

**Энергоэффективное офисное здание «Эко-офис»
по адресу: Московская область, поселение Новоивановское,
Инновационный Центр «Сколково»**

**Расчёт системы сбора низкопотенциального тепла
грунта**

Расчётные нагрузки здания:

- Отопление 37, 15 кВт
- Вентиляция 24,1 кВт
- ГВС 0,975 м³/ч
- Холодоснабжение 75 кВт

К установке на объекте приняты тепловые насосы (по одной единице каждой модели), основные параметры которых на номинальном режиме представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры тепловых насосов на режиме 0/45.

Модель	Теплопроизводительность , кВт	Коэффициент преобразования	Холодопроизводительность, кВт
DHP-R 35	30,3	3,11	20,56
DHP-R 42	36,8	2,91	24,15

Рассматривается система сбора низкопотенциального тепла грунта (СЧТГ), состоящая из 15 грунтовых теплообменников двойной U-образной конструкции глубиной 60 м, изготовленных из полиэтиленовых труб диаметром 40 мм при толщине стенки 3 мм.

Расчёт СЧТГ производится для трёх режимов работы теплонасосной системы:

- Вариант 1 - Отопление, вентиляция, ГВС, пассивное холодоснабжение;
- Вариант 2 - Отопление, вентиляция, ГВС, пассивное холодоснабжение и сброс тепла в грунт;
- Вариант 3 - Отопление, вентиляция, ГВС.

Отопление, вентиляция, ГВС, пассивное холодоснабжение.

Нагрузка пассивного холодоснабжения постоянна и действует в течение апреля, мая и июня. Температура теплоносителя на выходе из грунта при этом не должна превышать 10 °С.

Сброс тепла в грунт ни от солнечного коллектора, ни с конденсаторов тепловых насосов не производится.

С апреля по сентябрь включительно нагрузка ГВС покрывается за счёт солнечных коллекторов.



Рисунок 1. Нагрузка на одну скважину

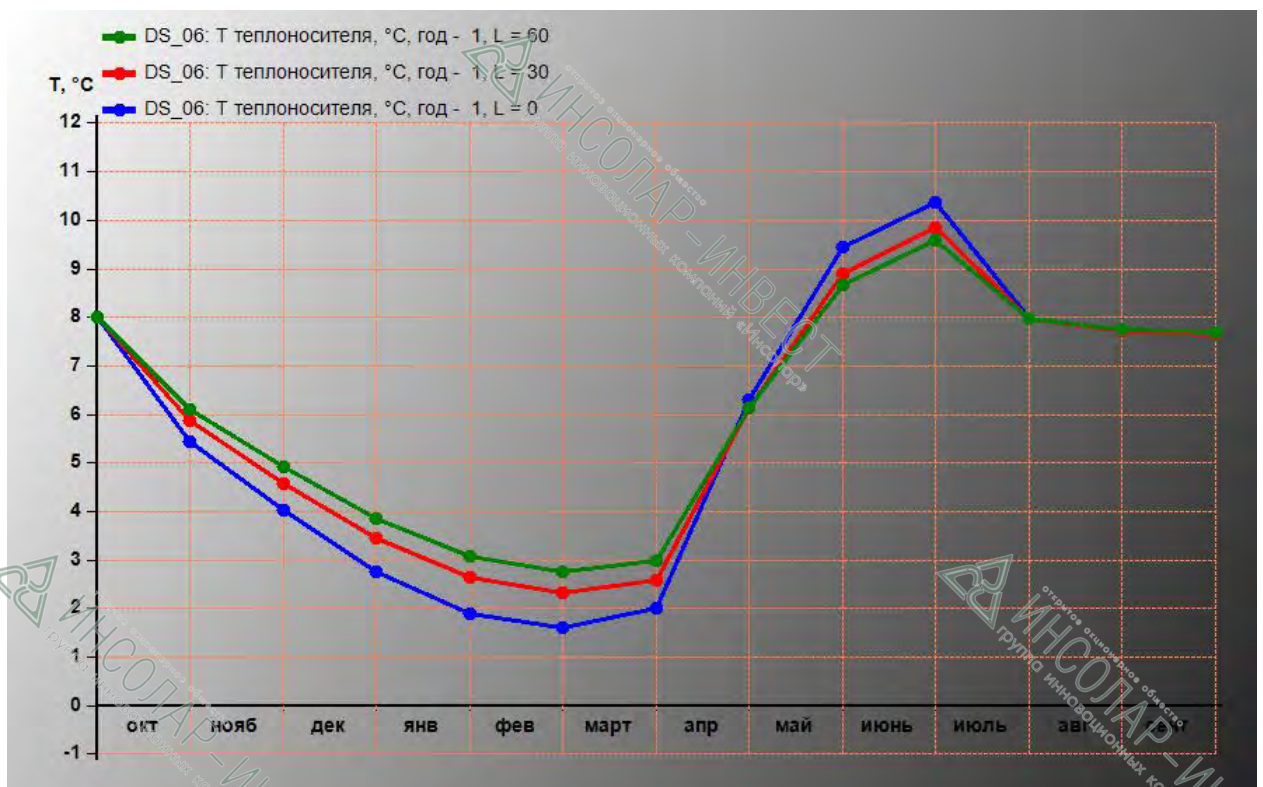


Рисунок 2. Температуры теплоносителя на глубине 0, 30 и 60 м на первый год эксплуатации

