

б) система электрического обогрева открытой площадки:

- теплоотдача нагревательных элементов (Вт/м);
- количество теплоты за расчетный период, необходимое для поддержания нормативных значений температуры поверхности площадки или температуры корневой зоны, если площадка имеет травяной покров (кВт•ч/кв. м).

Кроме того, в обоих случаях рассчитывается количество теплоты за период эксплуатации (кВт•ч/кв. м).

2 Отчет (рисунок 19): исходные данные, соответствующие описанным в разделе 5, и результаты расчета, аналогичные указанным выше.

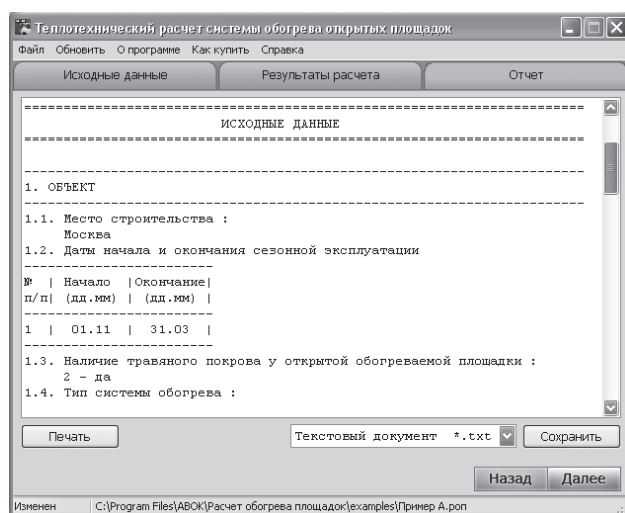


Рисунок 19 — Окно отчета

Чтобы распечатать отчет, нужно нажать кнопку «Печать». В этом случае открывается стандартное диалоговое окно печати.

Отчет может быть сохранен в одном из двух форматов — TXT и DOC. Выбор формата осуществляют

в выпадающем меню в нижней части окна программы, сохранение результатов — по нажатию кнопки «Сохранить». По умолчанию файлу присваивается имя, которое имеет следующую структуру: «имя исходного файла» — Отчет.txt. Например, если в качестве исходного файла был выбран «Пример А.роп», то отчет сохранится в файле «Пример А — Отчет.txt». В дальнейшем имя отчетного файла может изменяться.

7 Обновление программы

Для проверки наличия на сервере новых версий программы и последующего ее обновления необходимо выбрать в меню «Обновить» (рисунок 20). Также можно запустить файл Update.exe из папки с файлом программы.

Примечания:

1 Для проверки версии программы и ее обновления необходимо подключение к Интернету.

2 Обновление программы возможно при наличии прав администратора.

3 Для запуска программы с правами администратора необходимо щелкнуть по файлу Update.exe правой кнопкой мыши и выбрать команду «Запуск от имени Администратора». В разных версиях Windows название команды может незначительно отличаться.



Рисунок 20 — Обновление в меню программы

В появившемся окне необходимо нажать кнопку «Скачать» (рисунок 21). В случае успешного обновления запустится новая версия программы.

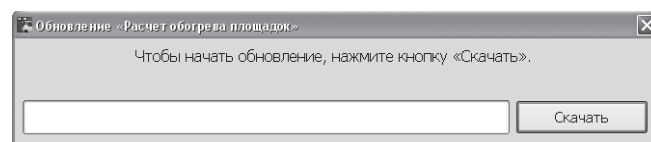


Рисунок 21 — Окно обновления программы

Пример теплотехнического расчета системы жидкостного обогрева поля стадиона с травяным покровом

В данном примере осуществляют теплотехнический расчет системы жидкостного обогрева поля стадиона с травяным покровом. В нерабочее время поле укрыто покровным материалом, согласно рекомендациям, указанным в приложении В.

А.1 Исходные данные

1. Объект

1.1. Место строительства Москва

1.2. Даты начала и окончания сезонной эксплуатации

№ п/п	Начало (дд.мм)	Окончание (дд.мм)
1	01.11	31.03

1.3. Наличие травяного покрова у открытой обогреваемой площадки да

1.4. Тип системы обогрева система жидкостного обогрева открытой площадки

2. Температурные показатели

2.1. Максимально допустимый перепад температур на поверхности площадки 0,2 °С

2.2. Максимально допустимый перепад между температурами теплоносителя 15 °С

3. Обогреваемая площадка

3.1. Глубина заложения нагревательных элементов 0,25 м

3.2. Шаг нагревательных элементов 0,2 м

3.3. Коэффициент теплопроводности материала между нагревательными элементами и поверхностью площадки 1,75 Вт/(м·°С)

4. Нагревательный элемент

4.1. Наружный диаметр трубы 0,025 м

4.2. Толщина стенки трубы 0,0023 м

4.3. Коэффициент теплопроводности материала стенки трубы 0,32 Вт/(м·°С)

4.4. Длина трубы 227 м

4.5. Количество нагревательных элементов 180

5. Теплоноситель

5.1. Вид теплоносителя водный раствор этиленгликоля, 20 %

5.2. Теплоемкость теплоносителя 3,86 кДж/(кг·°С)

