

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 17:23:14
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕ-
НИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕР-
ГИИ»
для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

№		Стр.
п/п		
	Введение	
1.	Цель и задачи изучения дисциплины	
2.	Оборудование и материалы	
3.	Наименование практических работ	
4.	Содержание практических работ	
4.1	Практическая работа №1 Использование солнечной энергии.	
4.2	Практическая работа №2 Расчет ветроэнергетических установки.	
4.3.	Практическая работа №3 Использование энергии малых рек.	
4.4	Практическая работа №4 Биогазовые установки.	
4.5	Практическая работа №5 Системы аккумулирования тепловой энергии.	
4.6	Практическая работа №6 Использование геотермальной энергии.	
5	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины	
5.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	
5.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

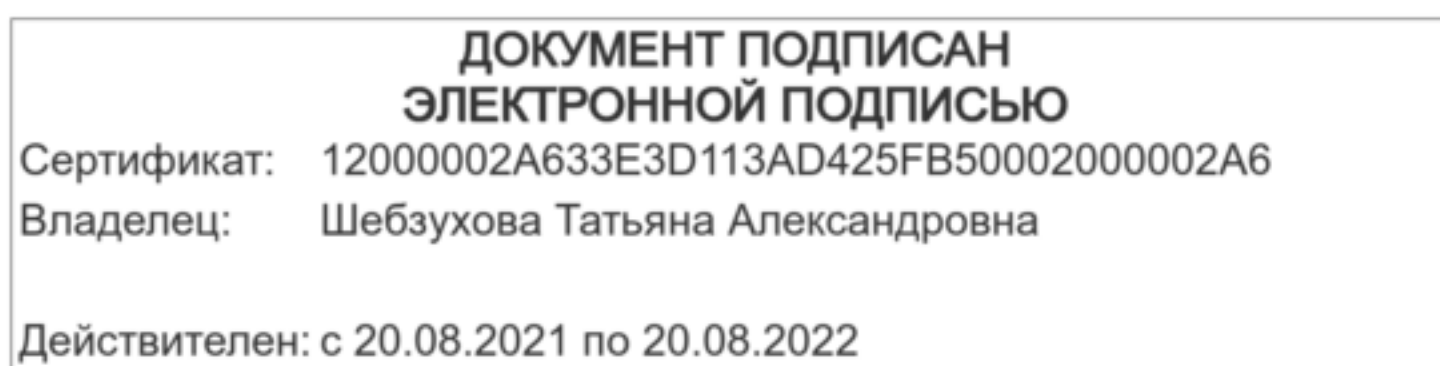
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

Практические занятия создают оптимальные дидактические условия для деятельностного освоения студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины. Практические занятия занимают преимущественное место при изучении общепрофессиональных и профессиональных дисциплин. Практические занятия проводятся с целью выработки практических умений и приобретения навыков в решении задач, отработки упражнений, выполнении чертежей, производстве расчётов и т.п.

Целью практических занятий является формирование практических умений – профессиональных (выполнять определённые действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных, необходимых в последующей учебной деятельности по общепрофессиональным и профессиональным дисциплинам.

Библиографический список содержит сведения о справочной литературе и дополнительных изданиях, необходимых для углубленного изучения отдельных вопросов.



1. Цель и задачи изучения дисциплины

Целью дисциплины является изучение современного состояния и перспектив использования в России и за рубежом энергии солнца, ветра, геотермальных вод, малых рек, океанов, морей, вторичных энергоресурсов и других возобновляемых источников энергии.

Задачами изучения дисциплины являются:

– ознакомление студентов с нетрадиционными источниками энергии, современными методами их использования, проблемами и перспективами развития нетрадиционной энергетики.

– освоение студентами методов расчета установок альтернативной энергетики, оценки их эффективности.

2. Оборудование и материалы

Аппаратные средства: переносной ноутбук, проектор, доска магнитно-маркерная.

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, оснащена оборудованием и техническими средствами обучения.

3. Наименование практических работ

№ Темы дисциплины	Наименование тем дисциплины, их краткое содержание	Объем часов	Из них практическая подготовка, часов
8 семестр			
1	Практическая работа № 1. Использование солнечной энергии. Изучить способы преобразования солнечной энергии в электричество.	1,5	
2	Практическая работа № 2. Расчет ветроэнергетических установки. Рассмотреть технический потенциал ветровой энергии и расчет удельной мощности и удельной энергии ветрового потока.		
3	Практическая работа №3. Использование энергии малых рек. Изучить гидроаккумулирующие электростанции и основные принципы создания МГЭС.		
4	Практическая работа №4. Биогазовые установки.	1,5	
	Практическая работа №5. Системы аккумуляции энергии.		

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

	Изучить расчет систем аккумулирования тепловой энергии.		
6	Практическая работа №6. Использование геотермальной энергии. Изучить применение и расчет геотермальных источников.		
	Итого за 8 семестр:	3	
	Итого:	3	

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

4. Содержание практических работ

Практическая работа №1. Использование солнечной энергии.

Цель: Изучить способы преобразования солнечной энергии в электричество.

Основы теории:

Для использования солнечной энергии в основном применяются солнечные коллекторы. Солнечный коллектор используется для нагрева жидкости. Поток солнечной энергии Q_c , поглощаемой поверхностью приёмника, составляет:

$$Q_c = \tau_{пр} * \alpha_{пр} * A_n * G,$$

где G – облученность приемника, Вт/м²;

A_n – площадь освещенной поверхности, м²;

$\tau_{пр}$ – коэффициент пропускания прозрачного покрытия, защищающего приемную поверхность от ветра, при одинарном остеклении принимается 0,9, при двойном – 0,8;

$\alpha_{пр}$ – коэффициент поглощения приёмной поверхностью солнечного излучения, 0,85 - 0,9.

В процессе поглощения температура приёмной поверхности повышается. Повышение температуры приёмника $T_{пр}$ над температурой окружающей среды $T_{ср}$ приводит к возникновению потока от приёмника, причём скорость теплоотдачи равна $(T_{пр} - T_{ср})/R_m$, где R_m – термическое сопротивление.

Теплоотдача приемника в окружающую среду:

$$Q_r = \frac{A_n * (T_{пр} - T_{ср})}{R_r}$$

где $T_{пр}$ – температура приёмника, °С;

$T_{ср}$ – температура окружающей среды, °С;

R_m – термическое сопротивление, К/Вт.

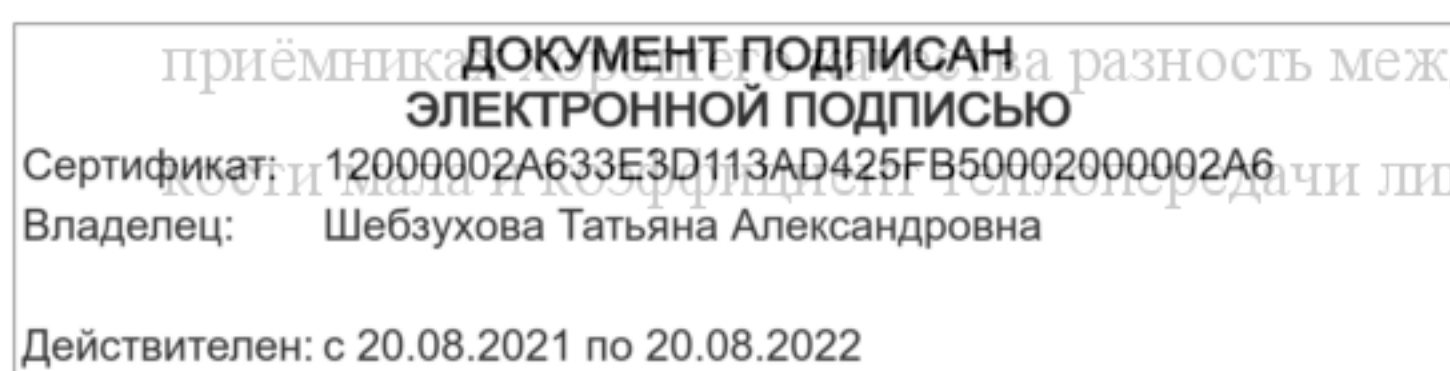
Суммарный поток тепла Q_Σ , поступающего к приёмной площадке, определяется балансом (уравнение солнечного коллектора):

$$Q_\Sigma = \tau_{пр} * \alpha_{пр} * A_n * G - \frac{(T_{пр} - T_{ср})}{R_r} = \eta_u * A_n * G$$

где η_u – коэффициент захвата излучения, 0,85.

Коэффициент k определяет долю суммарного потока Q_Σ , передаваемую жидкости. В

приёмника, следовательно, разница температур между температурой приёмной площадки и жидкостью мала и коэффициент теплопередачи лишь немного меньше единицы. Таким образом,



поток тепла от приёмника солнечного излучения к теплоносителю определяется соотношением:

$$Q_{\text{ж}} = k * Q_{\Sigma}$$

Поток тепла при нагревании массы жидкости m :

$$Q_{\text{ж}} = \frac{m * c * dT_{\text{ж}}}{dt}$$

где $T_{\text{жс}}$ – температура жидкости, °C;

c – теплоёмкость жидкости, Дж/(кг K).

Поток тепла при нагревании жидкости, массовый расход которого через приёмник m_1 :

$$Q_{\text{ж}} = m_1 * c * (T_2 - T_1)$$

где T_1 – температура входящей жидкости в приемник, °C;

T_2 – выходящей, °C;

m_1 – массовый расход жидкости в трубе, кг/с.

Вместо параметра Q удобно использовать плотность теплового потока (тепловой поток на единицу площади) q :

$$q = \frac{\Delta T}{r}$$

$$Q = q * A = \frac{\Delta T * A}{r}$$

$$R_T = \frac{r}{A}, \quad r = R * A$$

где r – удельное термическое сопротивление. м²·K/Вт

$$q = \alpha * \Delta T$$

где α – коэффициент теплоотдачи, Вт/(м² K).

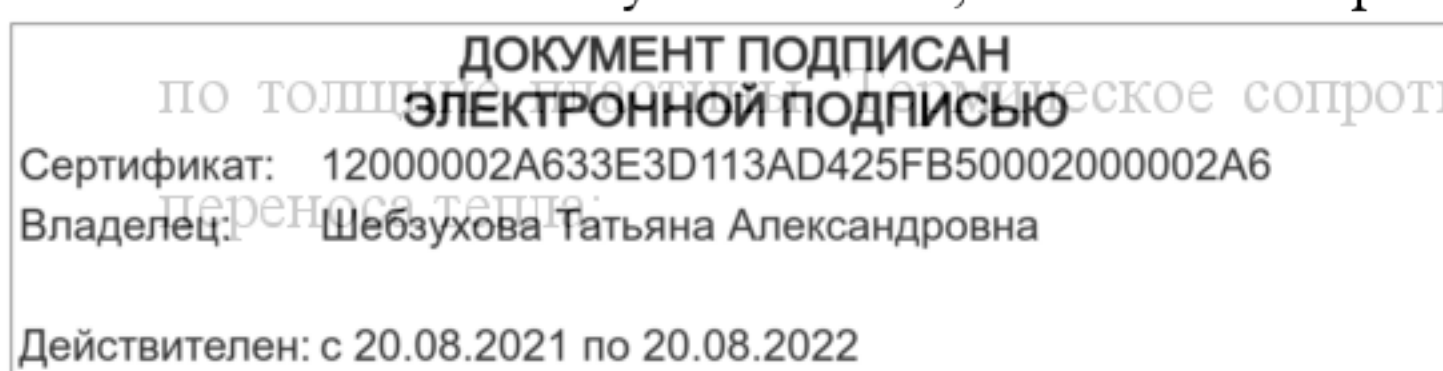
$$\alpha = 1/r$$

Механизмы теплопереноса обозначаются различными нижними индексами у параметров R , r или α , а именно n - для теплопроводности, k – для конвекции, (из) - для излучения, ж - для жидкости. Количество тепла Q , переносимого в результате через пластину толщиной Δx и площадью A_n при разности температур её поверхности, равно:

$$Q = -\lambda * A_n * \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·K).

Знак минус означает, что тепло переносится в направлении убывания температуры



$$R_n = \frac{\Delta x}{\lambda * A_n}$$

и удельное термическое сопротивление:

$$r_n = R_n * A_n = \frac{\Delta x}{\lambda}$$

У неподвижного воздуха $\lambda = 0,03 \text{ Вт/(м·К)}$.

Время, необходимое для повышения температуры:

$$\Delta t = \frac{\Delta T}{\frac{dT_{\text{ж}}}{dt}}$$

$$C_{\text{ж}} = m * c$$

где $C_{\text{ж}}$ – теплоёмкость жидкости;

c – удельная теплоёмкость;

m – масса жидкости.

Тогда уравнение теплового баланса может выглядеть как:

$$\frac{m * c * dT_{\text{ж}}}{dt} = \tau_{\text{пр}} * \alpha_n * A_n * G - \frac{(T_{\text{ж}} - T_{\text{ср}})}{R_n}$$

где R_n – полное термическое сопротивление промежутка между приёмной поверхностью резервуара и окружающим воздухом, К/Вт.

$$R_n = \left(\frac{1}{R_{\text{к.п-с}}} + \frac{1}{R_{\text{из.п-с}}} \right)^{-1}$$

где $R_{\text{к.п-с}}$ – конвективное термическое сопротивление между приёмником и стеклом;

$R_{\text{из.п-с}}$ – радиационное термическое сопротивление между приёмником и стеклом.

Полное термическое сопротивление промежутка приёмная поверхность нагревателя – стеклянная крышка:

$$R_n = \left(\frac{1}{R_{\text{к-с}}} + \frac{1}{R_{\text{из-с}}} \right)^{-1}$$

Энергия, передаваемая воздуху от поглощающей поверхности в единицу времени:

$$P_u = q * c * Q_p * (T_2 - T_1)$$

Тепловой баланс внутри здания описывается уравнением:

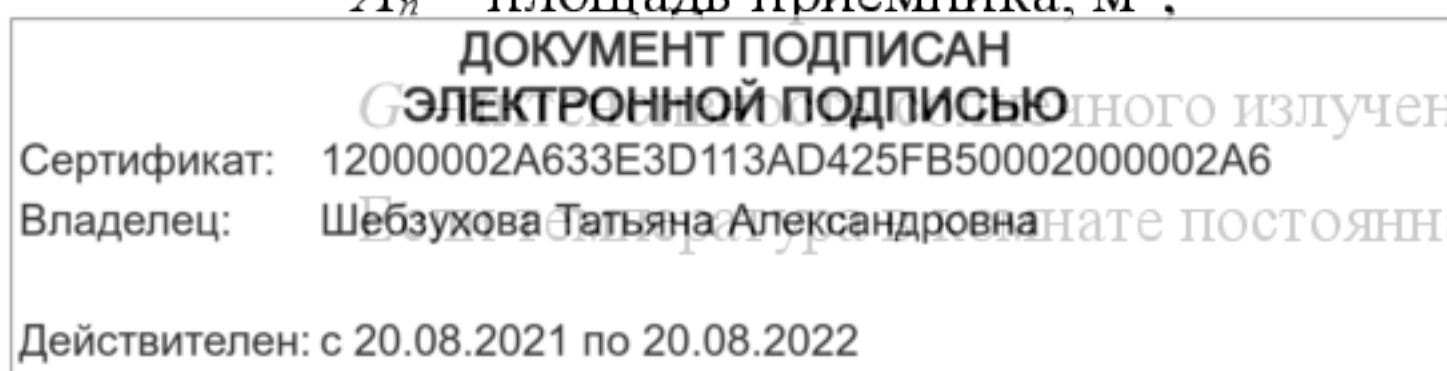
$$\frac{m * c * dT_r}{dt} = \frac{\tau_{\text{пр}} * \alpha_n * G * A_n - (T_r - T_{\text{ср}})}{R_n}$$

где T_r – комфортная температура в помещении, °С;

A_n – площадь приёмника, м²;

G – энергия солнечного излучения, Вт/м².

$\tau_{\text{пр}}$ – коэффициент теплопроводности, то:



где τ_{np} - пропускание стекла, 0,9;
 α_n - коэффициент поглощения стенки, 0,8;
 r - термическое сопротивление потерям из комнаты наружу вертикального окна с одним стеклом, $r = 0,07 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Температура воздуха в доме с течением времени определяется по формуле:

$$T_r - T_{cp} = (T_r - T_{cp}) * t = 0 * \exp\left(\frac{-t}{RC}\right)$$

где $R = r \cdot A_n^{-1}$;

$C = m \cdot c$;

m – масса стенки, кг;

c – удельная теплоёмкость (для бетона $c = 840 \text{ Дж/(кг К)}$).

КПД солнечной батареи:

$$\eta = \frac{P_u}{G * A_n}$$

ЭДС солнечной батареи:

$$E = \frac{P_u}{I^2}$$

где I – величина тока, А.

P_u – мощность солнечной батареи, Вт.

Производительность солнечного дистиллятора Π определяется:

$$\Pi = \frac{G}{r}$$

где G – поток излучения, $\text{МДж/м}^2 \text{ день}$;

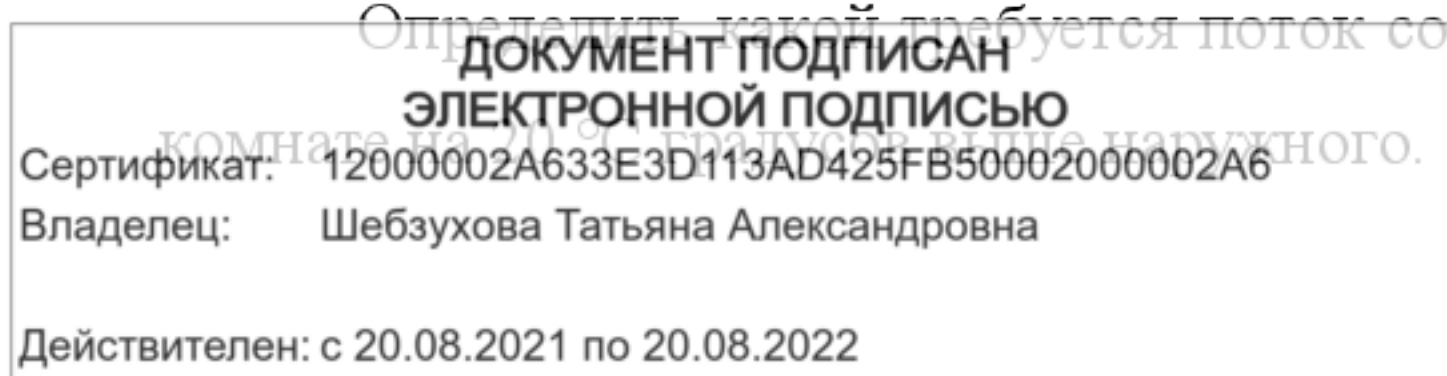
r – удельная теплота парообразования, $2,4 \text{ МДж/кг}$.