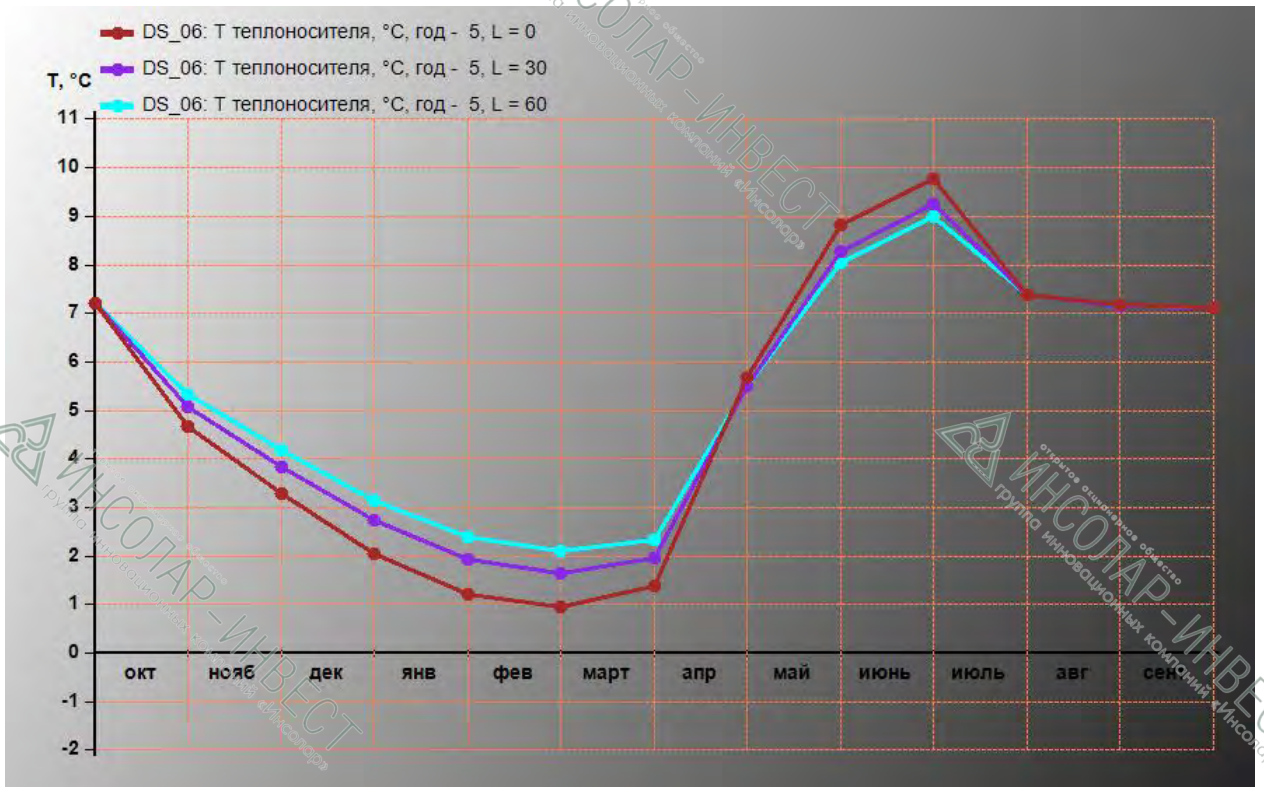


Рисунок 3. Температуры теплоносителя на глубине 0, 30 и 60 м на пятый год эксплуатации

