

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 22.06.2026 04:15:17  
Уникальный программный идентификатор:  
f7c6224119e4c01b4d7b682991f8553b37cafb



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО»**  
**(ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ)**

---

Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и электротехники

**Учебно-методические указания**  
**по дисциплине «Средства распределенной генерации на**  
**сельскохозяйственных предприятиях»**

**Молодежный 2022**

Рекомендовано к изданию и внедрению в учебный процесс методической комиссией энергетического факультета ФГБОУ ВО Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского

Средства распределенной генерации на сельскохозяйственных предприятиях. Учебно-методические указания / С.В. Подъячих, Д.А. Иванов – Молодёжный: Издательство ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ, 2022.- 16 С.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ.....	7
3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ.....	10
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ.....	12
5. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	17

## **ВВЕДЕНИЕ**

Настоящие методические указания предлагают аспирантам дневной и заочной форм обучения варианты контрольного задания, состоящего из перечня контрольных вопросов и десяти задач по основным разделам дисциплины с методическими указаниями по их решению, а также перечень рекомендуемой литературы.

Целью данных методических указаний является закрепление полученных теоретических знаний по дисциплине, овладение методикой расчета основных параметров солнечных, ветровых, биогазовых, геотермальных энергетических установок.

Аспирант должен самостоятельно в соответствии с предложенным ему заданием ответить на контрольные вопросы, произвести необходимые расчеты, оформить с принятыми стандартами задание и защитить его у преподавателя.

# 1. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## 1.1 Цели и задачи освоения дисциплины

**Цель** изучения данной учебной дисциплины **Средства распределённой генерации на сельскохозяйственных предприятиях** является изучение различных средств распределённой генерации, их количественных и качественных характеристик и применение данных средств в сельском хозяйстве.

**Задачи** изучения данной учебной дисциплины предусматривают:

- изучение возможностей применения источников распределенной генерации в системах энергоснабжения сельскохозяйственных предприятий;
- изучение и освоение современных теоретических и практических методов оценки экологических, экономических и энергетических показателей различного рода средств распределённой генерации;
- анализ влияния распределённой генерации на единую энергетическую систему;
- научиться использовать средства распределенной генерации с целью энергосбережения на сельскохозяйственных предприятиях и улучшения экологических условий.

## **Раздел 1. Использование солнца как источника тепловой энергии. Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии**

Энергетическая светимость Солнца и спектральные характеристики солнечного излучения. Прямое и рассеянное облучение. Влияние географических координат, ориентировки приемника облучения в пространстве, времени суток и времени года. Нагревание воды. Солнечный коллектор и способы повышения его эффективности. Обогрев помещения и горячее водоснабжение. Солнечные кондиционеры. Промышленное и сельскохозяйственное использование. Тепловые электростанции. Теплицы. Опреснители соленой воды. Солнечные кухни. Экономика и экология.

Физические основы преобразования энергии солнечного излучения в электрическую энергию. Характерные размеры фотоэлементов. Потери и методы борьбы с ними. Коэффициент полезного действия фотоэлемента и перспективы его увеличения. Конструкция фотоэлементов и особенности технологии их изготовления. Использование моно- и поликристаллического кремния и других материалов. Другие методы получения электрической энергии: внешний фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, термоэлектричество. Экономика и экология.

## **Раздел 2. Электрические станции, работающие на энергии ветра**

Общие характеристики ветряных электрических установок (ВЭУ). Взаимодействие лопасти ветряка с потоком воздуха. ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью. Связь мощности и сопротивления ветряка с параметрами набегающего потока. Оптимальный режим работы колеса. Статистические характеристики ветра. ВЭУ для производства электроэнергии и механической работы. Оптимальное размещение ВЭУ. Экономика и экология.

## **Раздел 3. Влияние и анализ взаимодействия источников распределённой генерации**

Идеальная и реальная мощность источников. Активные и реактивные мощности. Оптимальные значения мощностей. Схемы электростанций и ее основные элементы.

## Раздел 4. Биоэнергетика и её использование в электроснабжении предприятий АПК

Классификация. Биотопливо для энергетики и бытового потребления. Технология обработки биотоплива. Установки для производства тепла, пиролиза, гидрогенизации, биогаза. Экономика и экология.

Строение земли и изменение температуры в земной коре. Классификация геотермальных районов. Наиболее перспективные районы в мире и России. Запас энергии в земной коре и методы ее использования. Естественный водоносный слой. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической энергии. Экономика и экология.