Задания:

Задание №1

Использование солнечной энергии для отопления жилого дома, окрашенного в чёрный цвет/выполненного темным материалом. «Чёрный солнечный дом» с большим окном с южной стороны размером $H \cdot L$ (высота, длина) и массивной зачернённой стенкой с северной стороны. Толщина поглощающей стенки, изготовленной из бетона (в), его плотность $\rho = 2,4 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, коэффициент пропускания стекла $\tau_n = 0,9$, коэффициент поглощения стенки $\alpha_{\text{ст}} = 0,8$.

Определить, какой требуется поток солнечного излучения, чтобы нагреть воздух в



Температуру воздуха в доме в 8 часов утра, т. е. через 16 часов. Температура наружного воздуха $T_1 = 0$ °С градусов. Теплоёмкость бетона $c=840$ Дж/кг·К. Удельное термическое сопротивление потерям тепла из комнаты наружу через стекло $r = 0,07\text{м}^2\cdot\text{К}/\text{Вт}$.

Таблица 1 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
H, м	3	4	5	3
L, м	5	3	6	4
B, м	0,1	0,2	0,3	0,4

Задание №2

Плотность потока излучения, падающего на солнечную батарею, составляет G , Вт/м², КПД, η %. Какую площадь F должна иметь солнечная батарея с КПД η и мощностью P , Вт.

Таблица 2 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
G , Вт/м ²	460	500	550	600
η , %	20	18	19	20
P , Вт	100	90	110	120

Задание №3

Солнечная батарея состоит из (n) фотоэлементов, мощность каждого 1,5 Вт, размер 20·30 см. Определить КПД (η) солнечной батареи, если плотность потока G Вт/м².

Таблица 3 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n , шт	900	1000	1100	1200
G , Вт/м ²	500	450	550	600

Задание №4

Площадь солнечной батареи S , м², плотность тока i , А/см², плотность излучения G , Вт/м². Определить ЭДС в солнечной батарее при КПД η .

Таблица 4 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
S , м ²	0,25	0,3	0,4	0,5
i , А/см ²	$2 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	
G , Вт/м ²	400	500	400	
η , %	0,25	0,26	0,27	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задание №5

Небольшая домашняя осветительная система питается от аккумуляторной батареи напряжением U , В. Освещение включается каждый вечер на 4 часа, потребляемый ток I , А. Какой должна быть солнечная батарея, чтобы зарядить аккумулируемую батарею, если известно, что кремниевый элемент имеет ЭДС $E = 0,5$ В при токе $0,5$ А. Расход энергии на заряд батареи 20 % больше, чем энергия отдаваемая потребителю при разряде.

Таблица 5 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
U , В	8	9	10	11
I , А	3,0	2,5	3	3,5

Задание №6

Приёмник расположен на теплоизоляторе с коэффициентом теплопроводности λ , Вт/м·К, удельное термическое сопротивление поверхности приёмника $r = 0,13$ м²·К/Вт. Определить какой толщины требуется изоляция, чтобы обеспечить термическое сопротивление дна, равное сопротивлению поверхности.

Таблица 6 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
λ , Вт/м·К	0,034	0,1	0,05	0,013

Задание №7

Определить температуру трубки T_{tr} вакуумированного приёмника, если внутренний диаметр трубки d , см, поток солнечной энергии G , Вт/м², температура среды T_{cp} . Сопротивления потерям тепла $R = 10,2$ К/Вт, коэффициент пропускания стеклянной крышки $\beta = 0,9$, коэффициент поглощения (доля поглощённой энергии), $\alpha_l = 0,85$.

Таблица 7 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
d , см	1	0,9	1	1,1
G , Вт/м ²	750	700	650	600
T_{cp} , °C	20	15	10	5

Задание №8

Площадь солнечного дистиллятора $B \cdot L$, м². Поток излучения составляет G , МДж/м² в день. Удельное термическое сопротивление поверхности приёмника $r = 2,4$ МДж/кг. Определить произведи-

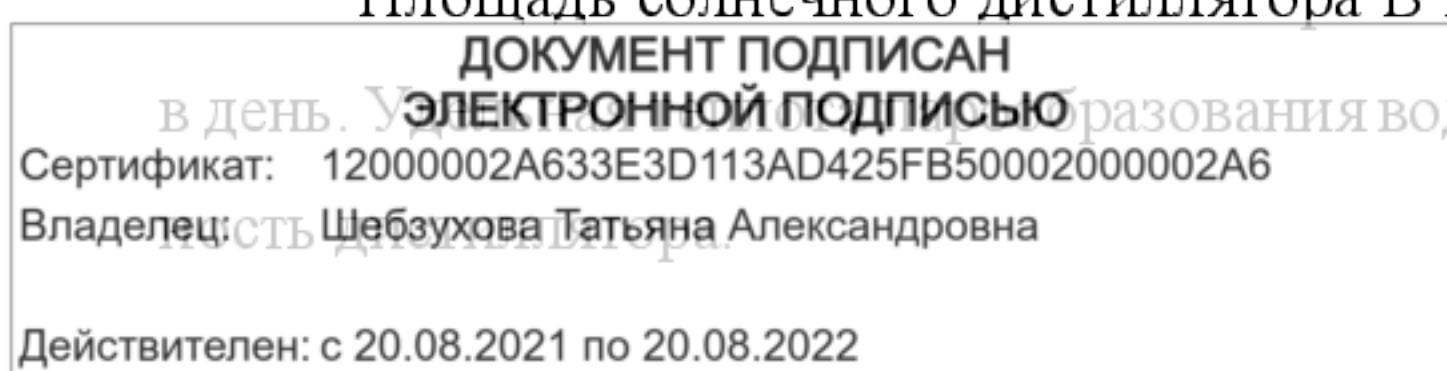


Таблица 8 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
B, м	5	5	10	15
L, м	5	10	15	5
G, МДж/м·день	20	15	10	10

Задание №9

На солнечной электростанции башенного типа установлено n гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность F_z . Гелиостаты отражают солнечные лучи на приёмник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещённость H_{np} . Коэффициент отражения гелиостата $K_z = 0,8$, коэффициент поглощения $\alpha_{noz} = 0,95$. Максимальная облучённость зеркала гелиостата G_z . Определить площадь поверхности приемника F_{np} и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет $t^\circ\text{C}$. Степень черноты приёмника $\epsilon_{np} = 0,95$. Конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения. Коэффициент излучения абсолютно чёрного тела $C_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{K}^4)$.

Таблица 9 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n	263	300	280	270
$F_z, \text{ м}^2$	58	50	60	55
$G, \text{ Вт}/\text{м}^2$	600	650	700	700
$t, ^\circ\text{C}$	660	700	680	670
$H_{np}, \text{ МВт}/\text{ м}^2$	2,5	2	3	3,5

Контрольные вопросы:

1. В каком соотношении находится солнечная энергия, поступающая на Землю в течение года, со всеми ископаемыми углеводородными запасами в недрах планеты?
2. На какие классы делятся гелиосистемы?
3. Какие существуют системы солнечного теплоснабжения?
4. Что такое плоский солнечный коллектор?
5. Нарисуйте схему солнечной водонагревательной установки с плоским солнечным коллектором.
6. Нарисуйте схему концентрирующего параболоцилиндрического гелиоприемника.
7. Что называют солнечным котлом?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

Практическая работа №2. Расчет ветроэнергетических установок.

Цель: Рассмотреть технический потенциал ветровой энергии и расчет удельной мощности и удельной энергии ветрового потока.

Основы теории:

Массовое количество воздуха, проходящего через ометаемую площадь в единицу времени равно:

$$m_1 = \rho * S * V_0$$

где ρ - плотность воздуха, 1,2 кг/м³;

S - ометаемая площадь, $\pi \cdot R^2$, м²;

V_0 - скорость ветра до ветроколеса, м/с.

Сила, действующая на ветроколесо:

$$F = m_1 * (V_0 - V_2)$$

где V_2 - скорость ветра после ветроколеса, м/с.

Скорость ветра V_1 в плоскости ветроколеса:

$$V_1 = \frac{1}{2} * (V_0 - V_2)$$

Мощность ветрового потока:

$$P_0 = \frac{m_1 * (V_0^2 - V_2^2)}{2}$$

Быстроходность ветроколеса:

$$Z = \frac{V_r}{V_0} = \frac{R * \omega}{V_0}$$

где V_r - окружная скорость конца лопастей, м/с;

ω - угловая скорость ветроколеса.

Задания:

Задание №1

Радиус ветроколеса R , м, скорость ветра до колеса V_0 , м/с, после колеса V_2 , м/с.

Определить: скорость ветра в плоскости ветроколеса V_1 , мощность ветрового потока P_0 , мощность ветроустановки P и силу F , действующую на ветроколесо. Плотность воздуха ρ

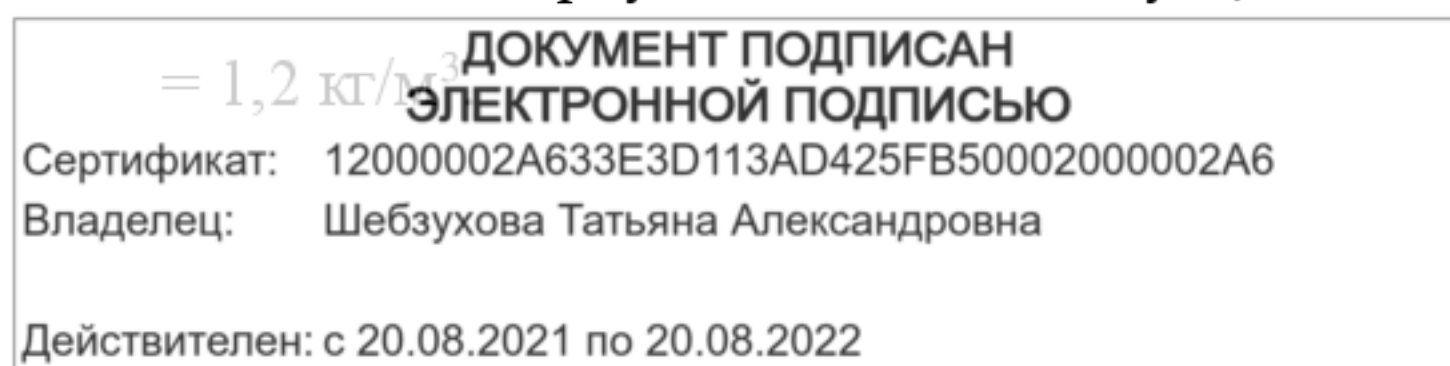


Таблица 11 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
$R, \text{ м}$	20	25	30	35
$V_0, \text{ м/с}$	6	7	8	9
$V_2, \text{ м/с}$	3	3	3	4

Задание №2

Через ометающее сечение S протекает воздушный поток со скоростью v . Определить кинетическую энергию ветроколеса E_k . $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Таблица 12 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
$S, \text{ м}^2$	150	200	180	80
$v, \text{ м/с}$	10	15	8	6

Задание №3

Скорость ветра V_0 , давящая на колесо сечением S , стационарной ветроустановки. Определить мощность P , ветроустановки. $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

Таблица 13 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
$S, \text{ м}^2$	400	500	600	700
$V_0, \text{ м/с}$	6	7	8	9
$F, \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	2100	3000	4000	5000

Задание №4

Ветроустановка мощностью P , кВт, скорость ветра V_0 , давящая на площадь колеса S , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$. Определить радиус ветроколеса и скорость ветра после ветроколеса.

Таблица 14 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
$S, \text{ м}^2$	250	450	480	520
$V_0, \text{ м/с}$	8	9	10	12
$P, \text{ кВт}$	100	150	200	250

Контрольные вопросы:

1. Постройте таблицу эффективности использования ветроэнергетических устано-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

вок в про...

2. Что такое ветровой кадастр страны?

3. Перечислите регионы России, где:

- целесообразны ветроэнергетические установки?
 - нецелесообразны?
4. Дайте определение кинетической энергии ветрового потока.
 5. Как определяется мощность ветрового потока?
 6. Как определяется мощность ветроэнергетической установки?
 7. Что характеризует коэффициент мощности ветроэнергетической установки?
 8. Перечислите характеристики ветрового потока.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическая работа №3. Использование энергии малых рек.

Цель: Изучить гидроаккумулирующие электростанции и основные принципы создания МГЭС.

Основы теории:

Если колесо турбины радиусом R вращается с угловой скоростью ω , то мощность турбины P равна:

$$P = F * R * \omega$$

где F – сила, действующая на лопасть.

Скорость набегающего потока:

$$U_c^2 = 2 * g * H$$

где H – напор, м.

Радиус колеса

$$R = \frac{1}{2} * \frac{U_c}{\omega}$$

Размер лопасти r_l (радиус):

$$r_l = \frac{R}{(10 \dots 12)}$$

Максимальный КПД активных турбин $\eta = 0.9$. Коэффициент быстроходности ξ :

$$\xi = \frac{P^{\frac{1}{2}} * \omega}{\rho^{\frac{1}{2}} * (g * H)^{\frac{5}{4}}} = \frac{R_l}{R * 0.68 * (n_i * \eta)^{-\frac{1}{2}}}$$

где n_i – число сопл, ρ – плотность воды, кг/м³; g – скорость свободного падения, $g = 9,8 \text{ с}^2/\text{м}$.

Угловая скорость ω , рад/с

$$\omega = \xi * \rho^{\frac{1}{2}} * (g * H)^{\frac{5}{4}} * P^{\frac{1}{2}}$$

где P – мощность турбины, Вт.

Диаметр колеса D турбины:

$$D = V / \omega$$

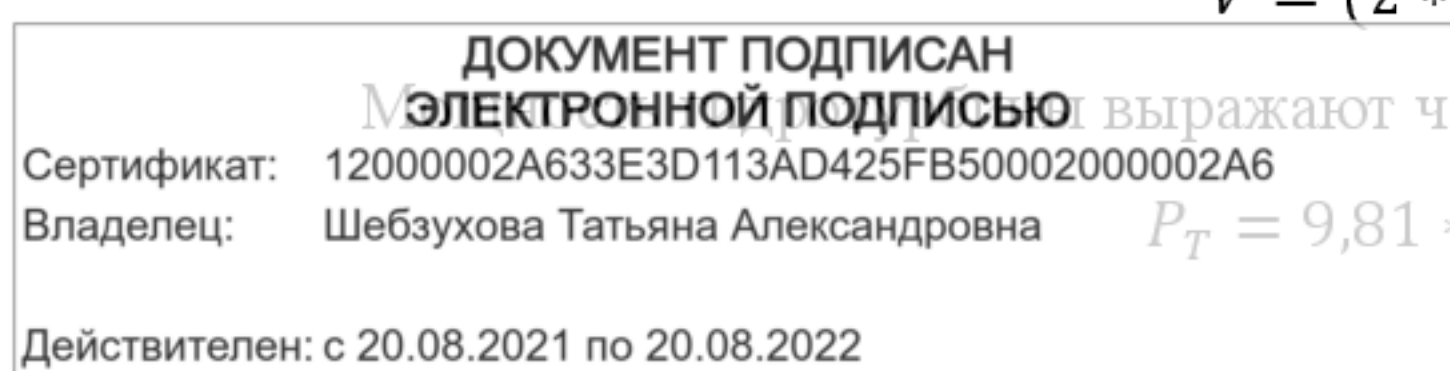
где V – скорость напора, м/с.

Скорость напора вычисляем из выражения:

$$V = (2 * g * H)^{0.5}$$

Мощность турбины выражают через напор и расход:

$$P_T = 9,81 * Q * H * \eta_T$$



где P_T - мощность на валу гидротурбины, кВт; Q – расход воды, м³/с; H – напор нетто, м; η_T – КПД турбины при соответствующих H , Q и частоте вращения.

Установленная мощность ГЭС, работающих без регулирующего бьефа с коэффициентом полезного действия гидроэнергетической установки 0,7, может быть определена по формуле

$$P_{уст} = 7 * Q_0 * k_{p\%} * H$$

или при наличии бьефа с суточным регулированием:

$$P_{уст} = 7 * Q_0 * k_{p\%} * H * \frac{24}{T}$$

где $P_{уст}$ – установленная мощность, кВт; Q_0 – норма стока, м³/с; $k_{p\%}$ – расчетный модульный коэффициент p - % обеспеченности; H – напор, м; T – число часов работы станции в сутки.

Величину $k_{p\%}$ определяют по максимальному коэффициенту использования водотока ϕ_c . Для определения ϕ_c необходимо рассмотреть следующие гидрологические характеристики использования водотока: кривые продолжительности средних суточных расходов или модульных коэффициентов, среднюю длительность использования данного расхода.

Задания:

Задание №1

Активная гидротурбина с одним соплом ($n = 1$), мощностью P и рабочим напором H . Угловая скорость ω , при которой достигается максимальный КПД $\eta = 0,9$. Определить диаметр D колеса турбины и угловую скорость ω .

Таблица 15 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
P , кВт	10	20	30	40
H , м	10	15	20	25

Задание №2

Микро ГЭС установлена на реке, с максимальной установленной мощностью $P_{уст}$, при 50% многолетнем расходе Q_0 , с бьефом суточным регулированием, расчетный модульный коэффициент $k_{p\%} = 0,35$. Определить, для данной ГЭС суточный напор. H .

Таблица 16 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
$P_{уст}$, кВт	5	5	9,5	8
Q_0 , м ³ /с	0,5	0,5	1,5	1

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задание №3

Микро ГЭС установлена на реке, определить для этого гидроэнергетического района координаты равны M , л/с·км², и установленную мощность $P_{уст}$, кВт, если известно, что многолетний расход Q_0 , а площадь водосбора F , км². расчетный модульный коэффициент $k_{p\%}=0,45$.

Таблица 17 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
F , кВт	965	1082	674	348
Q_0 , м/с ²	0.5	1.5	2	1

Задание №4

Река создает давление (напор) H , м, для мини ГЭС максимальной мощностью P , кВт, и расход воды при этом Q м³/с, Определить КПД установки η_m .