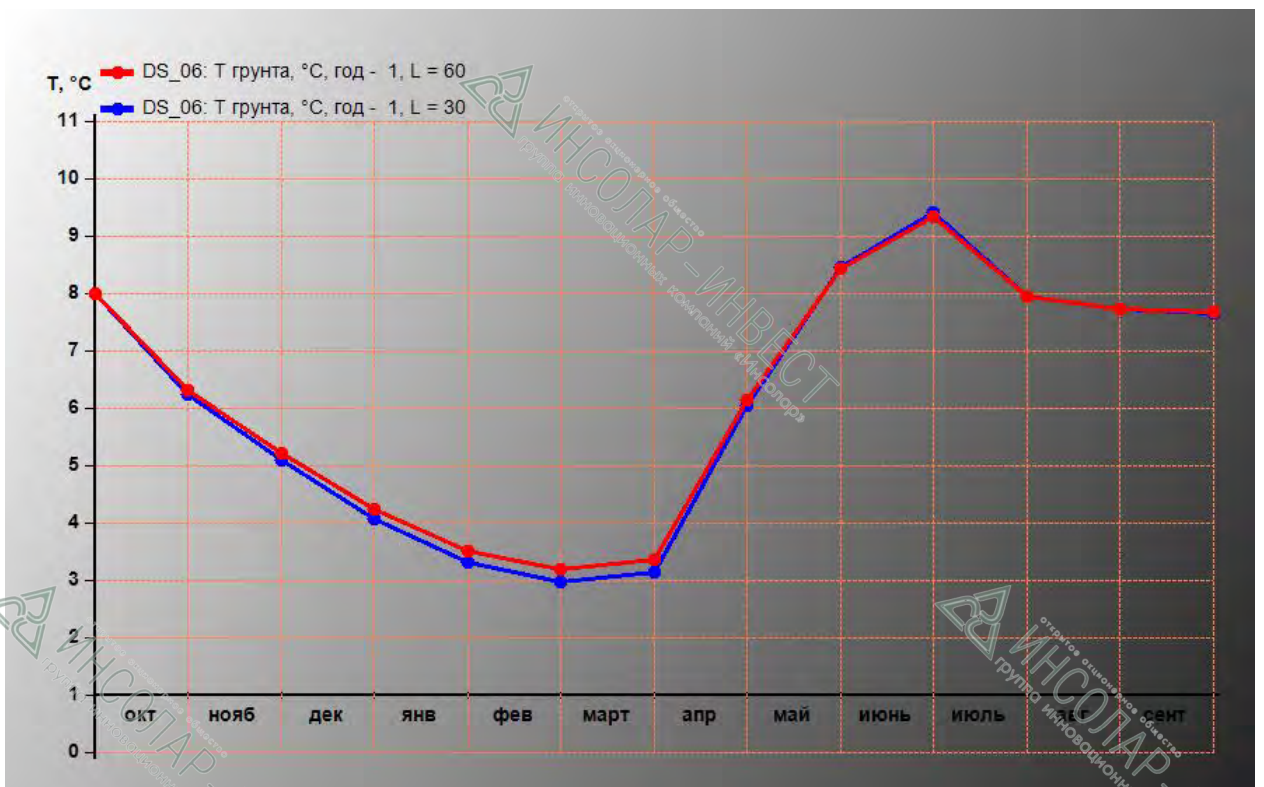


Рисунок 4. Температуры грунта на глубине 30 и 60 м на первый год эксплуатации

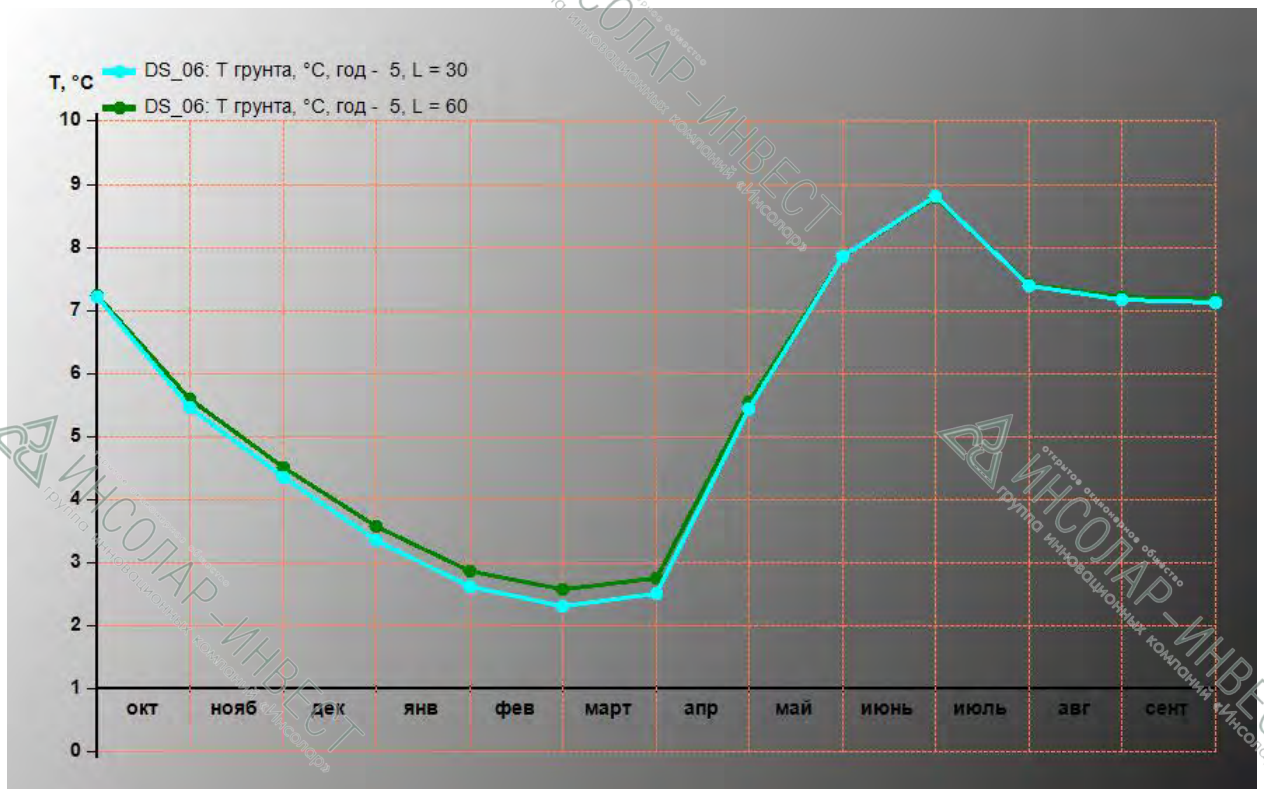


Рисунок 5. Температуры грунта на глубине 30 и 60 м на пятый год эксплуатации

Нагрузка пассивного холодоснабжения максимально составит 18 кВт. При этом теплонасосная система может работать и в режиме активного холодоснабжения, но сброс избыточного тепла в ситуации, когда параллельно осуществляется пассивное холодоснабжение от грунтовой системы и активное – от тепловых насосов, должен осуществляться в сухой охладитель.

Отопление, вентиляция, ГВС, пассивное холодоснабжение и сброс тепла в грунт.

Нагрузка пассивного холодоснабжения постоянна и действует в течение апреля, мая и июня. Температура теплоносителя на выходе из грунта при этом не должна превышать 10 °С.

С апреля по сентябрь включительно нагрузка ГВС покрывается за счёт солнечных коллекторов.

Сброс тепла в грунт от солнечного коллектора и/или с конденсаторов тепловых насосов производится с июля по сентябрь включительно.