## Раздел 5. Гидроэнергетика малых рек в сельской местности

Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии при использовании различных возобновляемых источников энергии. Биоаккумуляторы. Химические аккумуляторы. Топливные элементы. Хранение энергетически ценных веществ. Аккумуляторные электробатареи. Тепловые аккумуляторы. Гидростатические аккумуляторы. Резервуары со сжатым воздухом. Маховики. Передача энергии потока биомассы, тепла, химически активных веществ, электроэнергии.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНОГО ЗАДАНИЯ

### Задачи

1. На солнечной электростанции башенного типа установлено  $n$  гелиостатов, каждый из которых имеет поверхность  $F_z$ . Гелиостаты отражают солнечные лучи на приемник, на поверхности которого зарегистрирована максимальная энергетическая освещенность  $H_{np} = 2,5$  МВт/м<sup>2</sup>. Коэффициент отражения гелиостата  $R_z = 0,8$ . коэффициент поглощения приемника  $A_{np} = 0,95$ . Максимальная облученность зеркала гелиостата  $H_z = 600$  Вт/м<sup>2</sup>.

Определить площадь поверхности приемника  $F_{np}$  и тепловые потери в нем, вызванные излучением и конвекцией, если рабочая температура теплоносителя составляет  $t$ . Степень черноты приемника  $\epsilon_{np} = 0,95$ . Конвективные потери в два раза меньше потерь от излучения.

**2.** Оценить возможную величину действительного КПД ОТЭС, рабочим телом которой является аммиак, если температура воды на поверхности океана  $t_1$ , а температура воды на глубине океана  $t_2$ . Какой расход теплой воды  $V$  потребуется для ОТЭС мощностью  $N$ ? Считается, что действительный КПД  $\eta$  океанической ТЭС, использующей температурный перепад поверхностных и глубинных вод  $(T_1 - T_2) = \Delta T$  и работающей по циклу Ренкина, в два раза меньше термического КПД установки, работающей по циклу Карно,  $\eta^k$ .

Считать, что плотность воды  $\rho = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, а удельная массовая теплоемкость  $C_p = 4,2 \cdot 10^3$  Дж/(кг·К).

**3.** Определить начальную температуру  $t_2$  и количество геотермальной энергии  $E_0$  водоносного пласта толщиной  $h$  при глубине залегания  $z$ , если заданы характеристики породы пласта: плотность  $\rho_{zp} = 2700$  кг/м<sup>3</sup>; пористость  $a = 5$  %; удельная теплоемкость  $C_{zp} = 840$  Дж/(кг·К). Температурный градиент  $(dt/dz)$  выбрать по таблице вариантов задания.

Среднюю температуру поверхности  $t_0$  принять равной 10 °С. Удельная теплоемкость воды  $C_в = 4200$  Дж/(кг·К); плотность воды  $\rho = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>. Расчет произвести по отношению к площади поверхности  $F = 1$  км<sup>2</sup>. Минимально допустимую температуру пласта принять равной  $t_1 = 40$  °С.

Определить также постоянную времени извлечения тепловой энергии  $\tau_0$  при закачивании воды в пласт и расходе ее  $V = 0,1$  м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>). Какова будет тепловая мощность, извлекаемая первоначально  $(dE/dz)_{\tau=0}$  и через 10 лет  $(dE/dz)_{\tau=10}$ ?

**4.** Определить объем биогазогенератора  $V_б$  и суточный выход биогаза  $V_2$  в установке, утилизирующей навоз от  $n$  коров, а также обеспечиваемую ею тепловую мощность  $N$ . Время цикла сбраживания  $\tau = 14$  сут при температуре  $t = 25$  °С; подача сухого сбраживаемого материала от одного животного идет со скоростью  $W = 2$  кг/сут; выход биогаза из сухой массы  $v_2 = 0,24$  м<sup>3</sup> /кг. Содержание метана в биогазе составляет  $f_m$ . КПД горелочного устройства  $\eta$ . Плотность сухого материала, распределенного в массе биогазогенератора,  $\rho_{сх} \approx 50$  кг/м<sup>2</sup>. Теплота сгорания метана при нормальных физических условиях  $Q_{н^p} = 28$  МДж/м<sup>3</sup>.