Таблица 18 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
Q м ³ /с	0.2	0.2	0.0015	1.2
H , м	2	3	4	73.8
Название установки	Stream Engine	LH 1000	Water Baby	Fuchun
P , кВт	1	1	0.25	75

Контрольные вопросы:

1. Охарактеризуйте гидроэнергетический потенциал России.
2. Дайте определение: валового гидроэнергетического потенциала, технического гидроэнергетического потенциала, экономического гидроэнергетического потенциала.
3. Нужно ли строить малые гидроэлектростанции при наличии крупных каскадов ГЭС на больших реках России?
4. ГЭС с какими параметрами относят к малым (мощность, диаметр гидротурбины)?
5. Перечислите схемы создания напорных гидроэлектростанций.
6. Как определяется мощность гидротурбины МГЭС?
7. Как определяется мощность генератора МГЭС?
8. Сформулируйте принцип создания гидроаккумулирующей электростанции, нарисуйте схему ГАЭС.

9. Нужно ли восстанавливать заброшенные и полуразрушенные электростанции на

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

10. Сформулируйте принцип создания осмотической ГЭС, нарисуйте схему.

Практическая работа №4. Биогазовые установки.

Цель: Изучить расчет биогазовых установок.

Основы теории:

Возможный энергетический выход установки на биогаз определяется:

$$E = \eta * H_6 * V_6$$

где η – КПД горелочного устройства = 0,6;

H_6 – удельная объёмная теплота сгорания биогаза = 20 МДж/м³ при парциальном давлении 101000 Па;

V_6 - объём получаемого биогаза, м³/сутки.

Объём биогаза определяется из выражения:

$$V_6 = c * m_0$$

где c – выход биогаза из сухой массы (от 0,2 до 0,4 м³);

m_0 - масса сухого сбраживаемого материала, получаемого со всего стада (например, 2 кг/сутки на одну корову, умноженное на количество коров).

Объём жидкой массы, заполняющей биогазогенератор:

$$V_{ж} = \frac{m_0}{\rho_m}$$

где ρ_m – плотность сухого материала, распределённого в массе $\rho_m = 50$ кг/м³).

Объём биогазогенератора $V_г$:

$$V_г = V_{жс} * t$$

где $V_{жс}$ – скорость подачи сбраживаемой массы в генератор;

t - время пребывания очередной порции в генераторе (от 8 до 20 суток).

Соотношение 5.1 для чистого метана, входящего в биогаз, имеет вид:

$$E = \eta * H_6 * V_6 * f_m$$

где H_6 – удельная теплота сгорания метана при нормальных условиях -28 МДж/м³;

f_m - доля метана в биогазе (около 0,7).

Задания:

Задание №1

Определить объём биогаза, получаемого с помощью биогазогенератора, утилизиру-

Документ подписан
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Ющего навоза в ферментер, утилизируемому им мощность. Подача сухого сбраживаемого ма-
териала в ферментер с заданной скоростью V_m , кг/сутки. Выход биогаза составляет С

м³/кг. Эффективность горелочного устройства 0,68. Содержание метана в получаемом биогазе f_m . Время пребывания очередной порции в биогенераторе t_g .

Таблица 19 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n	50	100	200	400
V_m , кг/сут.	3	3	6	8
C м ³ /с	0,24	0,3	0,4	0,5
f_m	0,8	0,7	0,7	0,6
t_g , сутки	12	13	14	15

Задание №2

Определить объём получаемого биогаза, получаемого с помощью биогазогенератора и возможный энергетический выход установки в коровнике, при КПД η , выход биогаза из сухой массы c , подаче сухого сбраживающего материала W . $H_6 = 20$ МД ж/м³

Таблица 20 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n, голон	50	100	200	400
η , КПД	0,6	0,7	0,5	0,6
c , м ³ /кг	0,2	0,3	0,4	0,25
W , кг/сут	1,5	2	2,5	2

Контрольные вопросы:

1. Назовите основной вид энергии, используемой в сельском хозяйстве.
2. Назовите долю энергии Солнца, идущую на фотосинтез.
3. Поясните понятие «невозобновляемые виды топлива».
4. Поясните понятие «возобновляемые виды топлива».
5. Дайте определение энергоносителю.
6. Чем отличается природный энергоноситель от произведенного?
7. Перечислите виды топливно-энергетических ресурсов как энерготоваров по ИСО 13600.
8. Дайте определение топливу.
9. Дайте определению топливно-энергетическим ресурсам (ТЭР).
10. Дайте определение энергетическому эквиваленту.
11. Приведите перечень преимуществ применения биогаза в сельском хозяйстве.

12. Составьте перечень преимуществ и недостатки биодизеля.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Практическая работа №5. Системы аккумулирования тепловой энергии

Цель: Изучить расчет систем аккумулирования тепловой энергии.

Основы теории:

Требуемое количество тепла Q , запасённого в аккумуляторе:

$$Q = \Pi * n * \tau * Z$$

где Π – расход тепла в сутки, кВт;

n – количество суток;

τ – продолжительность расхода тепла в сутки, час;

Z – переводной коэффициент 3.6 мДж/кВт·ч.

Требуемое количество воды:

$$V = \frac{Q}{\rho * c * \Delta T}$$

где ρ – плотность воды, кг/м³;

c – теплоёмкость воды, 4200 Дж/кг К;

ΔT – разность температур начальной и конечной аккумулятора, К.

Глубина h ёмкости аккумулятора, м:

$$h = \frac{V}{(A)}$$

где V – объём, м³;

A – площадь, м².

Термическое сопротивление R между аккумулятором и окружающей средой:

$$R = \frac{\tau * \text{сек}}{1,3 * V_{\text{м}}^3 * \rho * c}$$

Удельное термическое сопротивление r (м² К/Вт),:

$$r = R * A$$

Толщина покрытия d на верхней крышке ёмкости, м:

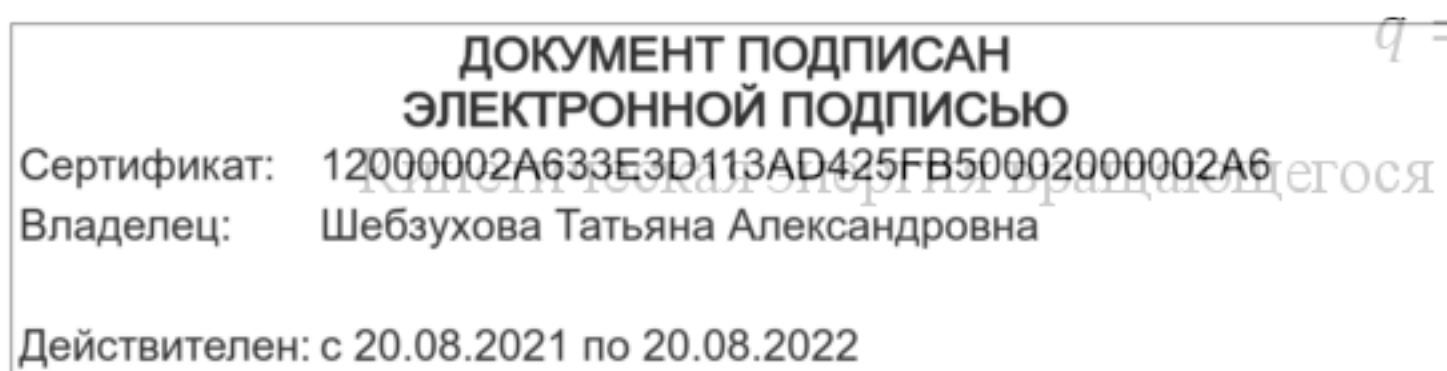
$$d = r * \lambda$$

где λ – коэффициент теплопроводности изоляционного материала, (пенополистирол, $\lambda = 0,04$ Вт/(м·К))

Плотность энергии q , запасённой в аккумуляторе, МДж/м³:

$$q = \frac{Q}{V}$$

тепла E равна:



$$E = \frac{I * \omega^2}{2}$$

где I - момент инерции тела относительно его оси вращения;

ω - угловая скорость, рад/с

Для однородного диска момент инерции равен:

$$I = m * a^2$$

где m – масса диска;

a – радиус диска.

Плотность энергии, запасаемой однородным диском:

$$W_m = \frac{E}{m} = \frac{a^2 * \omega^2}{2}$$

Время между зарядками маховика:

$$t = \frac{E^2}{P}$$

где E – энергия, Дж;

P – мощность (Дж/с).

Потери тепла трубопроводом определяются выражением:

$$P_t = - \frac{\lambda * A * \Delta T}{x}$$

где λ – коэффициент теплопроводности, Вт/м·К;

A – площадь, м²;

ΔT – разность температур, К;

x – толщина изоляции, м.

В пустынных районах необходимо снабжение питьевой водой, пресной водой для полива и т.д. Многие пустынные районы имеют подземные запасы солёной воды и обычно, дешевле опреснять воду, чем её привозить.

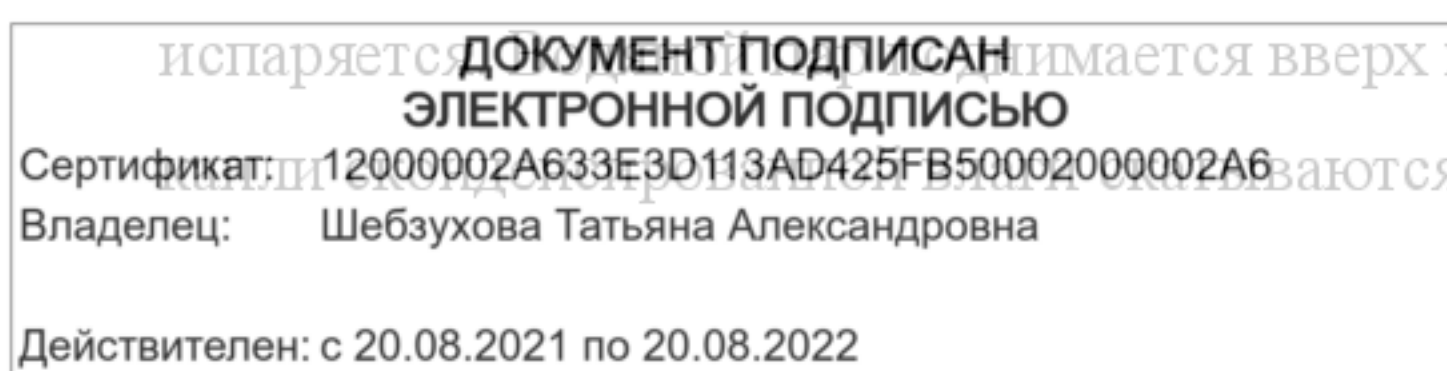
Так как в пустынях облучённость поверхности Земли высокая, можно использовать солнечную энергию для опреснения воды.

Самым простым устройством является солнечный дистиллятор – бассейн (рисунок 1). Он состоит из неглубокого бассейна с чёрными стенками и дном, заполненного водой и накрытого прозрачной паронепроницаемой крышкой. Крышка наклонена по направлению к потоку излучения.

Поток солнечной энергии, прошедший через крышку, нагревает воду, часть которой

испаряется. Пар поднимается вверх и конденсируется на холодной крышке. Затем

капли сконденсированного влаги скатываются в приёмный желоб.



Чтобы определить производительность реального солнечного дистиллятора, необходимо вычислить, какая часть приходящей солнечной энергии расходуется на испарение. Тепловой баланс для единицы поверхности воды определится:

$$\frac{m * c * dT_{\text{в}}}{dt} = \alpha_{\text{в}} * \tau * G - q_{\text{в}} - q_{\text{и}} - q_{\text{к}} - q_{\text{ис}}$$

где $q_{\text{ис}}$ – теплоперенос при испарении.

Удельный радиационный поток определится: σ

$$q_{\text{и}} = 4 * \sigma_{\text{в}} * \left(\frac{T_{\text{в}} - T_{\text{д}}}{2} \right) * (T_{\text{в}} - T_{\text{д}})$$

где $T_{\text{д}}$ – температура крышки;

$\sigma_{\text{в}}$ – постоянная Стефана – Больцмана.

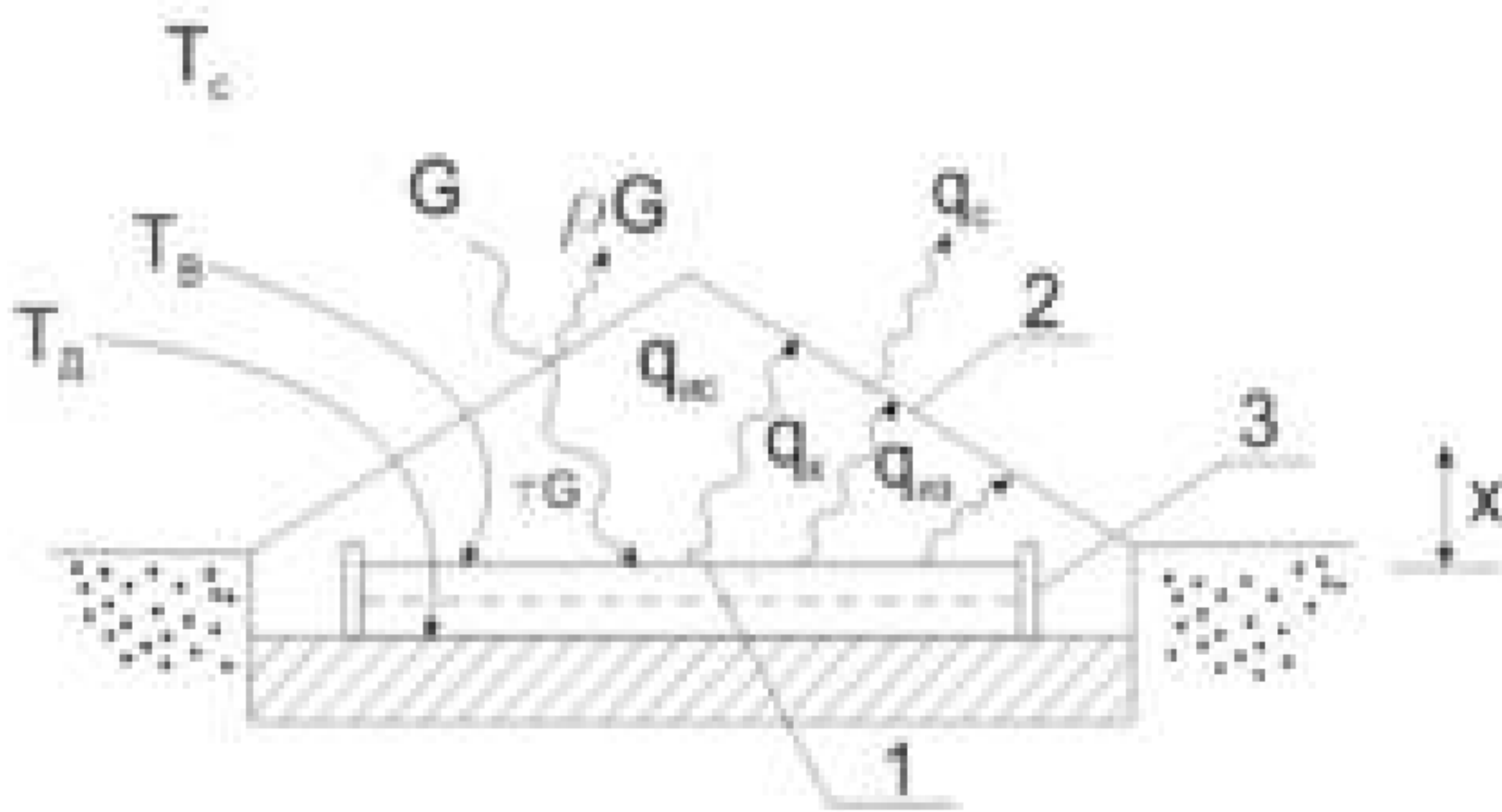


Рисунок 1 – Потоки тепла в солнечном дистилляторе.

Обозначения: д - основание; и - испарение; к - конвекция; из - излучение; в - вода; с - окружающая среда; 1- нагретая поверхность; 2- холодная стенка; 3- жёлоб.

Конвективный тепловой поток запишем в виде:

$$q_{\text{к}} = k * (T_{\text{в}} - T_{\text{д}})$$

где k – коэффициент теплопередачи Вт/(м²·К).

Результирующий тепловой поток на единицу площади:

$$q_{\text{к}} = 2 * \rho * c * \left(\frac{Q}{A} \right) * \Delta T$$

Множитель 2 появляется вследствие того, что происходит движение нагретого пара вверх и охлаждённого вниз. Результирующую массу пара m' , которая переносится через единицу площади в единицу времени представим в виде:

$$W = \left(\frac{m'}{A}\right) = 2 * \left(\frac{Q}{A}\right) * \Delta\chi = h_k * \rho^{-1} * c^{-1} * \Delta\chi$$

где χ – концентрация пара.

Тепловой поток через единицу площади, возникающий вследствие испарения воды, равен:

$$q_T = W * r$$

где r – удельная теплота парообразования воды.

Для дистиллятора, показанного на рисунке 1.

$$q_T = k * r * \rho^{-1} * c^{-1} * (\chi(T_v) - \chi(T_d))$$

Для размера x :

$$k = \frac{N * u * \lambda}{x}$$

$$Ra = g * \beta * x^3 * (T_v - T_d) * \lambda^{-1} * \nu^{-1}$$

Здесь для определения (ρ , λ и т.д.) можно пользоваться данными для сухого воздуха.

Доля тепла, идущего на испарение, быстро возрастает при увеличении температуры воды.

Задания:

Задание №1

Избыточная энергия аккумулируется с помощью маховика. Маховик разгоняется с помощью электродвигателя, подключенного к сети. Маховик представляет собой сплошной цилиндр массой M , кг, диаметром D , см. и может вращаться с частотой n , 1/мин. Определить: кинетическую энергию маховика при максимальной скорости. Среднее значение время между подключениями электродвигателя для зарядки, если средняя мощность, потребляемая автобусом, составляет P , кВт.

Таблица 21 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
M , кг	1000	1100	1200	1300
D , см	210	200	180	170
n , 1/мин	2500	2600	2700	3000
		1100	1200	1300

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задание №2

Трубопровод диаметром D используется для подачи тепла на расстояние L , м. Он изолирован с помощью теплоизоляционного материала с коэффициентом теплопроводности λ , толщина изоляции X . Определить потери тепла вдоль трассы, если температура окружающего воздуха $T_{\text{ср}}$, а пар имеет температуру $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Таблица 22 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
D , см	20	30	40	5
L , м	100	150	200	250
λ , Вт/м·К	0.07	0.04	0.05	0.06
X , см	4	5	3	4
$T_{\text{ср}}$, $^{\circ}\text{C}$	-10	-5	0	10

Контрольные вопросы:

1. Понятие аккумулятора, аккумулирующей системы и теплового аккумулирования.
2. Энергетический баланс теплового аккумулятора.
3. Классификация аккумуляторов тепла.
4. Системы аккумулирования, безнасосные и насосные системы.
5. Активные системы для получения горячей воды с тепловым аккумулированием.
6. Понятия массы аккумулирующей среды, давления и объема аккумулятора.