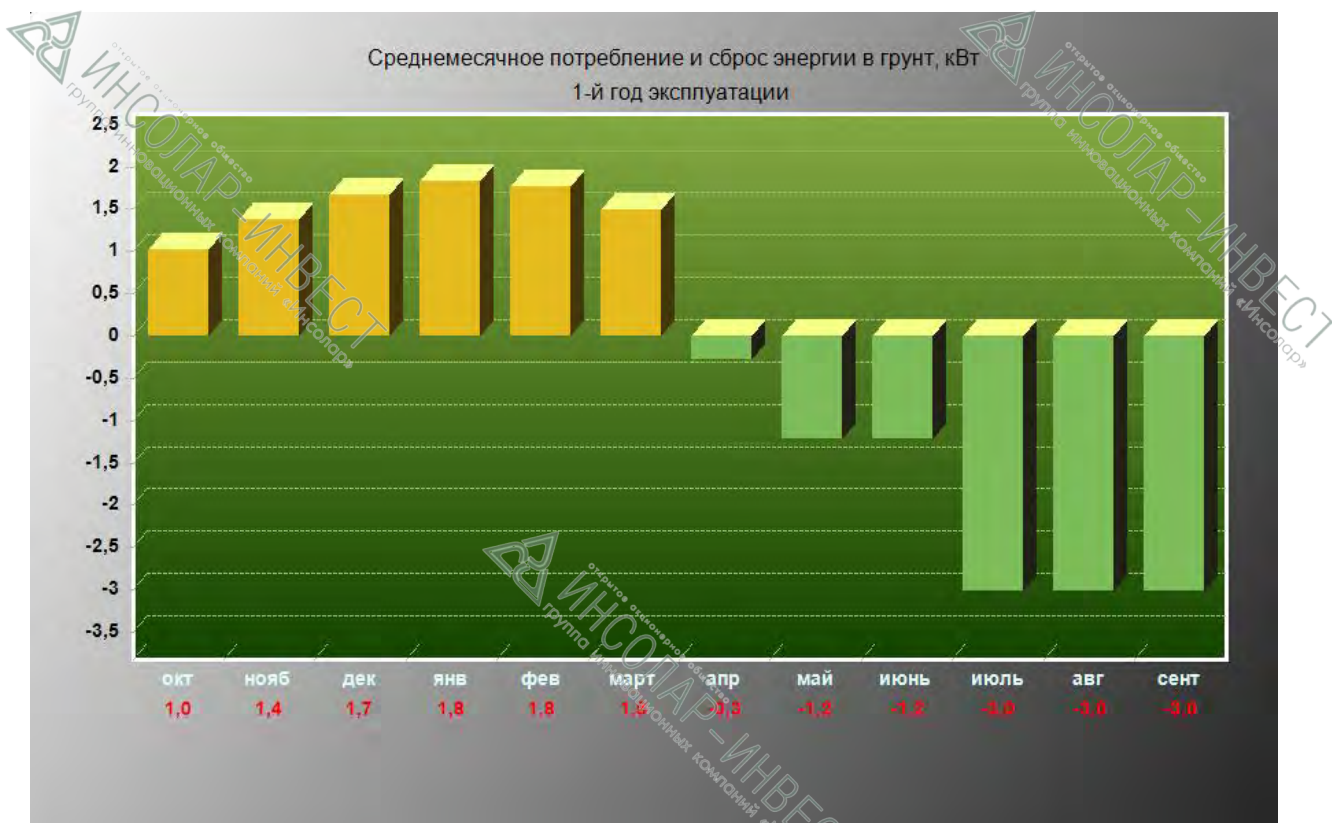


Рисунок 6. Нагрузка на одну скважину

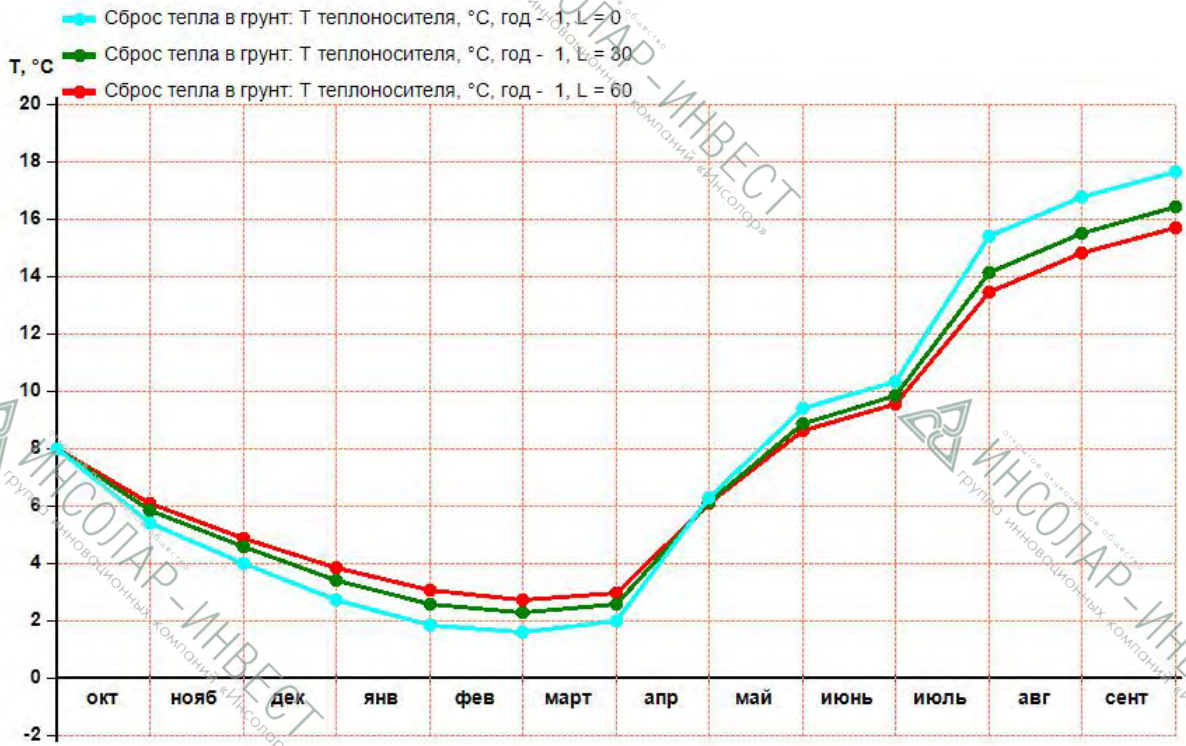


Рисунок 7. Температуры теплоносителя на глубине 0, 30 и 60 м на первый год эксплуатации