**5.** Для отопления дома в течение суток потребуется количество теплоты  $Q$ . При использовании для этой цели солнечной энергии тепловая энергия может быть запасена в водяном аккумуляторе. Допустим, что температура горячей воды  $t_1$ . Какова должна быть емкость бака аккумулятора  $V$ , если тепловая энергия может использоваться в

отопительных целях до тех пор, пока температура воды не понизится до  $t_2$ ?  
Величины теплоемкости и плотности воды взять из справочной литературы.

**6.** Оценить приливный потенциал бассейна, если его площадь  $F$ , а средняя величина прилива  $R_{cp}$ .

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

**8.** Определить мощность ветровой электростанции, содержащей  $n$  однотипных ветроэнергетических установок. Длина лопасти ветроколеса  $L$ ; скорость ветра  $v$ ; коэффициент использования энергии ветра  $\xi = 0,42$ ; КПД ветроэнергетической установки  $\eta = 75$  %; КПД фотоэлектрических преобразователей  $\eta_{фэ} = 15$  %; температура воздуха  $t$ ; атмосферное давление  $p$ .

**9.** Определить теплоту, подводимую гелиостатами к установленному на башне парогенератору, если количество гелиостатов  $n$ ; площадь зеркал одного гелиостата  $F$ ; интенсивность солнечного излучения  $I$ ; коэффициент эффективности использования солнечного излучения  $\eta_u$ . Определить мощность паротурбинной солнечной электростанции, если термический КПД паротурбинной солнечной энергетической установки  $\eta$ ; КПД электрогенератора  $\eta_э$ . Определить мощность солнечной электростанции, если вместо паротурбинной установки применить кремниевые фотоэлектрические преобразователи с КПД  $\eta_{ф} = 15$  %, занимающие ту же площадь, что и зеркала гелиостатов?

**10.** Рассчитать мощность гирляндной ГЭС состоящей из  $n$  поперечных турбин диаметром  $d$ ; общая длина гирлянды (активная часть)  $l$ ; скорость течения водного потока  $v$ . Выбрать тип генератора гирляндной ГЭС. Определить выработку электроэнергии гирляндной ГЭС за летний период.

### 3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Но- мер зада- чи	Величина, единица измерения	Номер варианта (численные значения величин, выбираемые по последним цифрам номера зачетной книжки)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	$n$ , шт.	243	253	263	273	283	293	303	313	323	333	245	270	250	235	289
	$F_z$ , м <sup>2</sup>	64	61	58	55	52	49	46	43	40	37	24	31	48	45	39
	$t$ , °С	700	680	660	640	620	580	560	540	520	600	630	650	670	610	625
2	$N$ , МВт	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	$t_1$ , °С	30	39	28	28	26	26	24	23	21	22	29	27	20	31	28
	$t_2$ , °С	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4	5	4
3	$h$ , км	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,0
	$z$ , км	2,5	3,0	3,5	4,0	3,5	3,0	2,5	4	3,5	4,5	1,5	5,0	5,5	4,3	4,2
	$(dt/dz)$ , °С/км	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	75	70	65	60	60
4	$n$ , шт.	24	20	18	16	14	12	10	8	6	4	26	25	19	22	17
	$f_m$ , %	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
	$\eta$ , %	70	71	68	69	66	67	64	62	60	61	72	75	65	63	69
5	$Q$ , МДж	560	580	600	620	640	660	680	700	720	740	760	780	800	820	840
	$t_1$ , °С	52	50	54	50	52	54	52	50	52	50	55	56	57	51	53
	$t_2$ , °С	31	30	29	28	27	31	30	29	28	27	31	29	32	26	29