Практическая работа №6. Использование геотермальной энергии

Цель: Изучить применение и расчет геотермальных источников.

Основы теории:

Сухие скальные породы.

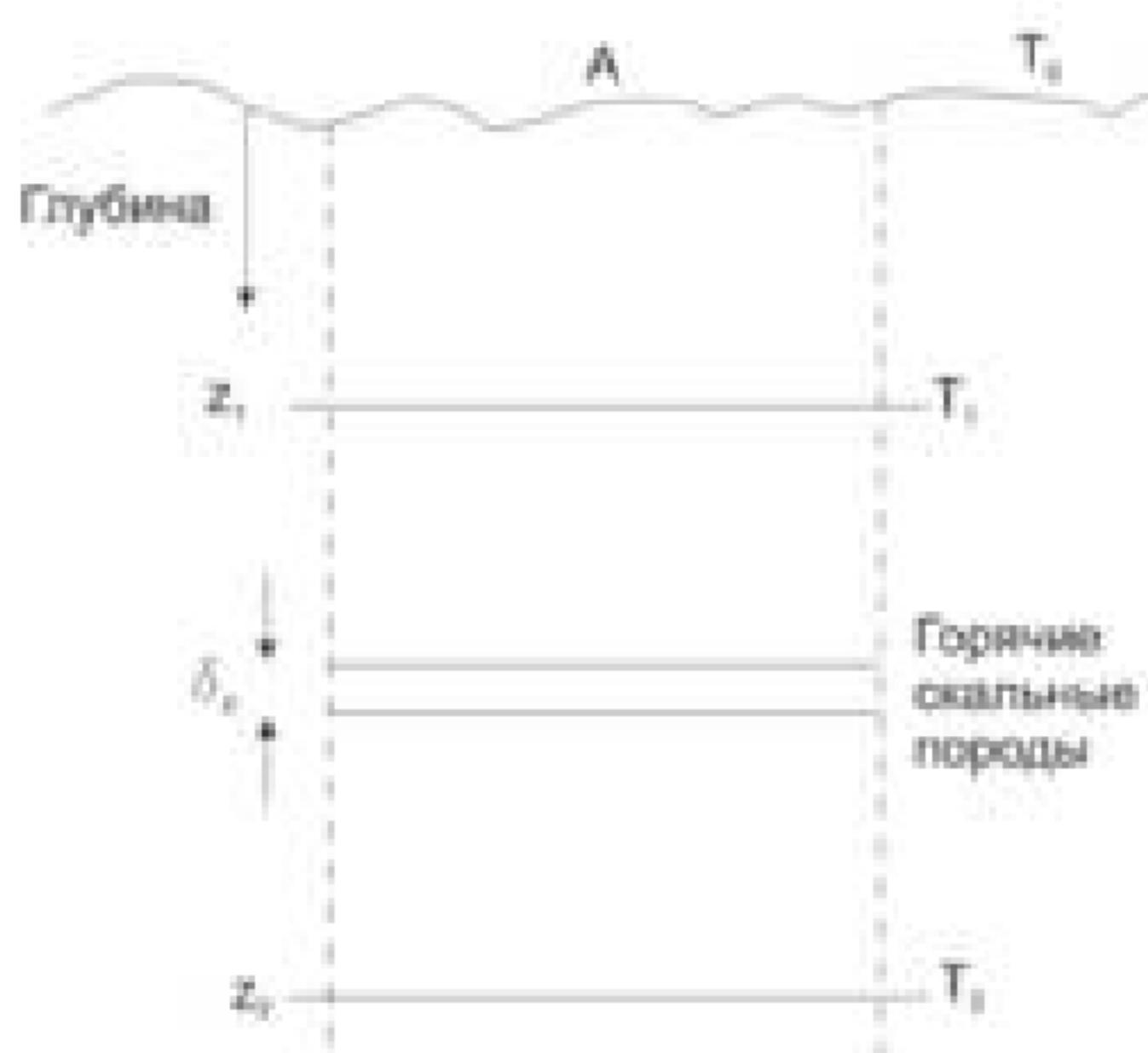


Рисунок 2 – Структура системы из сухих горных пород

Полное полезное теплосодержание скального грунта до глубины равно:

$$E_0 = \frac{\rho_r * A * c_r * \mathcal{J} * (Z_2 - Z_1)^2}{2}$$

Пусть средняя температура горячих скальных пород равна θ , тогда,

$$\theta = \frac{(T_2 - T_1)^2}{2} = \frac{\mathcal{J} * (Z_2 - Z_1)^2}{2}$$

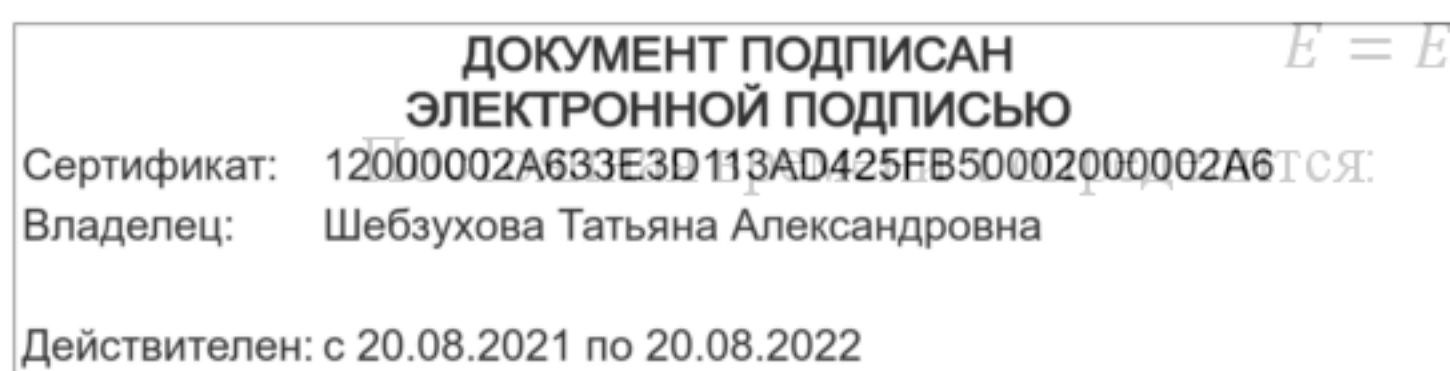
В этом случае $E_o = C_o \cdot \theta$,

$$c_r = \rho_r * A * \mathcal{J} * (Z_2 - Z_1)^2$$

Допустим, что тепло извлекается из пород равномерно, пропорционально температуре, с помощью потока воды, имеющего объёмный расход Q . Глотность ρ_v , удельную теплоёмкость c_v . В этом процессе вода нагревается до температуры θ .

$$\theta = \theta_0 * e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$E = E_0 * e^{-\frac{t}{\tau}}$$



$$\tau = \frac{\rho_B * A * c_r * (Z_2 - Z_1)}{Q * \rho_B * c_B}$$

В случае естественных водоносных пластов, залегающих на значительной глубине, источник тепла лежит внутри слоя воды. Часть пласта занята порами (коэффициент пористости ρ), остальное пространство занято скальной породой с плотностью ρ_r .

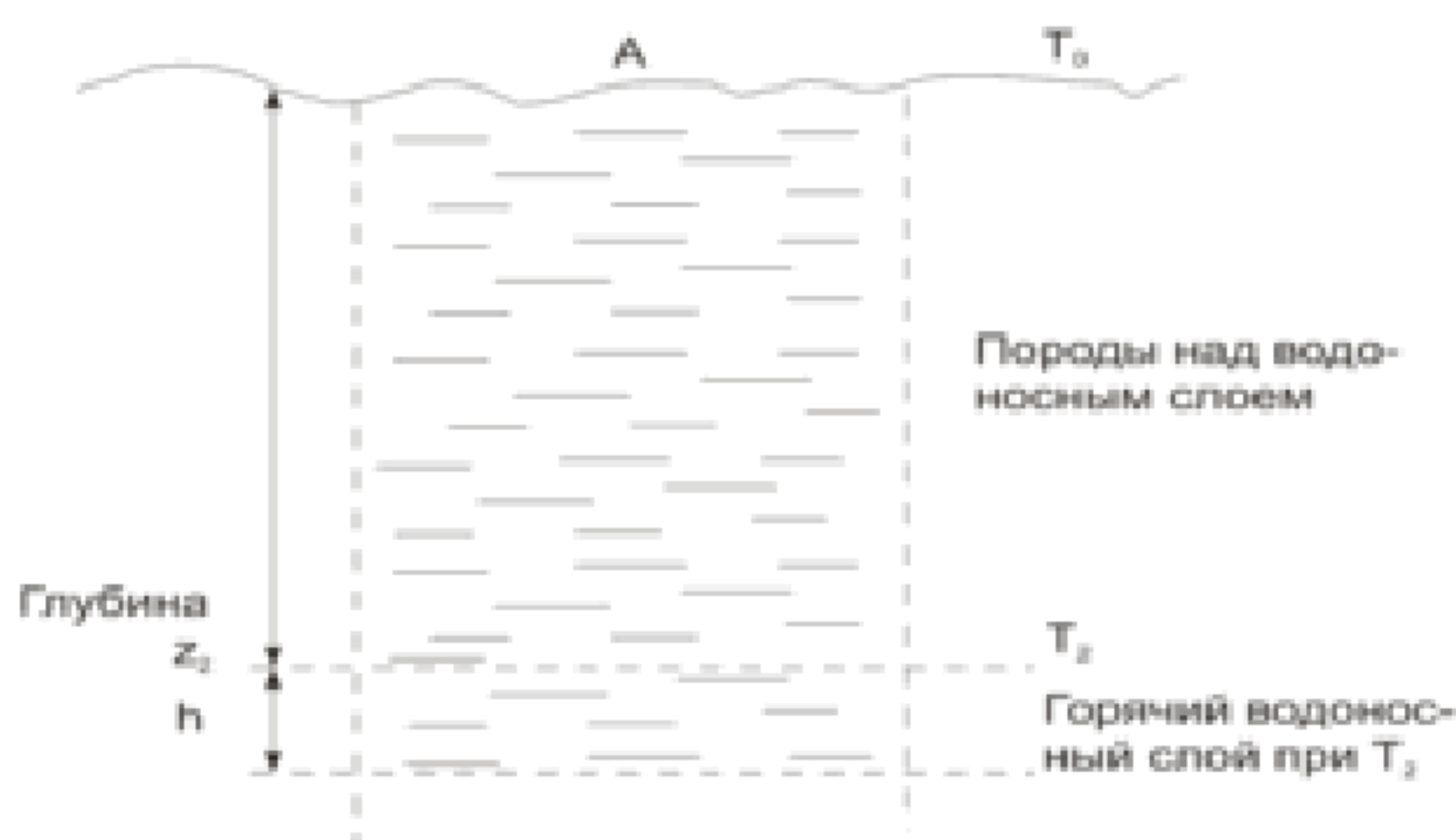


Рисунок 3 - Профиль горячего водоносного слоя

Предположим, что толщина водоносного слоя (h) много меньше глубины его залегания (z_2) и что соответственно температура всей массы жидкости равна T_2 . Минимальная полезная температура равна T_1 . Характеристики источника тепла определяются так, как это делалось для сухих скальных пород.

$$T_2 = T_0 + \left(\frac{dT}{dz} \right) * z = T_0 + Ж * z$$

$$\frac{E_0}{A} = c_r * (T_2 - T_1)$$

$$C_r = (\rho_r * \rho_B * c_B + (1 - \rho) * \rho_r * c_r) * h$$

Определим отбор тепла при объёмной скорости Q и величине θ , превышающей T_1 .

$$Q * \rho_B * c_B * \theta = - \frac{C_r * d\theta}{dt}$$

$$E = E_0 * \exp\left(-\frac{t}{\tau_a}\right)$$

$$\tau_a = - \frac{C_r}{Q * \rho_B * c_B} = \frac{(\rho_r * \rho_B * c_B + (1 - \rho) * \rho_r * c_r) * h}{Q * \rho_B * c_B}$$

Приливной потенциал $\mathcal{E}_{пот}$ определяется по формуле Л.Б. Бернштейна:

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

$\mathcal{E}_{пот} = 1,97 * 10^6 * R_{ср}^2 * F$

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задания:

Задание №1

Рассчитайте полезное теплосодержание E_0 на 1 км^2 сухой скальной породы (гранит) до глубины z , км. Температурный градиент равен G °C/км. Минимальная допустимая температура, превышающая поверхностную, 140K , плотность гранита, $\rho_s = 2700 \text{ кг/м}^3$, теплоёмкость гранита $c_s = 820 \text{ Дж/(кг·K)}$. Чему равна постоянная времени, τ , извлечения тепла при использовании в качестве теплоносителя воды, если объёмная скорость v , $\text{м}^3/(\text{с·км}^2)$? Какова будет тепловая мощность, извлекаемая первоначально и через 10 лет?

Таблица 23 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
Z , км	7	6	5	6
G , °C/км	40	50	60	50
V , $\text{м}^3/(\text{с·км}^2)$	1	1.1	1.2	1.3

Задание №2

Определить начальную температуру t_2 и количество геотермальной энергии E_0 (Дж) водоносного пласта толщиной h км при глубине залегания z км, если заданы характеристики породы пласта: плотность $\rho_{\text{гр}} = 2700 \text{ кг/м}^3$; пористость a %; удельная теплоёмкость $c_{\text{гр}} = 840 \text{ Дж/(кг·K)}$. Температурный градиент (dT/dz) °C/км. Среднюю температуру поверхности t_0 принять равной 10°C . Удельная теплоёмкость воды $c_v = 4200 \text{ Дж/(кг·K)}$; плотность воды $\rho = 1 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Расчёт произвести по отношению к плоскости поверхности $F \text{ км}^2$. Минимально допустимую температуру пласта принять равной $t_1 = 40^\circ\text{C}$. Площадь $F = 1 \text{ км}^2$. Определить постоянную времени извлечения тепловой энергии τ_0 (лет) при закачивании воды в пласт и расходе её $V = \text{м}^3/(\text{с км}^2)$. Какова будет тепловая мощность, извлекаемая первоначально $(dE/dt)\tau = 0$ и через 10 лет?

Таблица 24 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
h , км	0.8	0.9	1.0	1.1
z , км	3.5	3.0	4.0	2.0
a , %	5	4	5	6
dT/dz , °C/км	65	70	75	80
V , $\text{м}^3/(\text{с·км}^2)$	1	1.2	1.1	1.3

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Задание №3

Каковы период, фазовая скорость и мощность волны на глубокой воде при длине волны λ , м и амплитуде a , м.

Таблица 25 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
λ , м	100	90	110	120
a , м	1.5	1.4	1.6	1.7

Задание №4

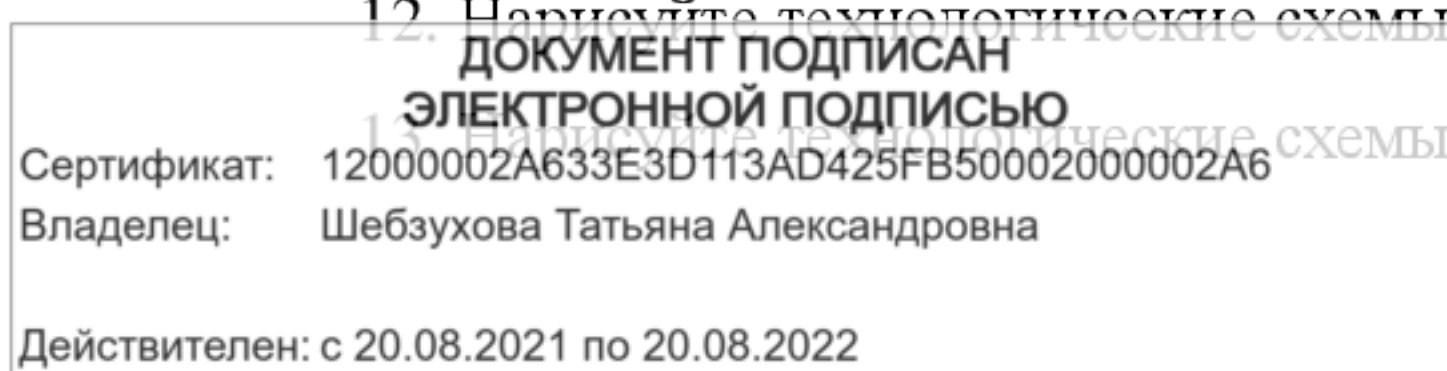
Как изменится мощность малой ГЭС, если напор водохранилища H в засушливый период уменьшится в n раз, а расход воды V сократится на m [%]? Потери в гидротехнических сооружениях, водоводах, турбинах и генераторах считать постоянными.

Таблица 26 – Варианты заданий

Величина	Варианты			
	1	2	3	4
n , раз	1.1	1	1.5	2
m , %	22	10	15	16.5

Контрольные вопросы:

1. Как образуется тепло в недрах Земли?
2. Дайте определение теплопроводности, как свойству горных пород.
3. Дайте определение температуропроводимости горных пород.
4. Что такое геотермальный градиент?
5. Дайте определение геотермальной ступени.
6. Чем отличаются гидрогеотермальные ресурсы от петрогеотермальных ресурсов?
7. Дайте определение параметров геотермальных ресурсов:
 - валового потенциала,
 - технического потенциала,
 - экономического потенциала.
8. Какие существуют технологии добычи и использования геотермальной энергии?
9. Какие существуют схемы использования гидрогеотермальной энергии?
10. Какие существуют схемы использования петрогеотермальной энергии?
11. Дайте определение петрогеотермальной циркуляционной петли.
12. Нарисуйте технологические схемы геотермальных систем теплоснабжения.
геотермальных электростанций.