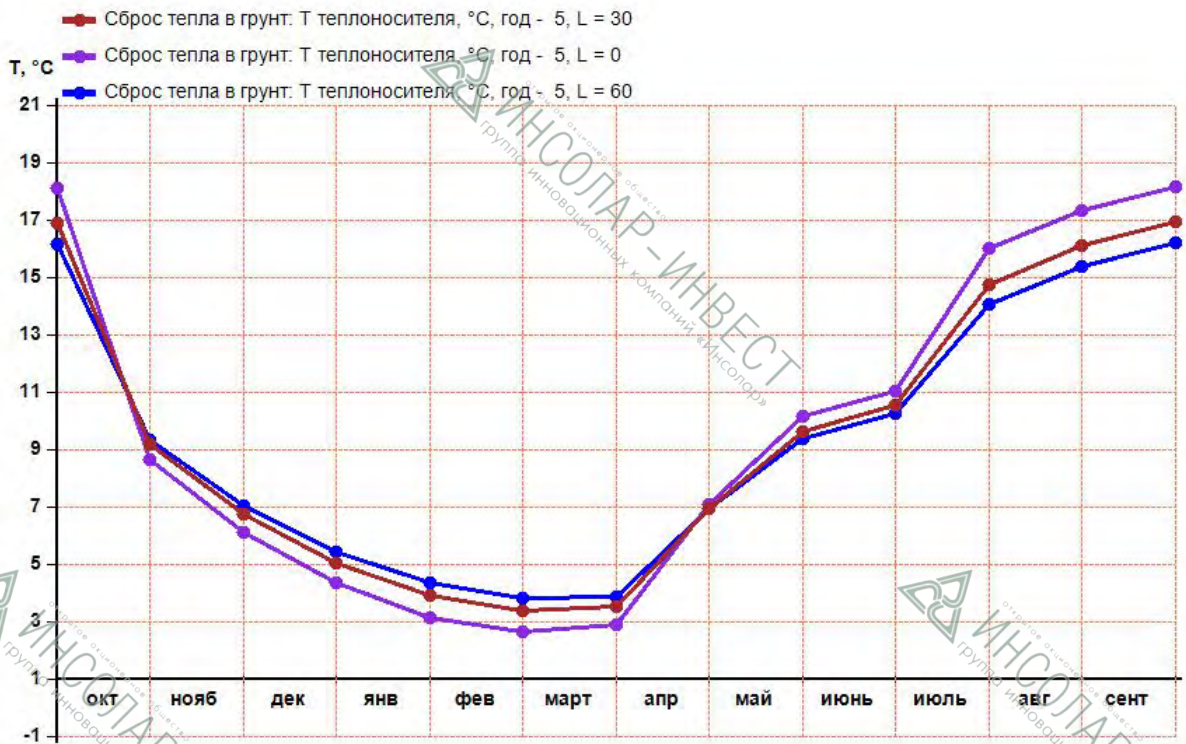


Рисунок 8. Температуры теплоносителя на глубине 0, 30 и 60 м на пятый год эксплуатации