Но- мер зада- чи	Величина, единица измерения	Номер варианта (численные значения величин, выбираемые по последним цифрам номера зачетной книжки)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6	$F$ , км <sup>2</sup>	400	700	1000	1500	2000	2200	2500	3000	3500	4000	4100	4200	4300	4400	4500
	$R_{cp}$ , м	8,0	7,5	7,2	7,0	6,8	6,5	6,0	5,4	5,2	5,0	8,1	7,3	7,9	7,4	7,8
7	$Q$ , м <sup>3</sup> /с	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	$H$ , м	20	21	19	15	18	13	17	14	8	12	9	11	7	10	6
	$n$ , раз	3	2	1,2	1,5	2,5	3,5	1,7	1,9	3,3	2,2	3,1	2,4	1,9	1,7	1,4
	$m$ , %	30	25	20	31	52	34	17	26	44	29	31	18	19	28	36
8	$n$ , шт.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
	$L$ , м	58	56	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32	30
	$v$ , м/с	8	8,5	9	9,5	10	7	7,5	11	12	10,5	11,5	14	12,5	13	13,5
	$t$ , °С	- 5	0	5	7	- 10	20	25	- 15	9	12	17	- 3	3	23	27
	$p$ , кПа	100	101	102	97	98	99	100	101	102	97	98	99	96	103	100
9	$n$ , шт.	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
	$F$ , м <sup>2</sup>	38	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16	14	12	10
	$I$ , Вт/м <sup>2</sup>	350	400	700	650	450	600	550	550	750	730	390	430	580	610	560
	$\eta_t$ , %	41	43	42	45	44	38	39	39,5	40,5	41,5	42,5	43,5	44,5	37,5	38,5
	$\eta_u$ , %	35	36	37	38	38	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
10	$v$ , м/с	2	1,9	2,5	1,5	2,1	2,4	1,7	1,6	2,3	1,8	2,2	2,9	2,6	1,8	2,7
	$d$ , м	1	1,5	1,1	0,5	0,9	1,3	1,4	0,7	1,2	0,8	0,6	1,25	0,75	1,15	0,65
	$l$ , м	1,2	1,4	2	1,2	0,8	1,5	1,6	1,7	0,9	1,1	1,9	1,8	0,7	2,1	0,6
	$n$ , шт.	3	5	7	4	6	8	10	9	15	11	13	14	12	17	16
	$\eta_{ред}$ , %	0,7	0,72	0,73	0,75	0,76	0,78	0,79	0,8	0,82	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,9
	$\eta_{ген}$ , %	0,9	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76

## 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

### Задача № 1

Энергия, полученная приемником от солнца через гелиостаты

$$Q = R_z \cdot A_{np} \cdot F_z \cdot H_z \cdot n, \text{ Вт},$$

где  $H_z$  – облученность зеркала гелиостата, Вт/м<sup>2</sup>;

$F_z$  – площадь поверхности гелиостата, м<sup>2</sup>;

$n$  – количество гелиостатов, шт.;

$R_z$  – коэффициент отражения зеркала концентратора,  $R_z = 0,7 \div 0,8$ ;

$A_{np}$  – коэффициент поглощения приемника,  $A_{np} < 1$ .

Площадь поверхности приемника может быть определена, если известна энергетическая освещенность на нем  $H_{np}$

$$F_{np} = Q / H_{np}, \text{ м}^2.$$

В общем случае температура на поверхности приемника может достигать  $t_{нов} = 1160$  К, что позволяет нагреть теплоноситель до 700 °С. Потери тепла за счет излучения в теплоприемнике можно вычислить по закону Стефана-Больцмана:

$$q_{луч} = \varepsilon_{np} \cdot C_o \cdot (T / 100)^4, \text{ Вт/м}^2,$$

где  $T$  – абсолютная температура теплоносителя, К;

$\varepsilon_{np}$  – степень черноты серого тела приемника;

$C_o$  – коэффициент излучения абсолютно черного тела, Вт/(м<sup>2</sup>·К<sup>4</sup>).

### Задача № 2

Если считать теплообменники (испаритель и конденсатор) идеальными, то тепловую мощность, полученную от теплой воды  $Q_o$  можно представить как

$$Q_o = \rho \cdot V \cdot C_p \cdot \Delta T, \text{ Вт},$$

где  $\rho$  – плотность морской воды, кг/м<sup>3</sup>;

$C_p$  – массовая теплоемкость морской воды, Дж/(кг·К);

$V$  – объемный расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$\Delta T = T_1 - T_2$  – разность температур поверхностных и глубинных вод (температурный перепад цикла), К.

В идеальном теоретическом цикле Карно механическая мощность  $N_0$  может быть определена как

$$N_0 = \eta_t^k \cdot Q_o, \text{ Вт}.$$

### Задача № 3

Температура водоносного пласта перед началом его эксплуатации

$$t_2 = t_0 + (dT/dz) \cdot z, \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $t_0$  – температура на поверхности Земли,  $^\circ\text{C}$ .