5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

5.1.2 Перечень основной литературы:

1. Сибикин, М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 229 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2717-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750>

2. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 459 с. : табл., граф., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2467-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051>

5.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. И. Ю. Чуенкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63104.html>

5.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

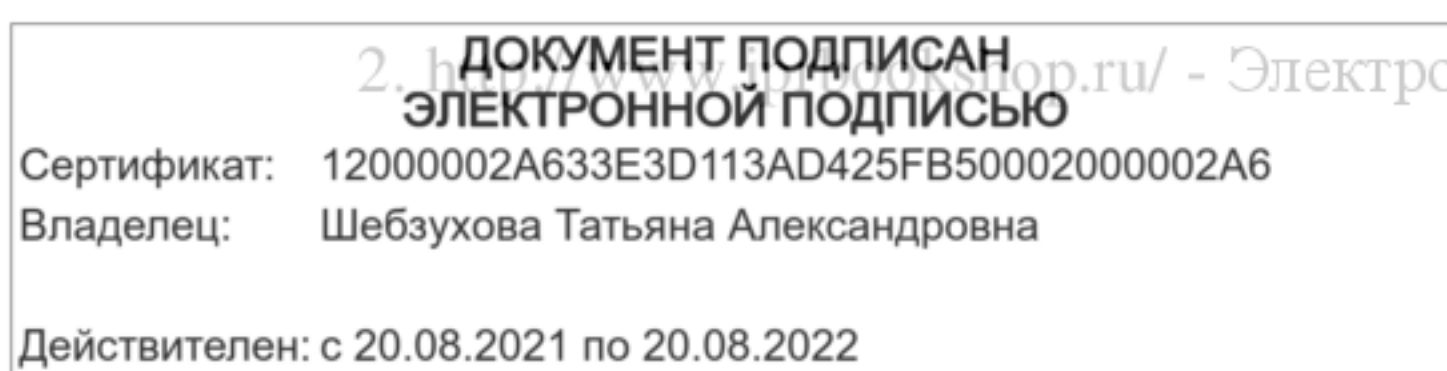
2. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

5.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению контрольной работы
по дисциплине «НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	
1.	Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины	
2.	Формулировка задания и ее объем	
3.	Общие требования к написанию и оформлению работы	
4.	Рекомендации по выполнению задания	
5.	План-график выполнения задания	
6.	Критерии оценивания работы	
7.	Порядок защиты работы	
8.	Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
8.1	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освое- ния дисциплины	
8.2	Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обу- чающихся по дисциплине	
8.3	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины	

Введение

Одним из основных видов занятий по курсу дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» является выполнение контрольной работы. Предлагаемые в методическом указании задания охватывают весь основной материал курса и соответствуют утвержденной программе.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

1. Цель, задачи и реализуемые компетенции дисциплины

Целью дисциплины является изучение современного состояния и перспектив использования в России и за рубежом энергии солнца, ветра, геотермальных вод, малых рек, океанов, морей, вторичных энергоресурсов и других возобновляемых источников энергии.

Задачами изучения дисциплины являются:

– ознакомление студентов с нетрадиционными источниками энергии, современными методами их использования, проблемами и перспективами развития нетрадиционной энергетики.

– освоение студентами методов расчета установок альтернативной энергетики, оценки их эффективности.

При выполнении контрольной работы реализуются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ИД-2 ПК-1 Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения	Знает общие представления о ресурсах, основных технологиях, состоянии и перспективах развития энергетических установок, использующих возобновляемые источники энергии. Умеет выбирать типовые схемы объектов проектирования с нетрадиционными источниками энергии. Владеет проблематикой применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии при выборе проектного решения систем электроснабжения объектов.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

2. Формулировка задания и ее объем

Задание №1

На солнечной электростанции башенного типа установлено гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность F_r м². Коэффициент отражения гелиостата $R_{отр}$. Максимальная облученность зеркала гелиостата.

Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность $E_{пр}$. Коэффициент поглощения приемника $A_{пол}$. Степень черноты приемника $\varepsilon_{пр}$

В приемнике нагревается и испаряется рабочее тело (вода) до температуры t_0 . Давление рабочего тела составляет p_0 . Полученный перегретый пар направляется в турбину мощностью $N_{э}$, работающую по циклу Ренкина. Давление пара за турбиной составляет p_k . Относительный внутренний КПД турбины η_{oi} . Механический КПД $\eta_m = 0,975$. КПД электрогенератора $\eta_{э} = 0,985$. Работой насоса, потерями тепла при его транспортировке, собственными нуждами – пренебречь.

Определить:

- расход пара на турбину, кг/с; D_0
- площадь поверхности приемника и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией. Принять, что конвективные потери вдвое меньше потерь от излучения; $F_{пр}$ $Q_{пот}$
- энергию, полученную приемником от солнца через гелиостаты (кВт).
- количество гелиостатов $n_{шт}$;
- как изменится мощность СЭС, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые преобразователи с КПД $\eta_{фэ} = 0,141$, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов?

Исходные данные взять из таблицы 1 по вариантам.

Таблица 1 – Исходные данные для задачи №1

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поверхность гелиостата, м ² F_s	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная энергетическая облученность зеркала гелиостата, Вт/м ² E_s	580	585	590	600	610	620	615	605		

Документ подписан ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 3012000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Максимальная энергетическая освещенность приемника, E_{np} , МВт/м ²	2,5	2,1	2,2	2,3	2,6	2,5	2,0	1,9	2,1	1,9
Коэффициент поглощения приемника, $A_{пол}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,95	0,96	0,97	0,95	0,95
Степень черноты приемника, ε_{np}	0,96	0,95	0,94	0,95	0,97	0,94	0,94	0,93	0,95	0,94
Начальная температура пара, t_0 , °С	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление пара, p_0 , МПа	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, $N_э$, МВт	1,05	3	1,1	5	2	1,2	4,0	1,0	5,5	4,0
Конечное давление пара, p_k , кПа	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4
Относительный внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84
Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Поверхность гелиостата, м ² F_c	54	51	68	65	62	69	66	63	60	67
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82
Максимальная облученность зеркала гелиостата, E_c , Вт/м ²	595	580	605	600	610	595	580	605	600	610
Максимальная энергетическая освещенность приемника, E_{np} , МВт/м ²	2,44	2,14	2,24	2,34	2,64	2,54	2,04	1,94	2,14	1,94
Коэффициент поглощения приемника, $A_{пол}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,93	0,95	0,96	0,94	0,95
Степень черноты приемника, ε_{np}	0,96	0,95	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,94
Начальная температура пара, t_0 , °С	450	480	470	400	445	450	455	435	465	485
Начальное давление пара, p_0 , МПа	10	11	12	13	14	13,5	13,7	12,5	11,2	10,6
Мощность СЭС, $N_э$, МВт	2,05	3,5	1,5	5,5	2,5	1,4	3,4	2,0	4,5	4,2
Конечное давление пара, p_k , кПа	6	6,5	3	3,5	4,2	6	6,5	3	3,5	4,2
Относительный внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84
Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Поверхность гелиостата, м ² F_c	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37
Коэффициент отражения гелиостата, $R_{отр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная энергетическая освещенность приемника, E_{np} , МВт/м ²	575	580	585	590	600	610	620	615	605	595

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Максимальная энергетическая освещенность приемника, E_{np} , МВт/м ²	2,5	2,1	2,2	2,3	2,6	2,54	2,0	1,9	2,15	1,95
Коэффициент поглощения приемника, $A_{пол}$	0,95	0,96	0,94	0,94	0,93	0,93	0,95	0,96	0,94	0,95
Степень черноты приемника, ε_{np}	0,96	0,95	0,94	0,95	0,96	0,93	0,94	0,95	0,95	0,94
Начальная температура пара, t_0 , °С	590	580	570	600	545	550	555	535	565	585
Начальное давление пара, p_0 , МПа	9	12,5	11,5	13,5	14,5	12,7	11,7	14,5	16,2	12,6
Мощность СЭС, N_s , МВт	4,5	3	2,5	1,55	4,2	3,2	2,5	2,0	5,5	4
Конечное давление пара, p_k , кПа	4,5	5	5,5	6	6,5	3	3,5	4,2	4,3	4,4
Относительный внутренний КПД турбины, η_{oi}	0,85	0,84	0,83	0,88	0,84	0,86	0,87	0,82	0,83	0,84

Задание №2

На крыше здания установлен пластинчатый приемник солнечной энергии проточного типа, который имеет поверхность F , м². Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$. Облученность приемника E . Приемник освещается солнцем в течение суток $\tau_{осв}$.

В приемнике нагревается рабочее тело (вода) от температуры в t_1 до температуры в t_2 . Вода направляется в систему теплоснабжения здания, тепловой мощностью $Q_{т.сн}$ и в аккумулятор тепловой энергии.

Определить:

- расход воды через приемник G_e , кг/с
- расходы воды в систему теплоснабжения $G_{т.сн}$ и в аккумулятор $G_{акк}$, кг/с
- площадь поверхности приемника F , м²
- емкость аккумулятора V , м³

Исходные данные взять из таблицы 2 по вариантам.

Таблица 2 – Исходные данные для задачи №2

Величина	Номер варианта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность приемника, E , Вт/м ²	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Температура в начале, t_1 , °С	40	30	45	37	25	30	19			

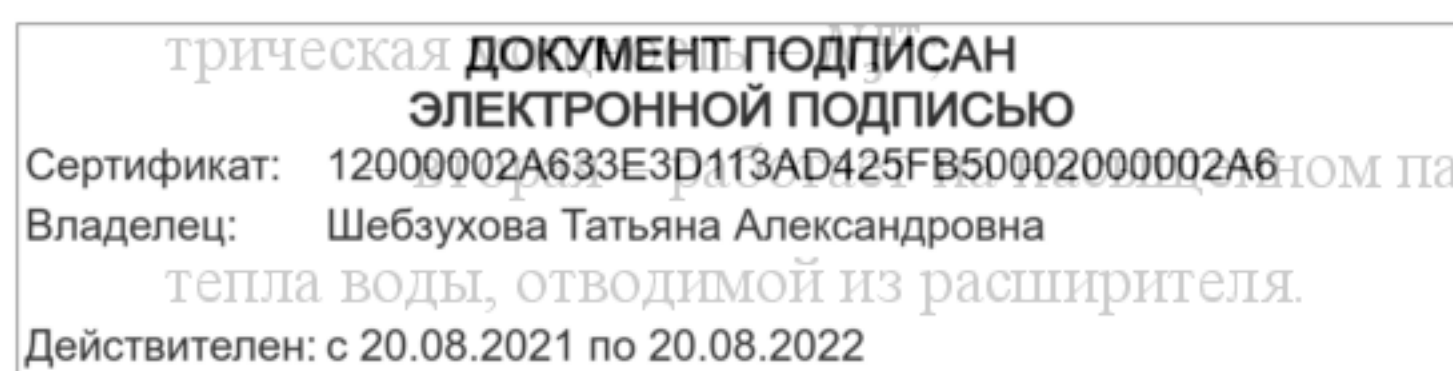
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Температура воды на выходе, t_{e2} , °C	45	53	45	55	54	56	49	55	50	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{т.сн}$, кВт	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Период освещения приемника, $\tau_{осв}$, час	5	6	4	6	7	5	6	7	5	4
Величина	Номер варианта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76	0,8	0,79	0,78	0,77	0,76
Максимальная облученность приемника, E , Вт/м ² .	450	475	480	485	490	400	410	420	515	505
Температура воды на входе, t_{e1} , °C	35	44	24	41	34	41	38	21	19	18
Температура воды на выходе, t_{e2} , °C	48	58	47	56	55	58	52	53	45	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{т.сн}$, кВт	3,6	4,1	4,6	5,1	5,6	1,1	1,6	2,1	2,6	3,1
Период освещения приемника, $\tau_{осв}$, час	7	6	4	6	7	5	6	7	5	4
Величина	Номер варианта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Коэффициент использования солнечной энергии $\eta_{пр}$	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78	0,8	0,81	0,82	0,79	0,78
Максимальная облученность приемника, E , Вт/м ² .	550	575	580	585	590	600	610	620	615	605
Температура воды на входе, t_{e1} , °C	32	45	27	40	30	45	37	25	30	19
Температура воды на выходе, t_{e2} , °C	45	53	45	55	54	56	49	55	50	36
Тепловая мощность системы теплоснабжения, $Q_{т.сн}$, кВт	1,2	1,3	2,2	2,7	3,1	3,2	4,1	4,3	5,1	5,2
Период освещения приемника, $\tau_{осв}$, час	4	6	7	5	6	4	6	7	5	6

Задание №3

Геотермальная электростанция состоит из двух турбин:

– первая – работает насыщенном водяном паре, полученном в расширителе. Элек-



трическая турбина работает насыщенном паре хладона – R11, который испаряется за счёт

тепла воды, отводимой из расширителя.

Вода из геотермальных скважин с давлением $p_{гв}$ температурой $t_{гв}$ поступает в расширитель. В расширителе образуется сухой насыщенный пар с давлением p_p . Этот пар направляется в паровую турбину. Оставшаяся вода из расширителя идёт в испаритель, где охлаждается на t_g и закачивается обратно в скважину. Температурный напор в испарительной установке Δt_n 20 °С. Рабочие тела расширяются в турбинах и поступают в конденсаторы, где охлаждаются водой из реки с температурой $t_{хв}$. Нагрев воды в конденсаторе в $\Delta t_g=10$ °С, а недогрев до температуры насыщения Δt 5 °С.

Относительные внутренние КПД турбин $\eta_{oi}^{хт} = \eta_{oi}^{пт} = 0,8$ Электромеханический КПД турбогенераторов $\eta_{эм} = 0,95$.

Определить:

- электрическую мощность турбины, работающей на хладоне – $N_3^{хт}$;
- суммарную мощность ГеоТЭС с учетом затрат энергии на насос, закачивающий геотермальную воду в скважину;
- расходы рабочих тел на обе турбины;
- расход геотермальной воды из скважины;
- КПД ГеоТЭС.

Исходные данные взять из таблицы 3 по вариантам.

Таблица 3 – Исходные данные для задачи №3

Вариант	$N_3^{пт}$, МВт	$p_{гв}$, МПа	$t_{гв}$, °С	p_p МПа	Δt_n , °С	$t_{хв}$, °С
1	1	15	160	0,25	40	5
2	2	16	165	0,26	50	6
3	2,5	17	170	0,27	60	7
4	3	18	165	0,28	45	8
5	3,5	19	160	0,29	55	9
6	3,0	20	155	0,30	65	10
7	2,5	21	150	0,20	42	6
8	2	22	155	0,21	43	7
9	1,5	23	170	0,22	45	8
10	3,0	24	160	0,23	48	9
11	2,5	25	170	0,31	47	5
12	2	26	160	0,24	49	6
13	1,5	27	155	0,26	59	7
14	2	28	150	0,28	60	10
15	2,5	29	155	0,22	54	9
16	3,0	30	170	0,21	56	5
17	2,0	30	150	0,23	58	6
18	3,0	19	170	0,27	57	10
19	3,5	18	140	0,22	52	8

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

20	3,0	17	165	0,23	58	9
21	2,5	16	150	0,31	55	5
22	2	15	160	0,24	65	6
23	1,5	14	155	0,26	42	7
24	2	13	150	0,28	43	10
25	2,5	12	155	0,22	45	9
26	3	11	145	0,21	48	5
27	2,5	10	150	0,23	47	6
28	3	15	145	0,27	57	10
29	3,5	18	150	0,22	47	8
30	3,0	17	165	0,23	49	9
31	4	19	140	0,31	59	9
32	4,5	12	145	0,24	60	5
33	5	14	150	0,26	54	6
34	5,5	15	155	0,28	56	10
35	6	21	160	0,32	58	8
36	6,5	23	165	0,21	57	9
37	7	15	170	0,33	52	5
38	7,5	17	155	0,27	58	6
39	8	20	160	0,32	60	7

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

3. Общие требования к написанию и оформлению работы

Основные требования к работе

При выполнении и оформлении контрольной по ГОСТу надо учитывать общие требования, которые предъявляются к работе:

- студент должен придерживаться заданной тематики;
- запрещено менять тему самостоятельно без обращения к преподавателю;
- при оформлении работы нужно учитывать нормы и ГОСТы;
- контрольная выполняется на основании не менее семи источников, выбранных автором;
- работа должна быть авторской, в ней должны содержаться собственные выводы студента;
- текст контрольной должен иметь объем не менее 7 листов.

Оформление по ГОСТу текста контрольной

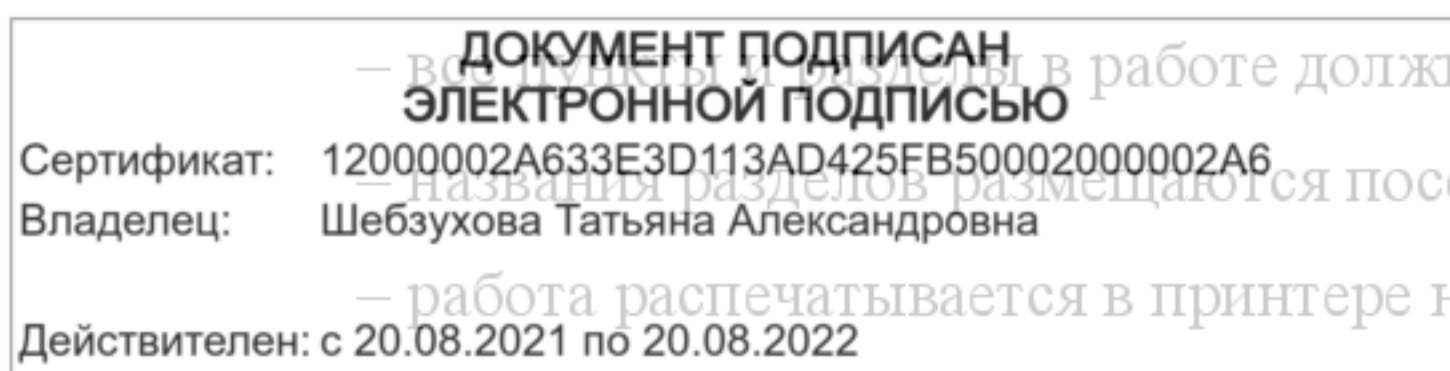
Когда работа выполнена, ее необходимо привести в соответствующий вид согласно ГОСТам:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;
- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;
- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;

– все заголовки и подзаголовки в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;

– названия разделов размещаются посередине строки, подразделы – с левого края;

– работа распечатывается в принтере на листах А4;



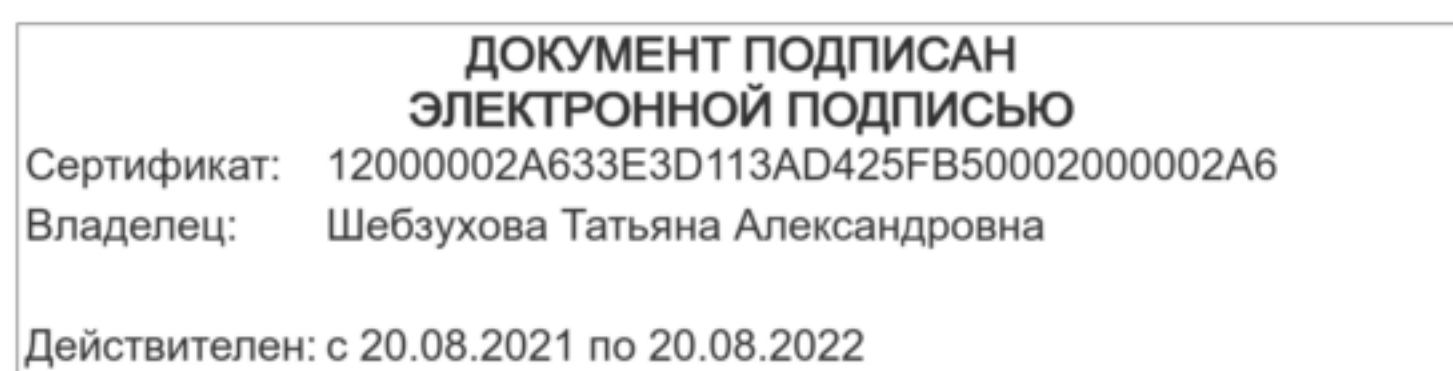
– текст должен располагаться только на одной стороне листа.