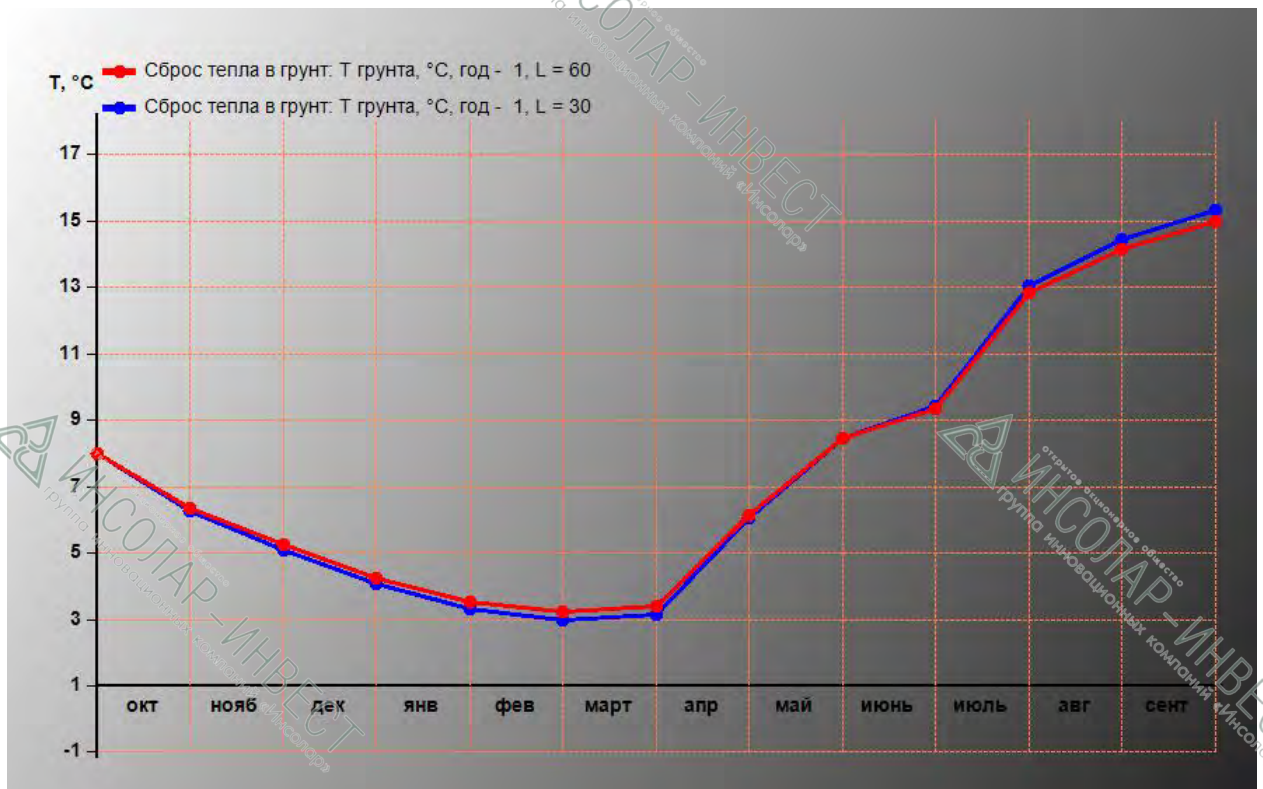


Рисунок 9. Температуры грунта на глубине 30 и 60 м на первый год эксплуатации

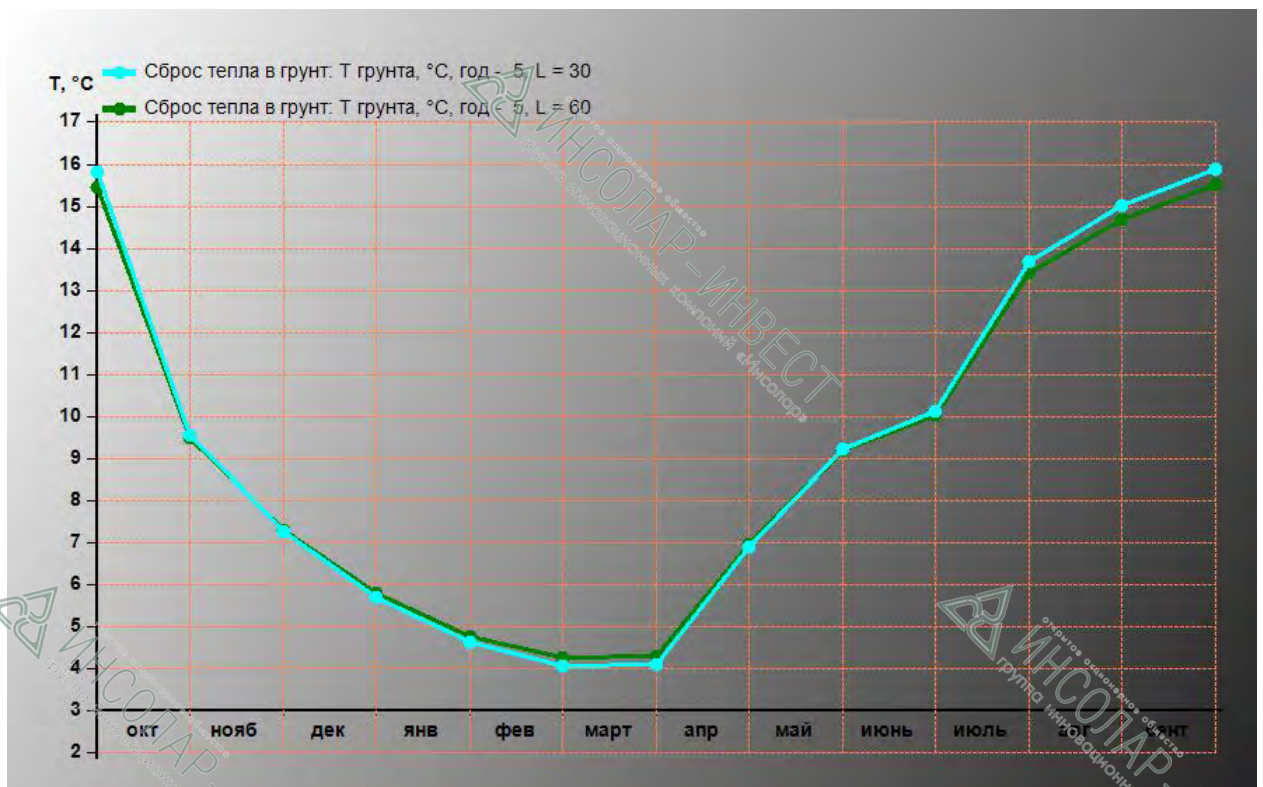


Рисунок 10. Температуры грунта на глубине 30 и 60 м на пятый год эксплуатации

Расчёт проведён из условия сохранения пассивного холодоснабжения в том объёме, который заложен в варианте 1. При этом допустимый постоянный сброс тепла в грунт составит 45 кВт. При увеличении количества сбрасываемого в грунт тепла сокращается время использования грунта в качестве источника пассивного холода. Так, при увеличении сброса до 60 кВт пассивное

охлаждение будет доступно только в течение 2 месяцев вместо 3, заложенных в расчёт. Нагрузка пассивного холодоснабжения максимально составит 18 кВт. При этом теплонасосная система может работать одновременно в режиме активного и пассивного холодоснабжения, но сброс избыточного тепла в ситуации, когда параллельно осуществляется пассивное холодоснабжение от грунтовой системы и активное – от тепловых насосов, должен осуществляться в сухой охладитель.

Стоит отметить, что процессы извлечения тепла и сброса тепла в грунт имеют различающиеся сопутствующие физические эффекты. Так, в случае сброса тепла в грунт происходит высыхание прилегающего к грунтовому теплообменнику массива грунта с соответствующим снижением его теплопроводности, что вызывает резкое падение теплотехнических характеристик грунтовых теплообменников. Особенно это касается теплообменников, размещаемых не в скальных, а в осадочных грунтах, что соответствует рассматриваемой ситуации. Этот эффект будет справедлив как для режима пассивного охлаждения, так и для режима сброса излишков тепла от солнечного коллектора и с конденсаторов тепловых насосов, причём во втором случае влияние его будет значительно сильнее по причине более высоких температур теплоносителя. Для нивелирования этого эффекта целесообразно использовать грунтовые теплообменники с увлажнением. В режиме кондиционирования и сброса тепловой энергии в грунт для увлажнения грунтового массива используют конденсат и/или дождевую воду. При этом предусматривается возможность совпадения циклов увлажнения прилегающего к термоскважинам грунта с циклами включения/выключения оборудования, в этом случае увлажнение производят только во время работы оборудования.

Отопление, вентиляция, ГВС

Критичный режим, при котором не происходит восстановления температурного потенциала грунта ни за счёт пассивного охлаждения, ни за счёт сброса избытков тепла в грунт. Производится только отбор тепла из грунта, ГВС при этом также круглый год обеспечивается от тепловых насосов без использования солнечных коллекторов.