Теплоемкость пласта определяется формулой

$$C_{nl} = [\alpha \cdot \rho_w \cdot C_w + (1 - \alpha) \cdot \rho_{gp} \cdot C_{gp}] \cdot h \cdot F, \text{ Дж/К},$$

где  $\rho_w$  и  $C_w$  – соответственно плотность и удельная теплоемкость воды;  $\rho_{gp}$  и  $C_{gp}$  – плотность и удельная теплоемкость грунта (пород пласта).

Если задать минимально допустимую температуру, при которой можно использовать тепловую энергию пласта  $T_1$  (К), то можно оценить его тепловой потенциал к началу эксплуатации

$$E_0 = C_{nl} \cdot (T_2 - T_1), \text{ Дж}.$$

Постоянная времени пласта  $\tau_0$  (возможное время его использования, лет) в случае отвода тепловой энергии путем закачки в него воды с объемным расходом  $V$  определяется формулой

$$\tau_0 = C_{nl} / (V \cdot \rho_w \cdot C_w), \text{ с}.$$

Тепловой потенциал пласта во время его разработки изменяется по экспоненциальному закону

$$E = E_0 \cdot e^{-\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)}, \text{ Дж},$$

где  $\tau$  – число лет с начала эксплуатации.

Тепловая мощность геотермального пласта в момент времени  $\tau$

$$\left( \frac{dE}{d\tau} \right)_\tau = \frac{E_0}{\tau_0} \cdot e^{-\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)}, \text{ Вт}.$$

### Задача № 4

Суточный объем жидкой массы, поступающей в биогазогенератор можно определить по формуле

$$V_{сут} = m_0 / \rho_{сжж}, \text{ м}^3/\text{сут},$$

где  $m_0$  – подача сухого сбраживаемого материала, кг/сут.

Объем биогазогенератора, необходимого для фермы

$$V_{\bar{o}} = \tau \cdot V_{\text{сут}}, \text{ м}^3.$$

Суточный выход биогаза

$$V_z = m_0 \cdot v_z, \text{ м}^3/\text{сут}.$$

Тепловая мощность устройства, использующего биогаз

$$N = \eta \cdot Q_{\text{н}}^p \cdot V_z \cdot f_{\text{м}} \text{ МДж/сут},$$

где  $f_{\text{м}}$  – объемная доля метана в биогазе;

$\eta$  – КПД горелочного устройства.

### Задача № 5

Необходимый объем бака-аккумулятора  $V$  для воды можно определить, используя известную формулу –  $Q = m \cdot c_p \cdot (t_1 - t_2)$ , если знать суточную потребность в тепловой энергии для дома  $Q$ , температуру горячей воды, получаемой в солнечных коллекторах  $t_1$ , наименьшую температуру в баке  $t_2$ , при которой еще возможно действие отопительной системы.

### Задача № 6

Энергетический потенциал приливной энергии океанического бассейна определяется по формуле

$$Э_{\text{ном}} = 1,97 \cdot 10^6 \cdot R_{\text{ср}}^2 \cdot F, \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $F$  – площадь бассейна, км<sup>2</sup>;

$R_{\text{ср}}$  – средняя величина приливной волны, м.

### Задача № 7

Мощность малой ГЭС определяется по формуле

$$N = 9,81 \cdot V \cdot H \cdot \eta, \text{ Вт},$$

где  $Q$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;

$H$  – напор (разность уровней воды верхнего и нижнего бьефов), м;

$\eta$  – КПД ГЭС, учитывающий потери в гидравлических сооружениях, водоводах, турбинах, генераторах. Для малых ГЭС  $\eta \approx 0,5$ .

## Задача № 8

Ветровой поток, проходящий через площадь  $F$ , ометаемую лопастями ветродвигателя, имеет энергию

$$E = m \cdot v^2 / 2, \text{ Дж},$$

где  $v$  – скорость ветра, м/с;

$m$  – масса воздуха.

За секунду через площадь  $F$  протекает воздух с массой

$$m = \rho \cdot v \cdot F, \text{ кг/с},$$

где  $\rho = p / R \cdot T$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$p$  – атмосферное давление, Па;

$R = 287$  Дж/кг·К – газовая постоянная;

$T$  – абсолютная температура, К.

Площадь ветроколеса

$$F = \pi \cdot L^2, \text{ м}^2,$$

где  $L$  – длина лопасти, м.