6. Расчетные периоды

№ п/п	Температура корневой зоны T_z (°С)	Температура наружного воздуха T_n (°С)	Длительность Z (ч)	Воздушная прослойка	Толщина воздушной прослойки (м)	Густота травяного покрова (%)
1	12	–10,2	720	Да	0,07	50
2	12	–9,6	744	Да	0,07	50
3	12	–7,6	744	Да	0,07	50
4	12	–4,7	696	Да	0,07	100
5	12	–2,2	744	Да	0,07	100

А.2 Результаты расчета

1. Таблица результатов расчета

№ п/п	Расход теплоносителя (кг/ч)	Температура теплоносителя (°C)	Количество теплоты теплоносителя (Вт/м)	Теплоотдача нагревательных элементов (Вт/м)	Количество теплоты за расчетный период (кВт•ч/кв. м)
1	101 199,3	41	34,1	21,1	99,3
2	99 751,7	40	33,4	20,5	100,3
3	94 926,4	38	31,1	18,6	92,5
4	78 996,8	32	23,0	12,4	61,5
5	74 302,4	29	20,4	10,5	57,5

2. Максимально возможный шаг нагревательных элементов (для наиболее холодного периода эксплуатации), при котором температура поверхности изменяется в пределах заданных допустимых значений0,20 м

3. Количество теплоты за период эксплуатации 411,1 кВт•ч/кв. м

Пример теплотехнического расчета системы электрического обогрева подъездного пути

В данном примере осуществляют теплотехнический расчет системы электрического обогрева подъездного пути.

Б.1 Исходные данные

1. Объект

1.1. Место строительства Москва

1.2. Даты начала и окончания сезонной эксплуатации

№ п/п	Начало (дд.мм)	Окончание (дд.мм)
1	01.11	30.11
2	01.03	31.03

1.3. Наличие травяного покрова у открытой обогреваемой площадки нет

1.4. Тип системы обогрева система электрического обогрева открытой площадки

2. Температурные показатели

2.1. Максимально допустимый перепад температур на поверхности площадки 0,5 °С

3. Обогреваемая площадка

3.1. Глубина заложения нагревательных элементов 0,2 м

3.2. Шаг нагревательных элементов 0,2 м

3.3. Коэффициент теплопроводности материала между нагревательными элементами и поверхностью площадки 1,3 Вт/(м·°С)

4. Нагревательный элемент

4.1. Наружный диаметр нагревательного кабеля 0,02 м

4.2. Длина нагревательного кабеля 1 000 м

4.3. Количество нагревательных элементов 1

5. Расчетные периоды

№ п/п	Температура поверхности T_z (°С)	Температура наружного воздуха T_n (°С)	Длительность Z (ч)
1	5	–4,7	720
2	5	–2,3	744

Б.2 Результаты расчета

1. Таблица результатов расчета

№ п/п	Теплоотдача нагревательных элементов (Вт/м)	Количество теплоты за расчетный период (кВт·ч/кв. м)
1	29,3	105,4
2	22,0	82,0

2. Количество теплоты за период эксплуатации 187,4 кВт·ч/кв. м

**Рекомендации по эксплуатации системы обогрева
открытых площадок с травяным покровом**

В.1 Обогрев открытых площадок следует производить в осенний, зимний и весенний периоды.

В.2 В осенний период систему обогрева открытых площадок включают при среднесуточной температуре наружного воздуха ниже 2 °С или при ночных заморозках. Кратковременное снижение температуры наружного воздуха до минус 5 °С безопасно для травяного покрова.

В.3 Если открытую площадку не эксплуатируют в зимний период, систему обогрева отключают при температуре наружного воздуха ниже минус 10 °С, а травяному покрову предоставляют биологический отдых.

В весенний период систему обогрева включают за четыре недели до начала эксплуатации площадки. Предварительный обогрев необходим для оттаивания, сушки грунта и создания благоприятных условий для начала роста травяного покрова.

В.4 Постоянную температуру корневой зоны устанавливают через 24 ч после включения системы обогрева открытых площадок.

В.5 При отрицательных температурах наружного воздуха площадку в нерабочие часы укрывают покровным материалом, например синтетической пленкой, с целью энергосбережения. В зависимости от конструкции площадки и климата может потребоваться покровный материал для защиты ее от снега и дождя.

Максимальное время эксплуатации площадки с травяным покровом без покровного материала составляет 4 ч. Через 1 ч после укрытия площадки покровным материалом температура корневой зоны будет соответствовать требуемому значению.

В.6 При наличии системы аэрации все элементы системы обогрева открытых площадок должны быть расположены на глубине ниже 250 мм.

УДК 796.021:697.34(083.74)

Ключевые слова: система обогрева, открытая площадка, теплотехнический расчет, нагревательный элемент

Руководитель проекта *М. М. Бродач*
Редактор *П. А. Корсунская*
Ответственный за производство *А. Г. Жучков*
Корректор *Н. О. Рычкова*
Компьютерная верстка *Г. Р. Арифалин*

Подписано в печать 27.02.2012. Формат 60х84 1/8. Бумага офсетная.
Гарнитура Фрисет. Печать офсетная. Тираж 500 экз.

ООО ИИП «АВОК-ПРЕСС»
127051, Москва, а/я 141, «АВОК-ПРЕСС»
www.abokbook.ru, e-mail: book@abok.ru
Тел.: (495) 621-80-48, 621-64-29

Отпечатано в ООО «Юнион Принт»

ISBN 978-5-98267-075-5