Работа имеет такую структуру:

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст и расчет контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Если в работе есть приложения, о них надо упоминать в оглавлении.

Ссылки нумеруются арабскими цифрами, при этом учитывают структуру работы (разделы и подразделы).



4. Рекомендации по выполнению задания

Указание к решению задачи №1

1. Изобразим схематично солнечную электростанцию башенного типа (рис. 1).

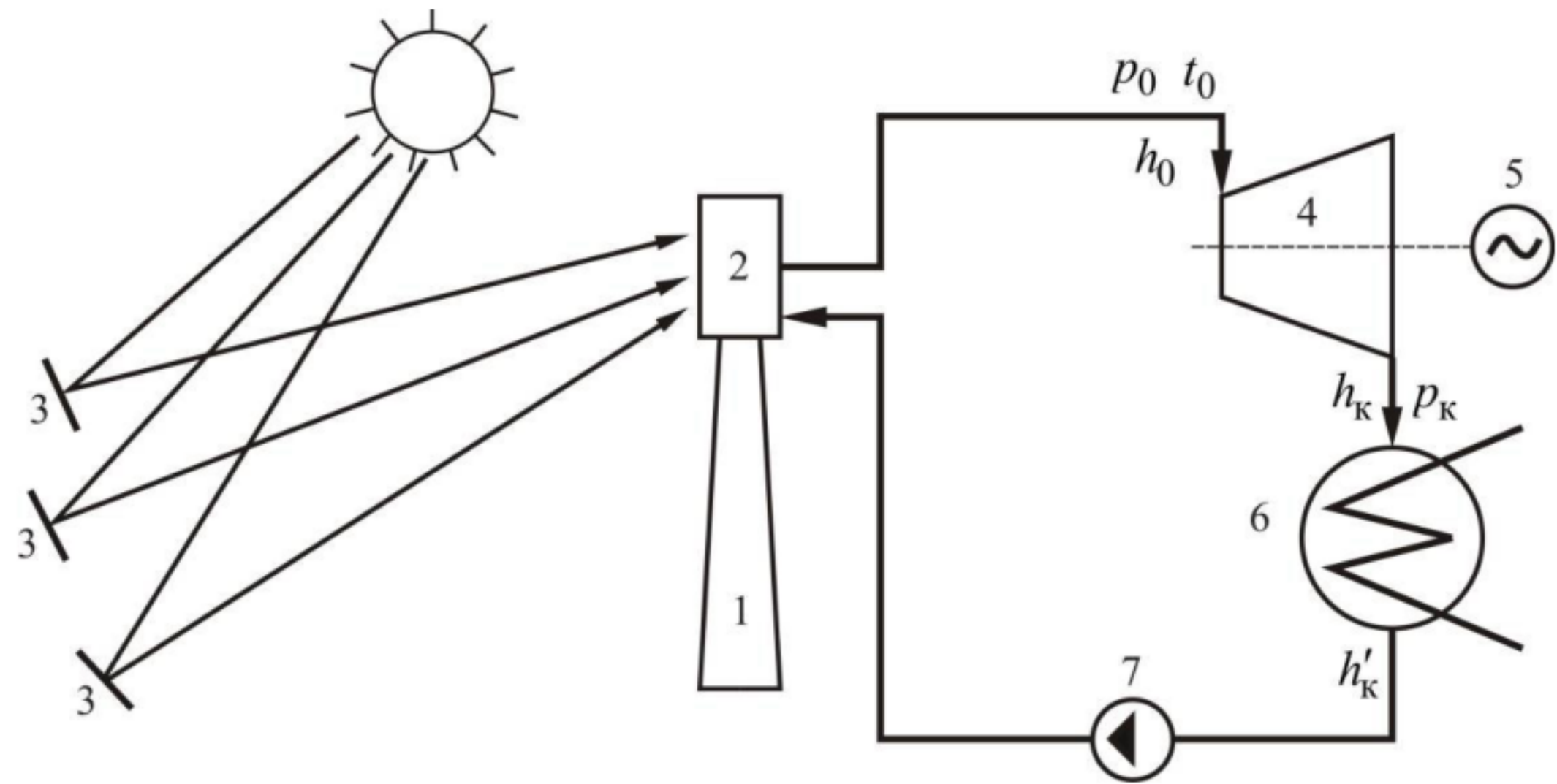


Рисунок 1 – Схема солнечной электростанции башенного типа:

1 – солнечная башня; 2 – приемник; 3 – гелиостаты; 4 – паровая турбина; 5 – электрогенератор; 6 – конденсатор; 7 – насос

2. Построим процесс расширения пара в турбине в $h - s$ диаграмме (рис. 2)

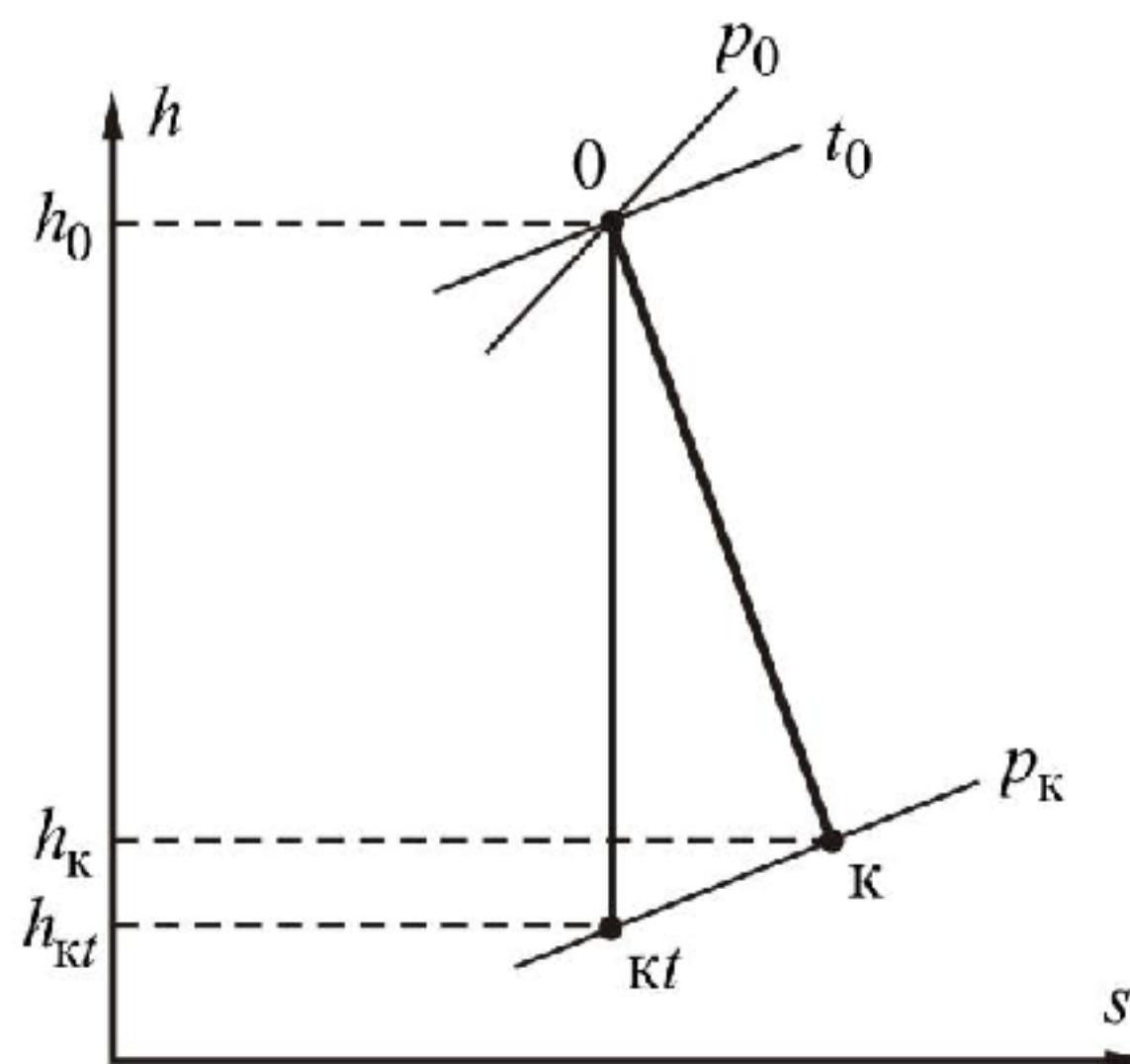


Рисунок 2. Процесс расширения пара в турбине в диаграмме: $h - s$

0 – Кт – теоретический процесс; 0 – К – действительный;

3. Теоретический (располагаемый) теплорепад турбины:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

$H_{\text{т}} = h_0 - h_{\text{кт}}, \text{кДж/кг},$

где h_0 – энтальпия пара на входе в турбину – точка 0 (рис. 2). Определяется из таблиц свойств воды и водяного пара по p_0 и t_0 .

h_{kt} – энтальпия пара на выходе из турбины в теоретическом процессе – точка -. Определяется из таблиц свойств воды и водяного пара по p_k и s_0 (т.к. процесс 0- kt происходит при $s=const$).

4. Действительный теплоперепад турбины:

$$H_i = H_0 * \eta_{oi}, \text{ кДж/кг.}$$

где η_{oi} – Относительный КПД турбины, известен по заданию.

5. Энтальпия пара на выходе из турбины в действительном процессе:

$$h_k = h_0 - H_i, \text{ кДж/кг.}$$

6. По давлению p_k из таблиц свойств воды и водяного пара находим значение энтальпии конденсата h'_k .

7. Расход пара на турбину определяется из основного энергетического уравнения турбины:

$$D_0 = \frac{1000 * N_{\text{э}}}{H_i * \eta_M * \eta_{\text{э}}}, \frac{\text{кг}}{\text{с}}.$$

8. Расход тепла на турбоустановку:

$$Q_{\text{ту}} = D_0(h_0 - h'_k), \text{ кВт.}$$

9. Удельные потери тепла с поверхности приемника солнечной энергии за счет излучения:

$$q_{\text{изл}} = c_0 * \varepsilon_{\text{пр}} * \left(\frac{T_0}{100} \right)^4, \text{ Вт/м}^2$$

где $c_0=5,67 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}^4$ – степень излучения абсолютного черного тела (постоянная Стефана – Больцмана).

Из условия известно, что:

$$q_{\text{конв}} = 0,5 * q_{\text{изл}}.$$

$$\Delta q_{\text{пот}} = q_{\text{изл}} + q_{\text{конв}} = 1,5 * q_{\text{изл}}$$

10. Полная величина тепловых потерь приемника определяется по формуле:

$$\Delta Q_{\text{пот}} = \Delta q_{\text{пот}} * F_{\text{пр}},$$

где $F_{\text{пр}}$ – площадь поверхности приемника. Задаемся этой величиной в диапазоне 1/7 м²

11. Количество тепла, полученное приемником от солнца через гелиостаты, опреде-

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{ту}} + \Delta Q_{\text{пот}},$$

12. Площадь поверхности приемника:

$$F'_{\text{пр}} = \frac{Q_{\text{пр}}}{E_{\text{пр}}}, \text{ м}^2$$

где $E_{\text{пр}}$ – максимальная энергетическая освещенность приемника, известна по заданию.

13. Погрешность вычислений:

$$\varepsilon = \left| \frac{F'_{\text{пр}} - F_{\text{пр}}}{E_{\text{пр}}} \right| * 100 \leq 1\%$$

Если расхождение между заданной и полученной величиной площади находится в допустимых пределах, то расчет считаем законченным. Если нет, то возвращаемся к п. 11, приняв $F'_{\text{пр}} = F_{\text{пр}}$.

14. Количество тепла, получаемое приемником от солнца через гелиостаты, можно рассчитать по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = E_r * n * F_r * R_{\text{отр}} * A_{\text{погл.}}$$

Тогда, количество гелиостатов:

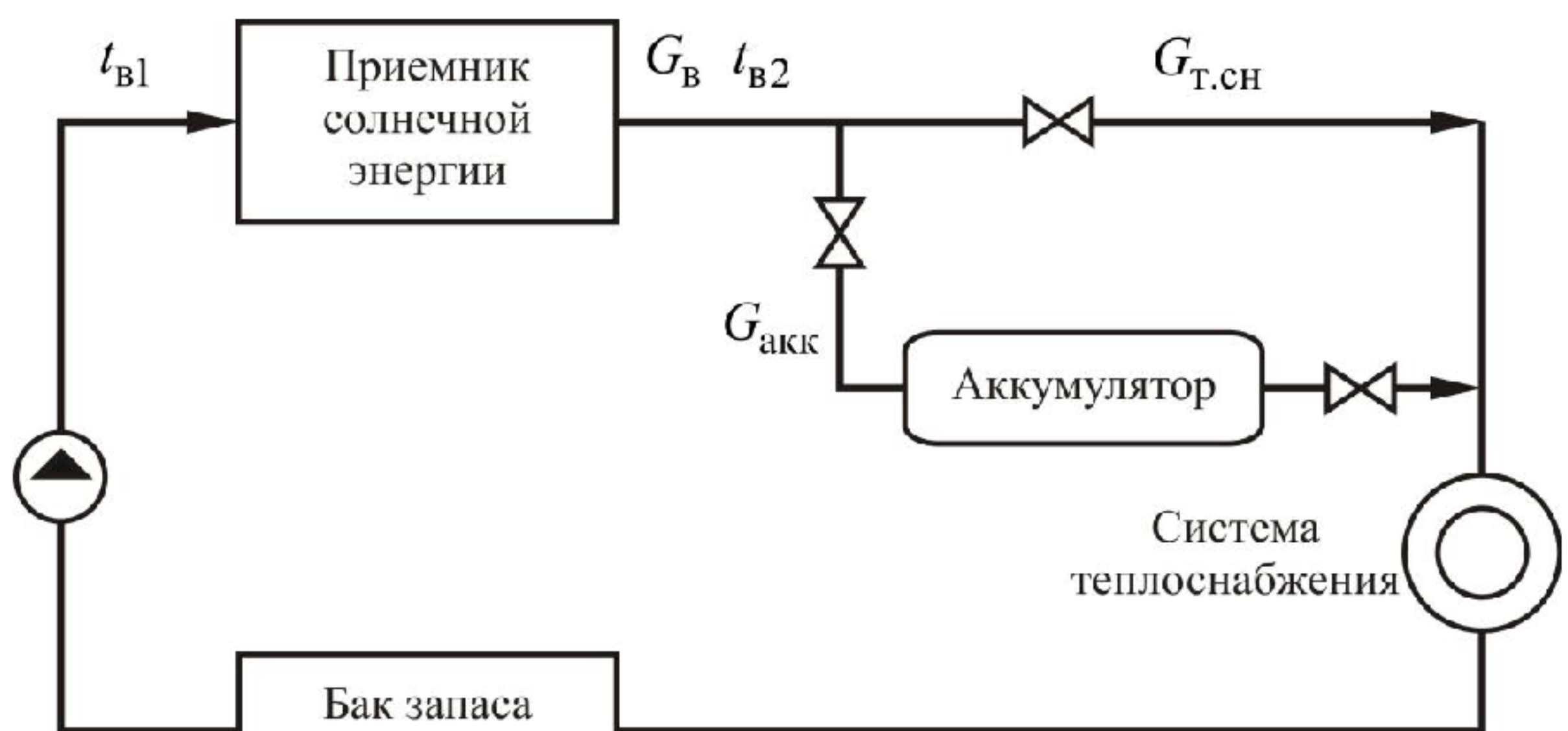
$$n = \frac{Q_{\text{пр}}}{E_r * F_r * R_{\text{отр}} * A_{\text{погл.}}}$$

15. Мощность солнечной электростанции в случае, если вместо ПТУ применить кремниевые фотоэлементы, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов:

$$N_{\text{э}}^{\Phi} = E_r * n * F_r * \eta_{\text{фэ.}}$$

Указание к решению задачи №2

1. Изобразим схему системы солнечного теплоснабжения здания (рис. 3).



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Рисунок 3 – Принципиальная схема системы солнечного теплоснабжения здания

2. Суточное потребление тепла системой теплоснабжения определяется по формуле:

$$Q_{\text{сут}} = 24 * 3600 * Q_{\text{т.сн}}, \text{Дж},$$

где 24 – количество часов в сутках;

3600 – число секунд в часе;

$Q_{\text{сут}}$ – мощность системы теплоснабжения рассматриваемого здания.

3. Тепло, воспринимаемое приемником солнечной энергии в течении периода освещенности, рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{пр}} = E * \eta_{\text{пр}} * F * \tau_{\text{осн}} * 3600, \text{Дж},$$

где E – облученность приемника,

$\eta_{\text{пр}}$ – коэффициент использования солнечной энергии приемником,

F – площадь поверхности приемника,

$\tau_{\text{осн}}$ – период освещения приемника солнцем в течении суток.

4. Тогда уравнение теплового баланса приемника солнечной энергии можно записать в виде:

$$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{пр}}$$

или

$$24 * Q_{\text{т.сн}} = E * \eta_{\text{пр}} * F * \tau_{\text{осн}}$$

5. Из этого уравнения можно определить площадь поверхности пластинчатого приемника солнечной энергии проточного типа F :

$$F = \frac{24 * Q_{\text{т.сн}}}{E * \eta_{\text{пр}} * \tau_{\text{осн}}}, \text{м}^2$$

6. Расход воды через приемник солнечной энергии определяется по формуле:

$$G_{\text{в}} = \frac{Q_{\text{сут}}}{c_p * (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}}) * \tau_{\text{осн}} * 3600} = \frac{24 * Q_{\text{сут}}}{c_p * (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}}) * \tau_{\text{осн}}}, \text{кг/с},$$

где $c_p = 4,19 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}} * \text{К}$ – теплоемкость воды;

$t_{\text{в2}}, t_{\text{в1}}$ – начальная и конечная температура рабочего тела (воды) соответственно.