Мощность, развиваемая ветроэнергетической установки, определяется формулой

$$N = \xi \cdot \eta \cdot \rho \cdot \pi \cdot L^2 \cdot v^3 / 2, \text{ Вт}.$$

## Задача № 9

Общее количество теплоты, воспринятой парогенератором, составляет

$$Q = \eta_u \cdot n \cdot F \cdot I, \text{ Вт},$$

где  $\eta_u$  – коэффициент эффективности использования солнечного излучения;

$n$  – количество гелиостатов, шт;

$F$  – площадь зеркал одного гелиостата, м<sup>2</sup>;

$I$  – интенсивность солнечного излучения, Вт/м<sup>2</sup>.

Мощность паротурбинной СЭУ составит

$$N = \eta_g \cdot \eta_t \cdot Q, \text{ Вт},$$

где  $\eta_g$  – КПД электрогенератора (0,92...0,96).

Мощность СЭУ с фотоэлектрическими преобразователями определяется соотношением

$$N_{фэ} = \eta_{фэ} \cdot F_{фэ} \cdot I, \text{ Вт},$$

где  $\eta_{фэ}$  – КПД фотоэлектрических преобразователей;  
 $F_{фэ}$  – их общая площадь, м<sup>2</sup>.

### Задача № 10

Мощность гирлянды ГЭС определяется

$$P_{гир} = d \cdot L \cdot v^3 \cdot \eta_m, \text{ кВт},$$

где  $d$  – диаметр поперечной турбины, м;  
 $L$  – длина активной части гирлянды, м;  
 $v$  – скорость течения водного потока, м/с;  
 $\eta_m$  – коэффициент, учитывающий потери энергии в турбине (для поперечных турбин  $\eta_m = 0,45–0,47$ ).

Длина активной части гирлянды  $L$  определяется произведением длины одной турбины  $l$  на их количество в гирлянде  $n$ .

Линейная скорость вращения троса гирлянды определяется по выражению

$$n_m = 60 \cdot v / R, \text{ об/мин},$$

где  $R$  – радиус турбины, м.

Мощность генератора

$$P_{ген} = P_{гир} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{ген}, \text{ кВт},$$

где  $\eta_{ред}$  – КПД редуктора, учитывающий потери в передаче;  
 $\eta_{ген}$  – КПД генератора.

По полученному значению мощности выбирается ближайший по характеристикам тип генератора, записывается его марка и параметры.

Определяется выработка электроэнергии гирляндной ГЭС за летний период

$$W_э = P_{ген} \cdot 24 \cdot (N_6 + N_7 + N_8), \text{ кВт} \cdot \text{ч},$$

где  $N$  – количество дней в соответствующем месяце.

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безруких П.П. Использование энергии ветра. Техника, экономика, экология / П. П. Безруких. - М.: Колос, 2008. - 196 с.
2. Германович В. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, Солнца, Земли, воды, биомассы / В. Германович, А. Турилин. - СПб.: Наука и Техника, 2011. - 317 с.
3. Земсков В. И. Нетрадиционные источники энергии в агропромышленном комплексе / В. И. Земсков - Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. - 279 с.
4. Кошелев А.А. Потенциальные возможности вовлечения возобновляемых природных ресурсов в топливно-энергетический баланс Иркутской области / А. А. Кошелев, А. П. Шведов - Иркутск: [б. и.], 1998. - 63 с.
5. Лосюк Ю.А. Нетрадиционные источники энергии: учеб. пособие для вузов / Ю.А. Лосюк, В.В. Кузьмич. - Минск: Технопринт, 2005. - 233 с.
6. Лукина Г. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Ч.2. Автоматизация технологических процессов. Проектирование систем автоматизации / Г. В. Лукина. - Иркутск: ИрГСХА, 2009. - 1 эл. опт. диск (DVD-R/W).
7. Лукина Г. В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Ч.2 / Г.В. Лукина - Иркутск: ИрГСХА, 2009. - 141 с.
8. Лукина Г.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Ч.1: Солнце, ветер / Г.В. Лукина, И.В. Наумов, Э.А. Таиров, М.Ю. Бузунова - Иркутск: ИрГСХА, 2007. - 178 с.
9. Меновщиков Ю.А. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю. А. Меновщиков, Л. В. Куликова - Новосибирск: [б. и.], 2007. - 353 с.
10. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: РадиоСофт, 2009. - 229 с.
11. Сибикин Ю.Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии / Ю.Д. Сибикин, М.Ю. Сибикин. - М.: КноРус, 2010. - 228 с.