Рисунок 11. Нагрузка на одну скважину

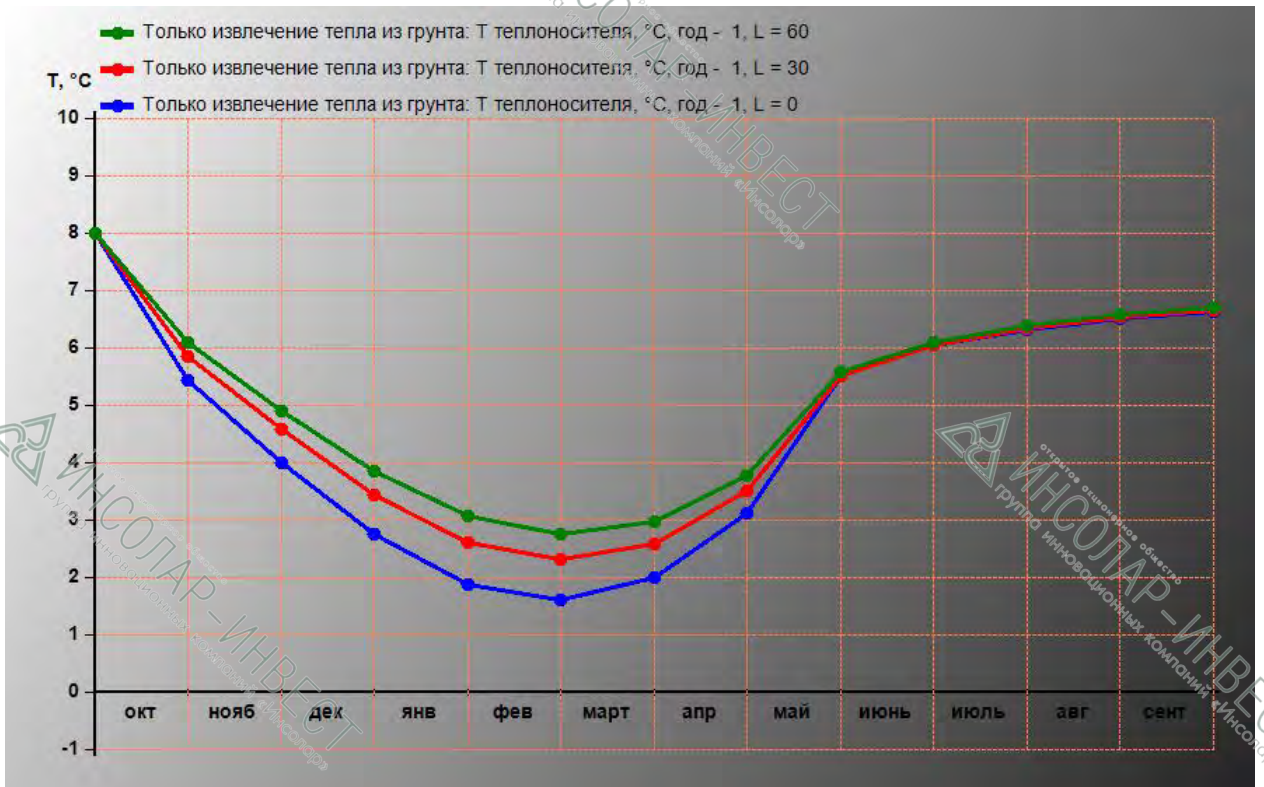


Рисунок 12. Температуры теплоносителя на глубине 0, 30 и 60 м на первый год эксплуатации

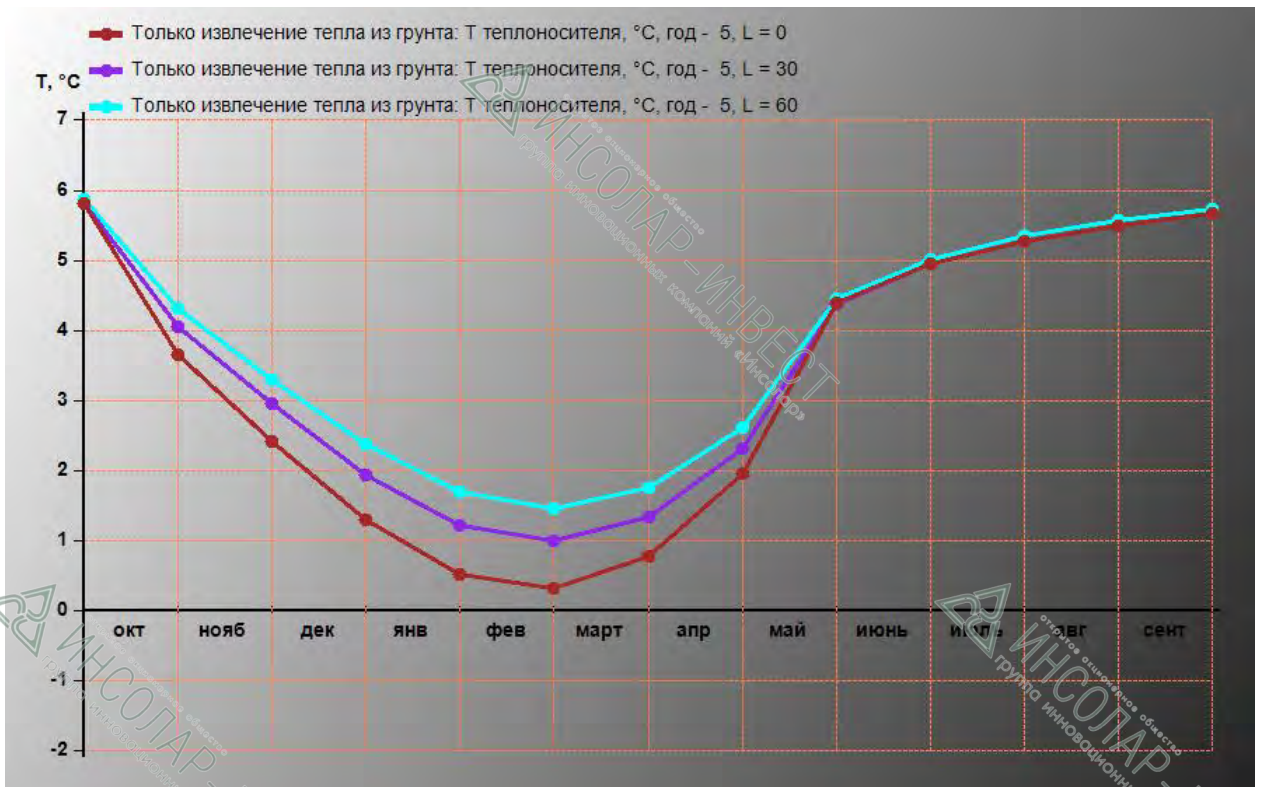


Рисунок 13. Температуры теплоносителя на глубине 0, 30 и 60 м на пятый год эксплуатации