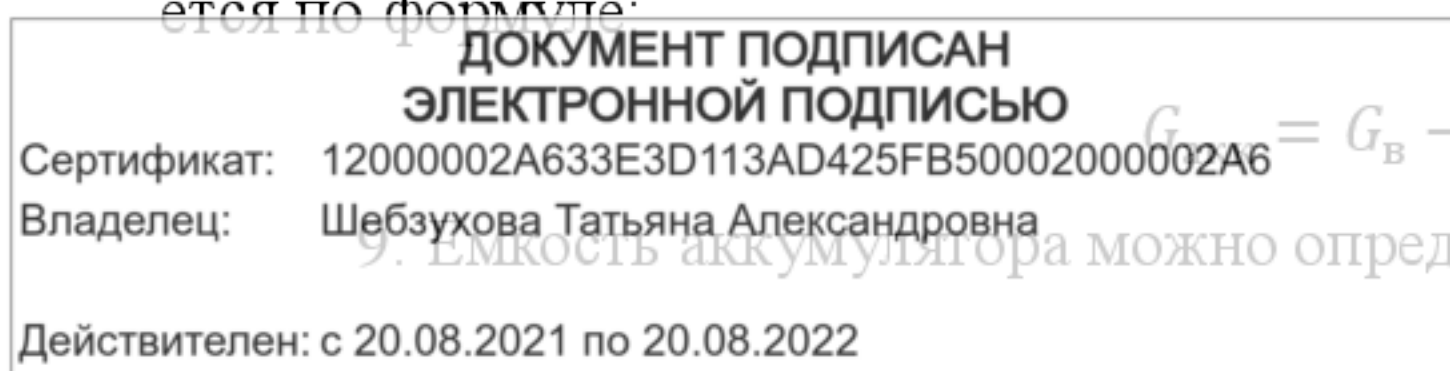
7. Расход воды в аккумулятор тепловой энергии накопительного типа рассчитывается по формуле:

$$G_{\text{т.сн}} = \frac{Q_{\text{т.сн}}}{c_p * (t_{\text{в2}} - t_{\text{в1}})}, \text{кг/с}.$$

8. Расход воды в аккумулятор тепловой энергии накопительного типа рассчитывается по формуле:

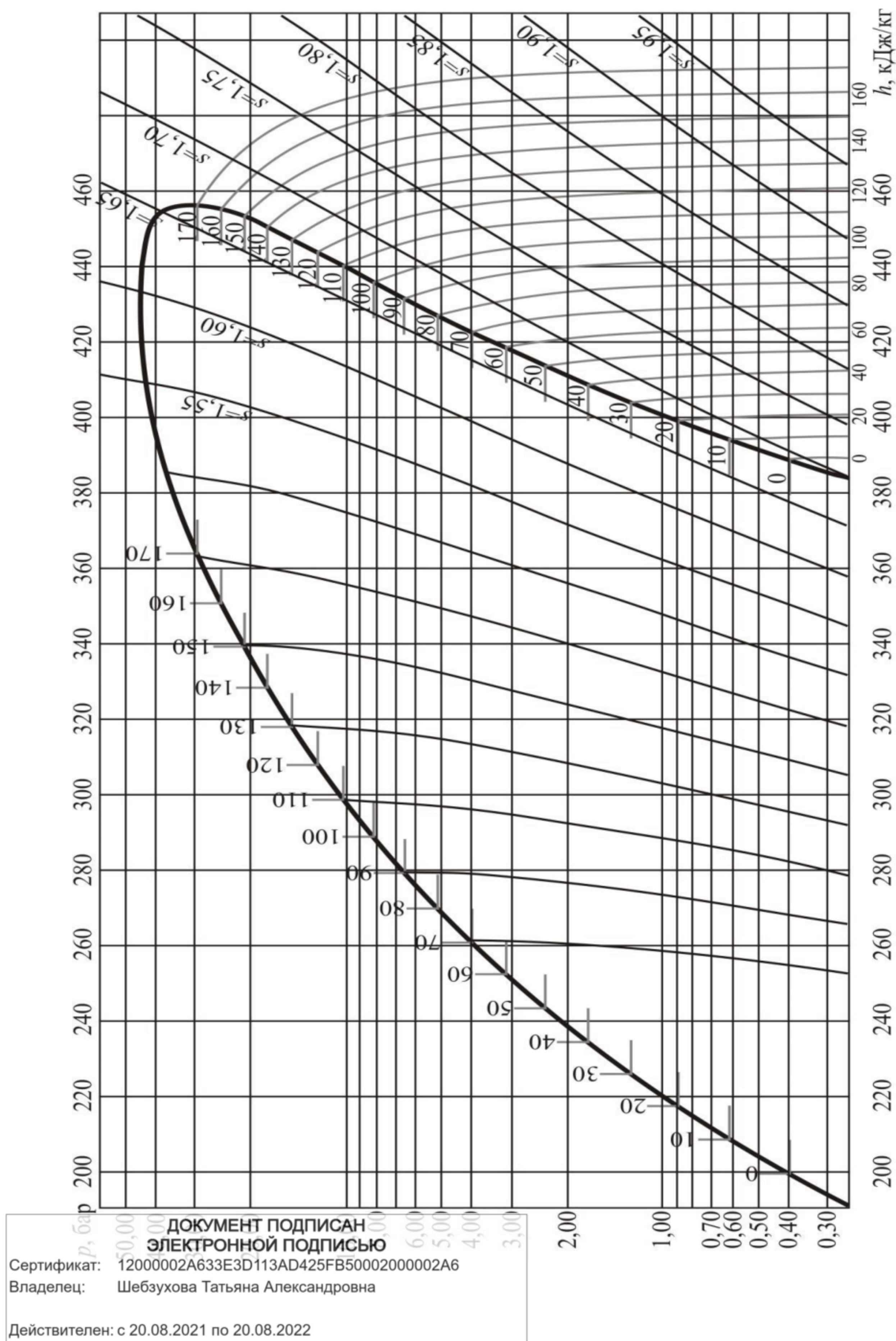
$$G_{\text{в}} = G_{\text{т.сн}}, \text{кг/с}.$$

9. Емкость аккумулятора можно определить по формуле:



$$V = G_{\text{акк}} * \tau_{\text{осн}} * \frac{1}{\rho}, \text{ м}^3,$$

где ρ – 1000 кг/м³ – плотность воды.



Указание к решению задачи №3

Изобразить принципиальную схему геотермальной станции бинарного типа (рис. 5).

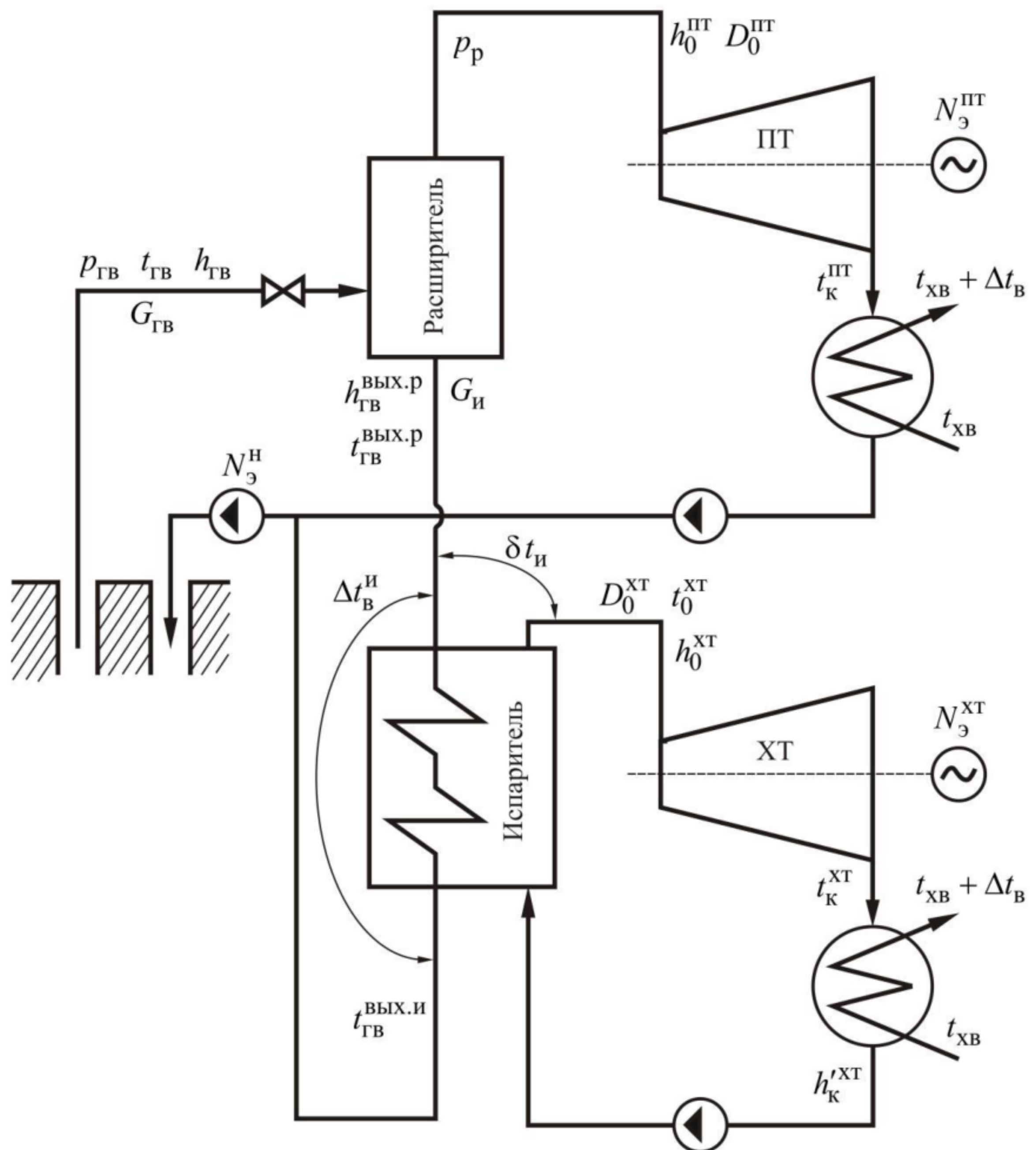


Рисунок 5 – Принципиальная схема геотермальной станции бинарного типа

5. План-график выполнения задания

Работа над контрольной работой может быть представлена в виде выполнения следующих этапов:

№ п/п	Наименование этапа	Сроки выполнения
1.	Получения задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении сессии
4.	Написание контрольной работы	В течении сессии
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении сессии
6.	Защита контрольной работы	На последнем практическом занятии

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

6. Критерии оценивания работы

В целях повышения качества выполняемых контрольных работ преподаватель руководствуется следующими критериями оценивания письменных работ студентов.

Оценка «зачтено (отлично)» выставляется, если студент:

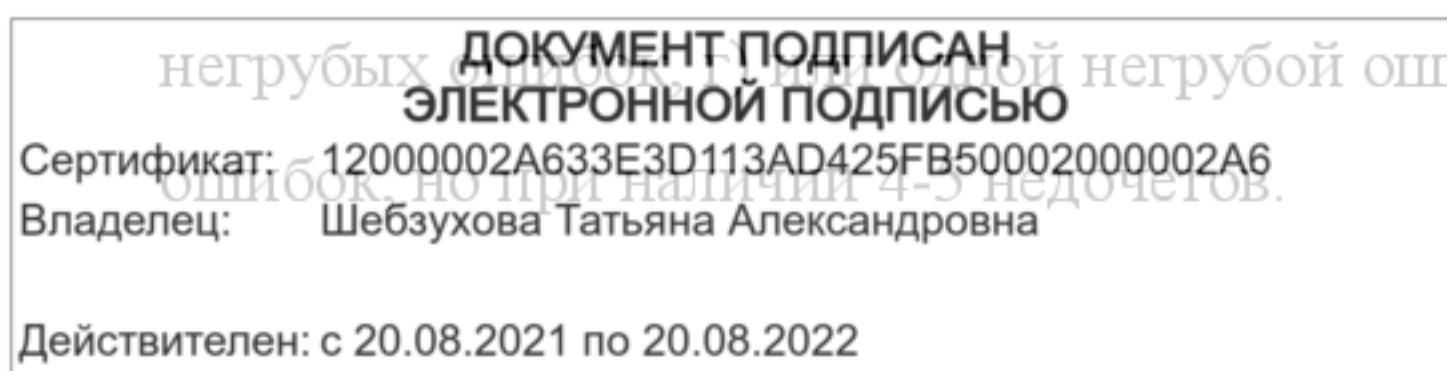
- представил расчетно-графическую работу в установленный срок и оформил ее в строгом соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную учебную и страноведческую литературу;
- при выполнении упражнений показал высокий уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, проявил творческий подход при ответе на вопросы, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие выводы;
- выполнил работу грамотно с точки зрения поставленной задачи, т.е. без ошибок и недочетов или допустил не более одного недочета.

Оценка «зачтено (хорошо)» выставляется, если студент:

- представил расчетно-графическую работу в установленный срок и оформил ее в соответствии с изложенными требованиями;
- использовал рекомендованную и дополнительную литературу;
- при выполнении упражнений показал хороший уровень знания лексико-грамматического и страноведческого материала по заданной тематике, практически правильно сформулировал ответы на поставленные вопросы, представил общее знание информации по проблеме;
- выполнил работу полностью, но допустил в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета б) или не более двух недочетов.

Оценка «зачтено (удовлетворительно)» выставляется, если студент:

- представил работу в установленный срок, при оформлении работы допустил незначительные отклонения от изложенных требований;
- показал достаточные знания по основным темам контрольной работы;
- использовал рекомендованную литературу;
- выполнил не менее половины работы или допустил в ней а) не более двух грубых ошибок, б) или не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) или не более двух-трех негрубых ошибок, г) или не более одной грубой ошибки и трех недочетов, д) или при отсутствии



Оценка «незачтено (неудовлетворительно)» выставляется:

- когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «зачтено (удовлетворительно)» или если правильно выполнено менее половины работы;
- если студент не приступал к выполнению работы или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

7. Порядок защиты работы

Написанная студентом контрольная работа сдается на кафедру в срок для рецензирования. Студент защищает расчетно-графическую работу до экзамена (зачета) перед преподавателем. Без защиты РГР студент к экзамену (зачету) не допускается.

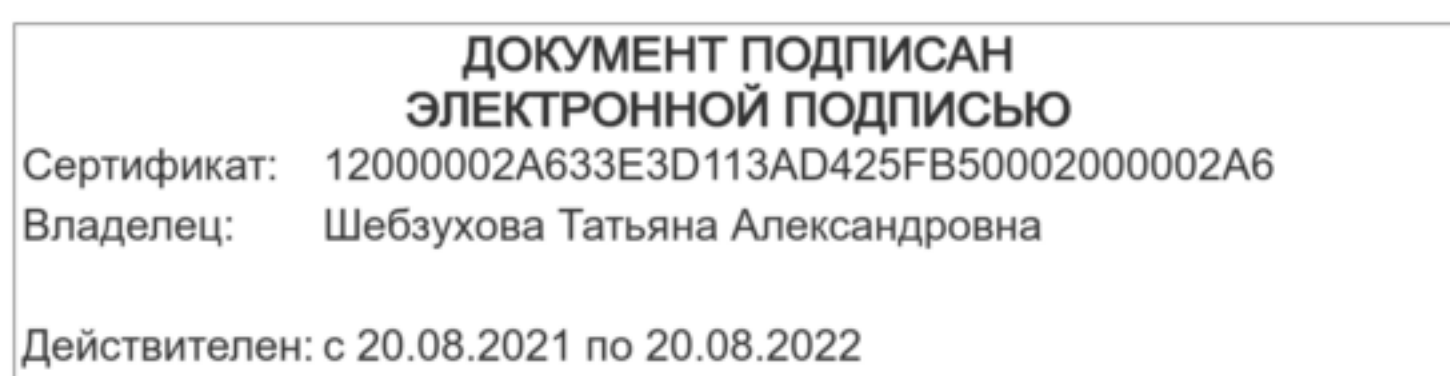
Работа не допускается к защите, если она не носит самостоятельного характера, списана из литературных источников или у других авторов, если основные вопросы не раскрыты, изложены схематично, фрагментарно, в тексте содержатся ошибки, научный аппарат оформлен неправильно, текст написан небрежно.

В ходе защиты контрольной работы задача студента — показать углубленное понимание вопросов конкретной темы, хорошее владение материалом по теме.

Защита расчетно-графической работы может проходить в различных формах по усмотрению преподавателя:

- в форме индивидуальной беседы студента с руководителем по основным положениям работы;
- в форме индивидуальной защиты в присутствии всей группы студентов;
- в форме групповой защиты – одновременной защиты контрольной работы по одному направлению. В этом случае каждый следит за ходом рассуждений товарищей, дополняет, уточняет их, что, несомненно, усиливает работу мысли и способствует развитию экономического мышления.

Любая форма защиты контрольной работы учит отстаивать свою точку зрения, убедительно аргументировать ее, что способствует перерастанию знаний в убеждения.