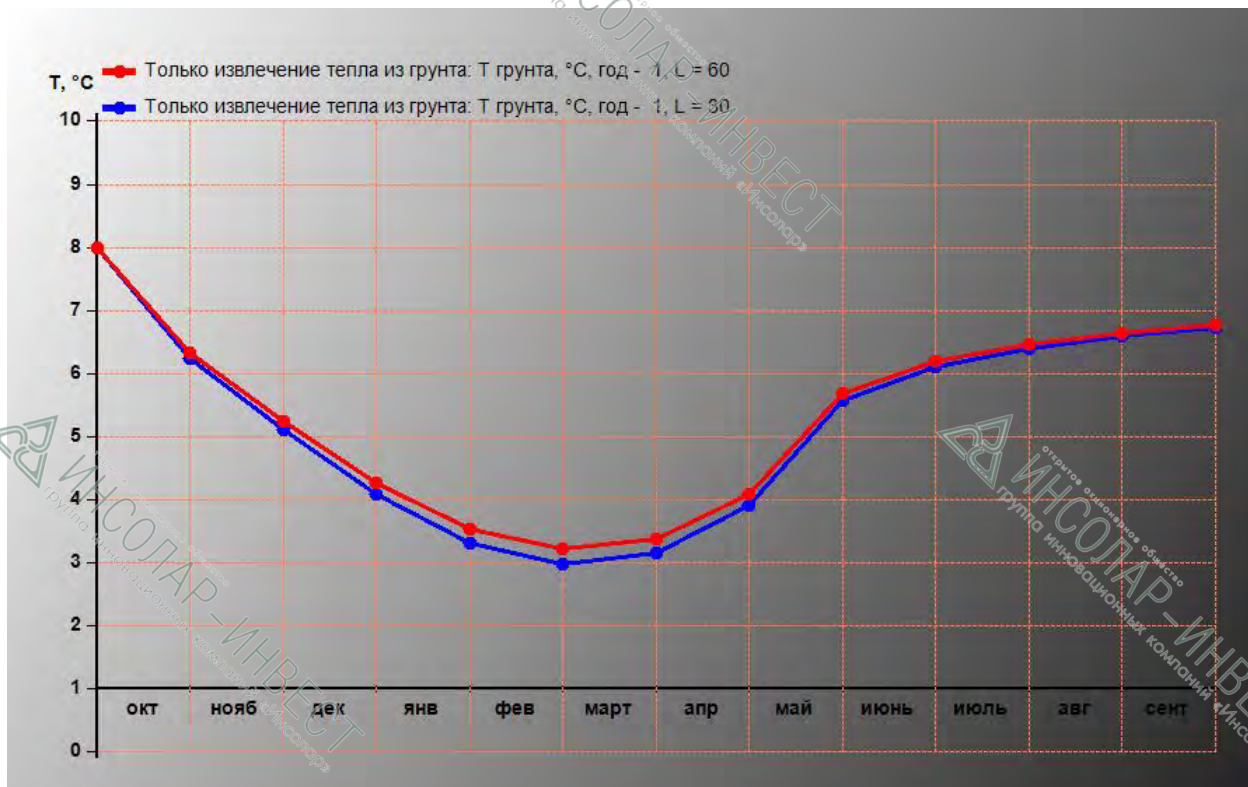


Рисунок 14. Температуры грунта на глубине 30 и 60 м на первый год эксплуатации

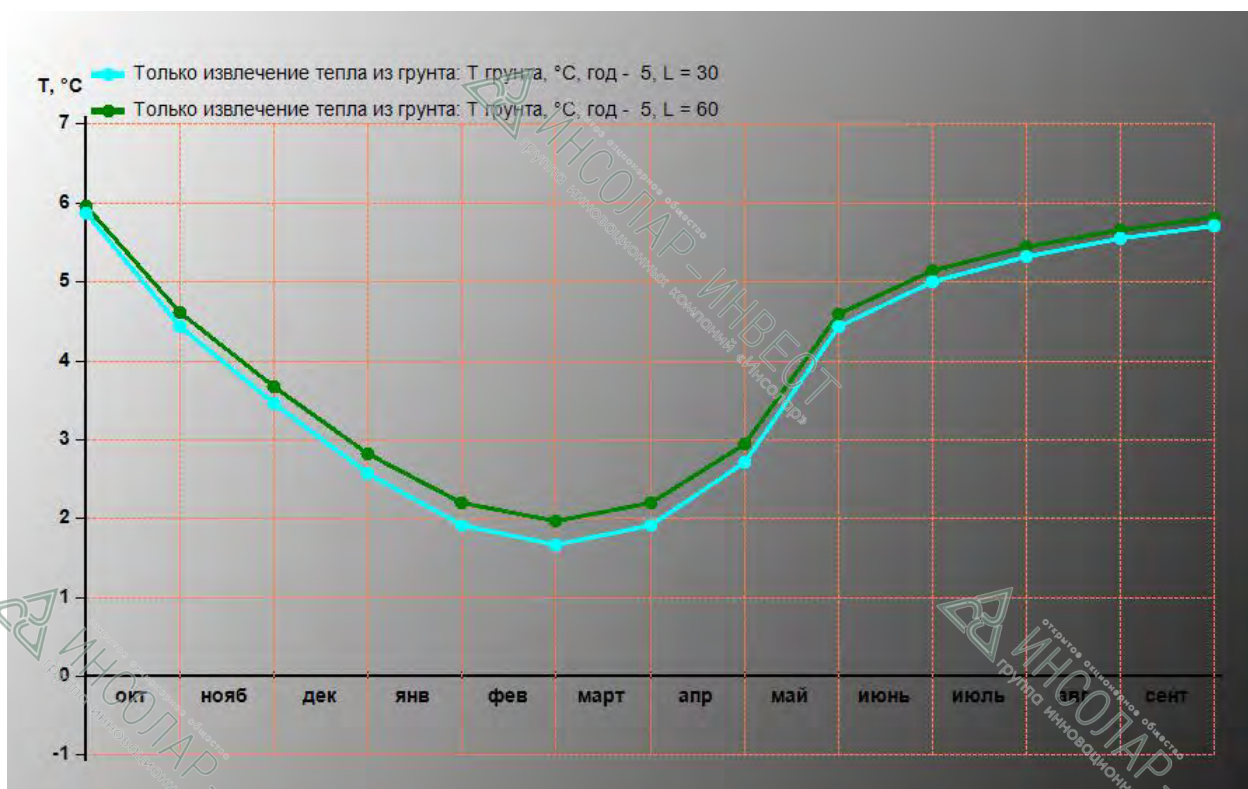


Рисунок 15. Температуры грунта на глубине 30 и 60 м на пятый год эксплуатации

Как видно из рисунка 15, грунт на 5-й год эксплуатации в режиме ТОЛЬКО извлечения тепла выходит на новый, отличный от естественного, температурный режим с несколько (примерно на 2 градуса) более низкими температурами. При этом работоспособность теплонасосной системы полностью сохраняется, хотя и возможно некоторое снижение её эффективности.