8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1.2 Перечень основной литературы:

1. Сибикин, М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 229 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2717-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750>

2. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 459 с. : табл., граф., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2467-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051>

8.1.3 Перечень дополнительной литературы:

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. И. Ю. Чуенкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63104.html>

8.2 Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

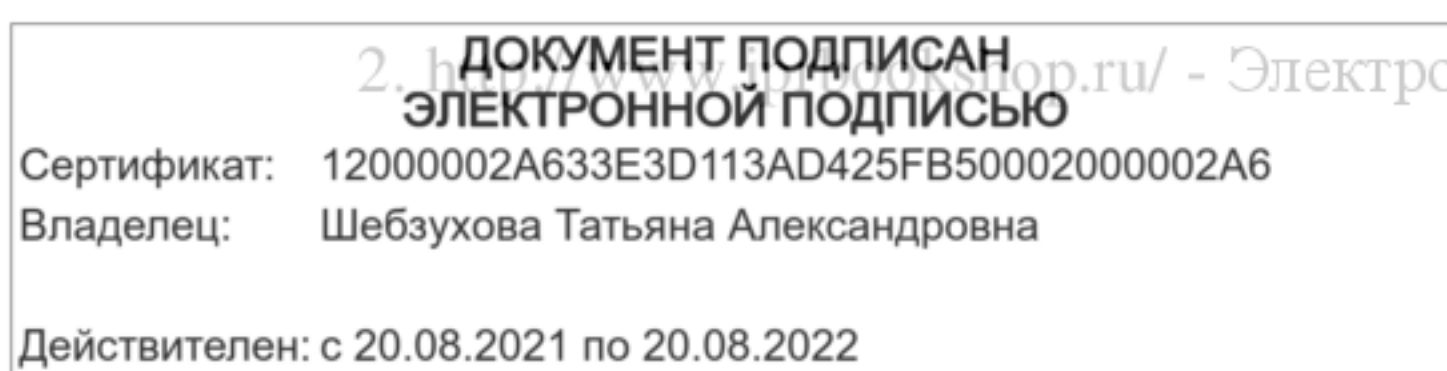
2. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

8.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> - ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы обучающихся
по дисциплине «НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ»

для студентов направления подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Содержание

- Введение
- 1 Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»
 - 2 План-график выполнения самостоятельной работы
 - 3 Контрольные точки и виды отчетности по ним
 - 4 Методические рекомендации по изучению теоретического материала
 - 5 Методические указания по подготовке к контрольной работе
 - 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

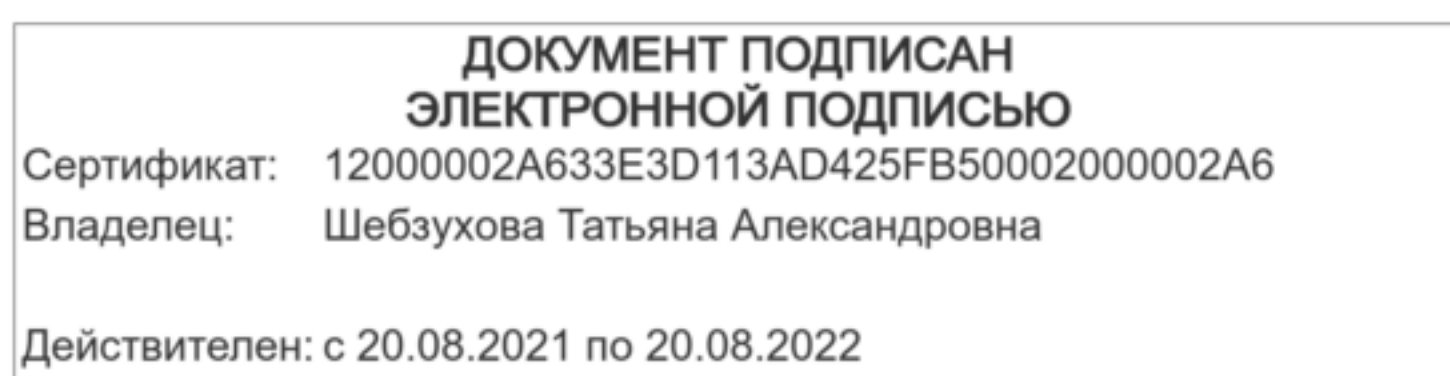
Введение

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.



Общая характеристика самостоятельной работы обучающегося при изучении дисциплины «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

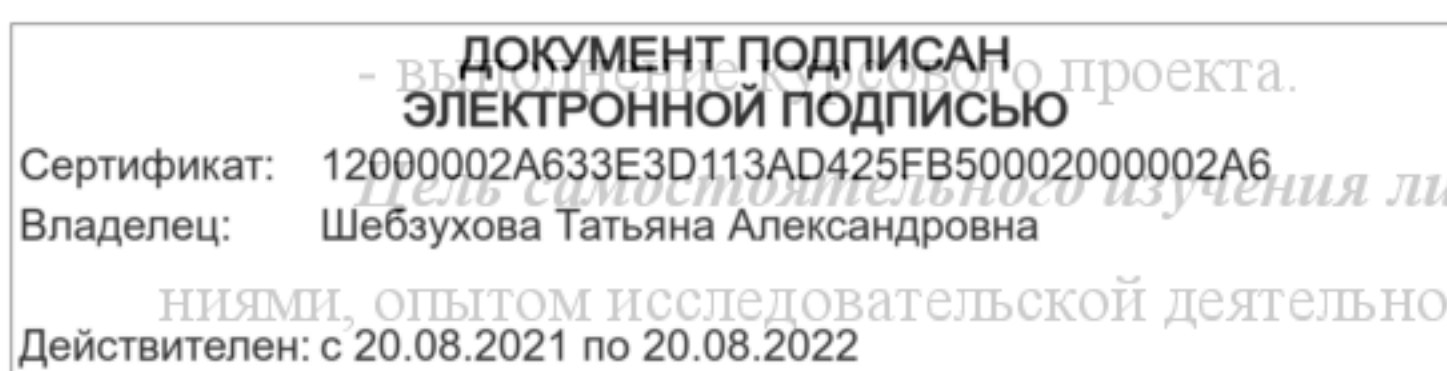
Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. В соответствии с рабочей программой дисциплины предусмотрены следующие виды самостоятельной работы студента:

- самостоятельное изучение литературы;
- самостоятельное решение задач;



- в выполнении заданий проекта.

Цель самостоятельного изучения литературы – самостоятельное овладение знаниями, опытом исследовательской деятельности.

Задачами самостоятельного изучения литературы являются:

- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов.

Цель самостоятельного решения задач - овладение профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю будущей деятельности.

Задачами самостоятельного решения задач являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Целью самостоятельного выполнения расчетно-графической работы по дисциплине является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности.

Задачами данного вида самостоятельной работы студента являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовой работы.

В результате освоения дисциплины формируются следующий перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ИД-2 ПК-1 Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения	Знает общие представления о ресурсах, основных технологиях, состоянии и перспективах развития энергетических установок, использующих возобновляемые источники энергии. Умеет выбирать типовые схемы объектов проектирования с нетрадиционными источниками энергии. Владеет проблематикой применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии при выборе проектного решения систем электроснабжения объектов.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

План-график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора(ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
8 семестр					
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1}	Самостоятельное изучение литературы по темам №1-18	Собеседование	56,205	6,245	62,45
	Подготовка к лекциям	Собеседование	0,405	0,045	0,45
	Подготовка к практическим занятиям	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	0,54	0,06	0,6
	Выполнение контрольной работы	Собеседование	9	1	10
Итого за 8 семестр:			66,15	7,35	73,5
Итого:			66,15	7,35	73,5

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Методические рекомендации по изучению теоретического материала

Самостоятельная работа студента начинается с внимательного ознакомления с содержанием учебного курса.

Изучение каждой темы следует начинать с внимательного ознакомления с набором вопросов. Они ориентируют студента, показывают, что он должен знать по данной теме. Вопросы темы как бы накладываются на соответствующую главу избранного учебника или учебного пособия. В итоге должно быть ясным, какие вопросы темы учебного курса и с какой глубиной раскрыты в конкретном учебном материале, а какие вообще опущены. Требуется творческое отношение и к самому содержанию дисциплины.

Вопросы, составляющие ее содержание, обладают разной степенью важности. Есть вопросы, выполняющие функцию логической связки содержания темы и всего курса, имеются вопросы описательного или разъяснительного характера, а также исторического экскурса в область изучаемой дисциплины. Все эти вопросы не составляют сути понятийного, концептуального содержания темы, но необходимы для целостного восприятия изучаемых проблем.

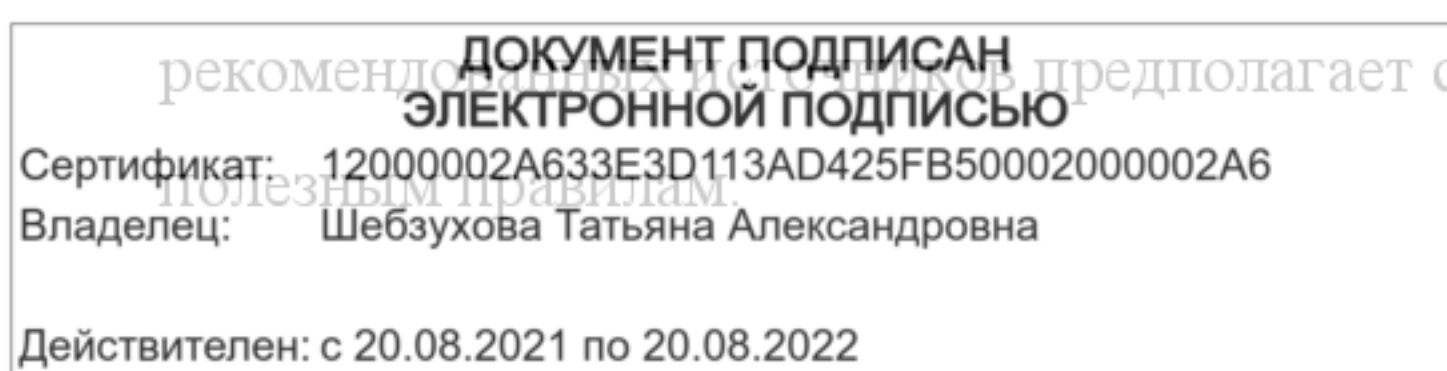
Изучаемая дисциплина имеет свой категориально-понятийный аппарат. Научные понятия — это та база, на которой строится каждая наука. Понятия — узловые, опорные пункты как научного, так и учебного познания, логические ступени движения в учебе от простого к сложному, от явления к сущности. Без ясного понимания понятий учеба крайне затрудняется, а содержание приобретенных знаний становится тусклым, расплывчатым.

Студент должен понимать, что самостоятельное овладение знаниями является главным, определяющим. Высшая школа создает для этого необходимые условия, помогает будущему высококвалифицированному специалисту овладеть технологией самостоятельного производства знаний.

В самостоятельной работе студентам приходится использовать литературу различных видов: первоисточники, монографии, научные сборники, хрестоматии, учебники, учебные пособия, журналы и др. Изучение курса предполагает знакомство студентов с большим объемом научной и учебной литературы, что, в свою очередь, порождает необходимость выработки у них рационально-критического подхода к изучаемым источникам.

Чтобы не «утонуть» в огромном объеме рекомендованных ему для изучения источников, студент, прежде всего, должен научиться правильно их читать. Правильное чтение

рекомендованной литературы предполагает следование нескольким несложным, но весьма полезным правилам.



Предварительный просмотр книги включает ознакомление с титульным листом книги, аннотацией, предисловием, оглавлением. При ознакомлении с оглавлением необходимо выделить разделы, главы, параграфы, представляющие для вас интерес, бегло их просмотреть, найти места, относящиеся к теме (абзацы, страницы, параграфы), и познакомиться с ними в общих чертах.

Научные издания сопровождаются различными вспомогательными материалами — научным аппаратом, поэтому важно знать, из каких основных элементов он состоит, каковы его функции.

Знакомство с книгой лучше всего начинать с изучения аннотации — краткой характеристики книги, раскрывающей ее содержание, идейную, тематическую и жанровую направленность, сведения об авторе, назначение и другие особенности. Аннотация помогает составить предварительное мнение о книге.

Глубже понять содержание книги позволяют вступительная статья, в которой дается оценка содержания книги, затрагиваемой в ней проблематики, содержится информация о жизненной и творческой биографии автора, высказываются полемические замечания, разъясняются отдельные положения книги, даются комментарии и т.д. Вот почему знакомство с вступительной статьей представляется очень важным: оно помогает студенту сориентироваться в тексте работы, обратить внимание на ее наиболее ценные и важные разделы.

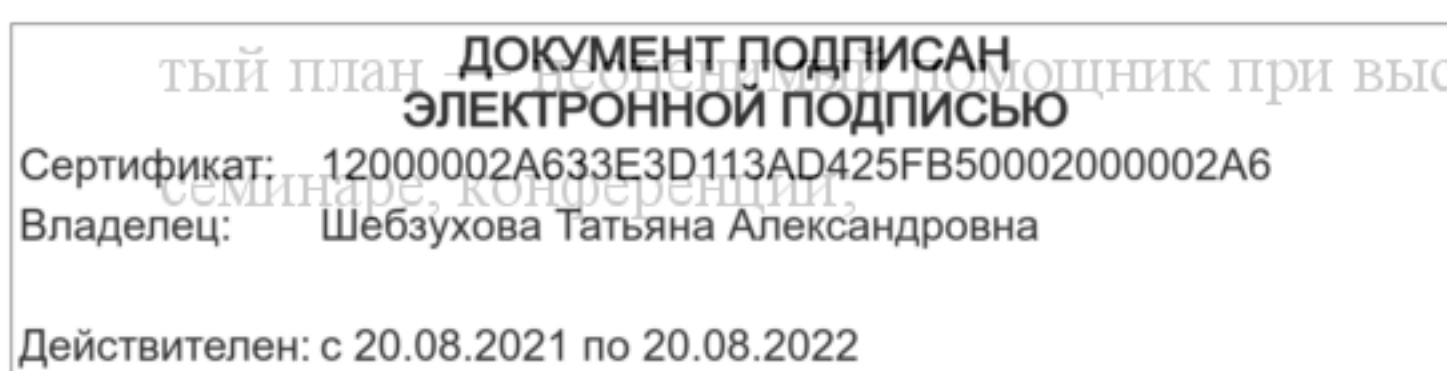
Той же цели содействует знакомство с оглавлением, предисловием, послесловием. Весьма полезными элементами научного аппарата являются сноски, комментарии, таблицы, графики, списки литературы. Они не только иллюстрируют отдельные положения книги или статьи, но и сами по себе являются дополнительным источником информации для читателя.

Если читателя заинтересовала какая-то высказанная автором мысль, не нашедшая подробного освещения в данном источнике, он может обратиться к тексту источника, упоминаемого в сноске, либо к источнику, который он может найти в списке литературы, рекомендованной автором для самостоятельного изучения.

Существует несколько форм ведения записей:

— план (простой и развернутый) — наиболее краткая форма записи прочитанного, представляющая собой перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. Развернутый план представляет собой более подробную запись прочитанного, с детализацией отдельных положений и выводов, с выпиской цитат, статистических данных и т.д. Разверну-

тый план — это документ, который используется при выступлении с докладом на конкретную тему на семинаре, конференции.



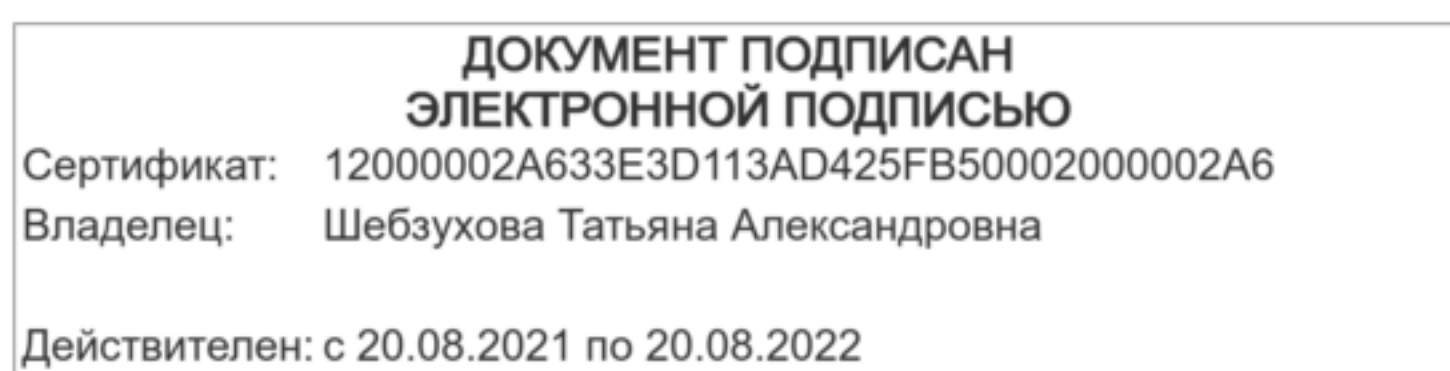
— тезисы — кратко сформулированные положения, основные положения книги, статьи. Как правило, тезисы составляются после предварительного знакомства с текстом источника, при его повторном прочтении. Они помогают запомнить и систематизировать информацию.

Составление конспектов

Большую роль в усвоении и повторении пройденного материала играет хороший конспект, содержащий основные идеи прочитанного в учебнике и услышанного в лекции. Конспект — это, по существу, набросок, развернутый план связного рассказа по основным вопросам темы.

В какой-то мере конспект рассчитан (в зависимости от индивидуальных особенностей студента) не только на интеллектуальную и эмоциональную, но и на зрительную память, причем текст конспекта нередко ассоциируется еще и с текстом учебника или записью лекции. Поэтому легче запоминается содержание конспектов, написанных разборчиво, с подчеркиванием или выделением разрядкой ключевых слов и фраз.

Самостоятельно изученные темы предоставляются преподавателю в форме конспекта, по которому происходит собеседование. Теоретические темы курса (отдельные вопросы), выносимые на самостоятельное изучение, представлены ниже.



Методические указания по подготовке к контрольной работе

Контрольная работа – это самостоятельная письменная работа студента, которая должна показать не только его владение теоретическим материалом, но и продемонстрировать практические умения проводить расчеты.

Цели выполнения контрольной работы заключаются:

- закрепить и систематизировать теоретические знания и практические навыки студента;
- научить работать с литературой – изучать, анализировать информацию из научных источников;

При выполнении контрольной работы реализуются следующие компетенции:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения	ИД-2 ПК-1 Выбирает типовые проектные решения систем электроснабжения	Знает общие представления о ресурсах, основных технологиях, состоянии и перспективах развития энергетических установок, использующих возобновляемые источники энергии. Умеет выбирать типовые схемы объектов проектирования с нетрадиционными источниками энергии. Владеет проблематикой применения нетрадиционных и возобновляемых источников энергии при выборе проектного решения систем электроснабжения объектов.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Перечень основной литературы:

1. Сибикин, М.Ю. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2014. - 229 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2717-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=257750>
2. Удалов, С.Н. Возобновляемые источники энергии : учебное пособие / С.Н. Удалов. - 3-е изд., перераб. и доп. - Новосибирск : НГТУ, 2014. - 459 с. : табл., граф., ил. - (Учебники НГТУ). - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7782-2467-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436051>

Перечень дополнительной литературы:

1. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / сост. И. Ю. Чуенкова. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 148 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63104.html>

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Методические рекомендации для подготовки к практическим занятиям по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».
2. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».
3. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии».

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.biblioclub.ru> -ЭБС "Университетская библиотека онлайн"

2. <http://www.iprbookshop.ru/> - Электронно- библиотечная система IPRbooks

