

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В УДАЛЕННЫХ ПОСЕЛЕНИЯХ НА КОЛЬСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Минин В.А.

Центр физико-технических проблем энергетики Севера
Кольского научного центра РАН

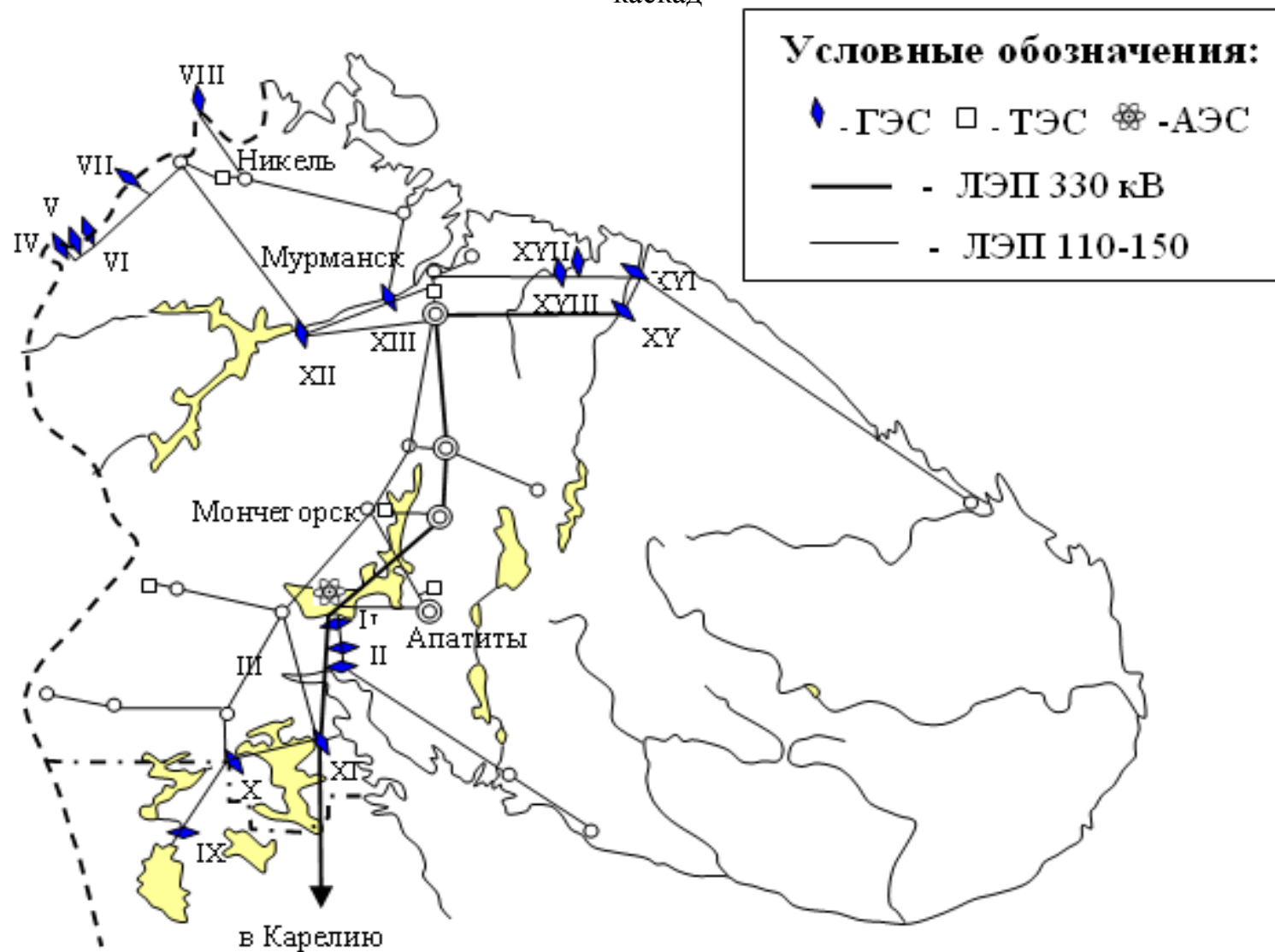


Мурманск
2012

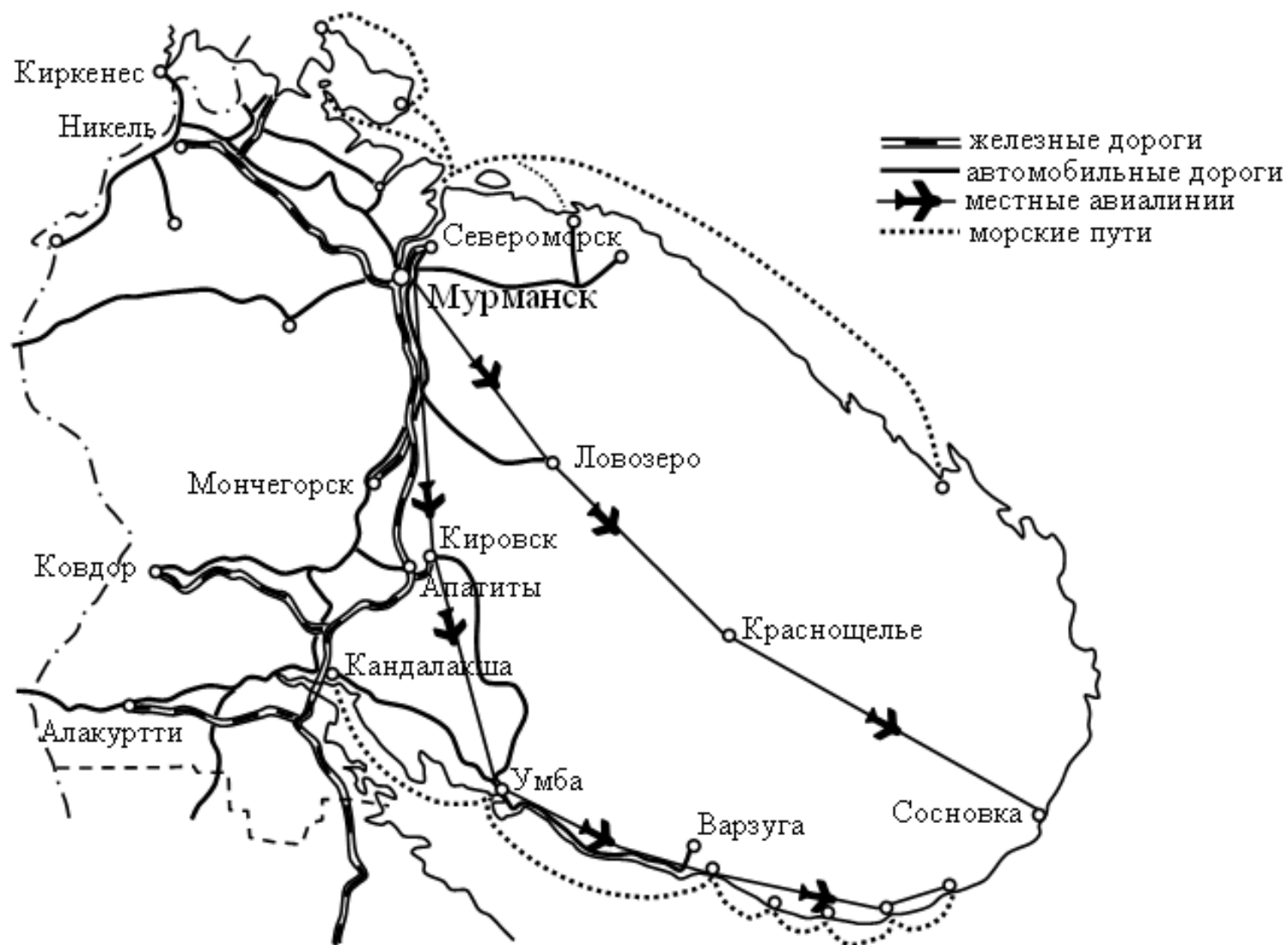
Схема электрических сетей Кольской

энергосистемы

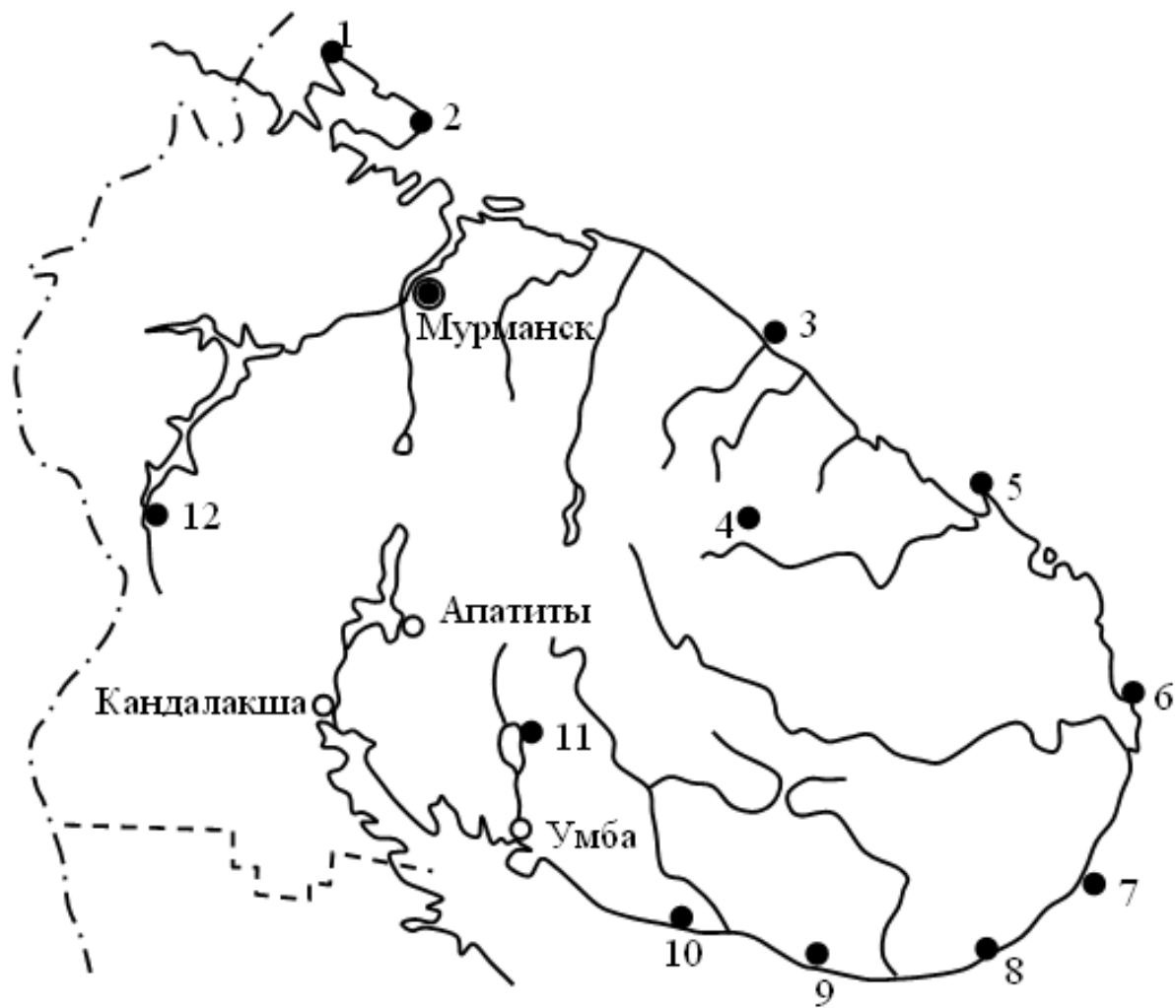
I-III- Нивский каскад ГЭС; IV-VIII - Пазский каскад;
IX-XI – Ковдинский каскад; XII-XIII – Туломский каскад;
V-XVI – Серебрянский каскад; XVII-XVIII – Териберский
каскад



Дорожно-транспортная сеть Мурманской области



Отдаленные метеостанции Мурманской области



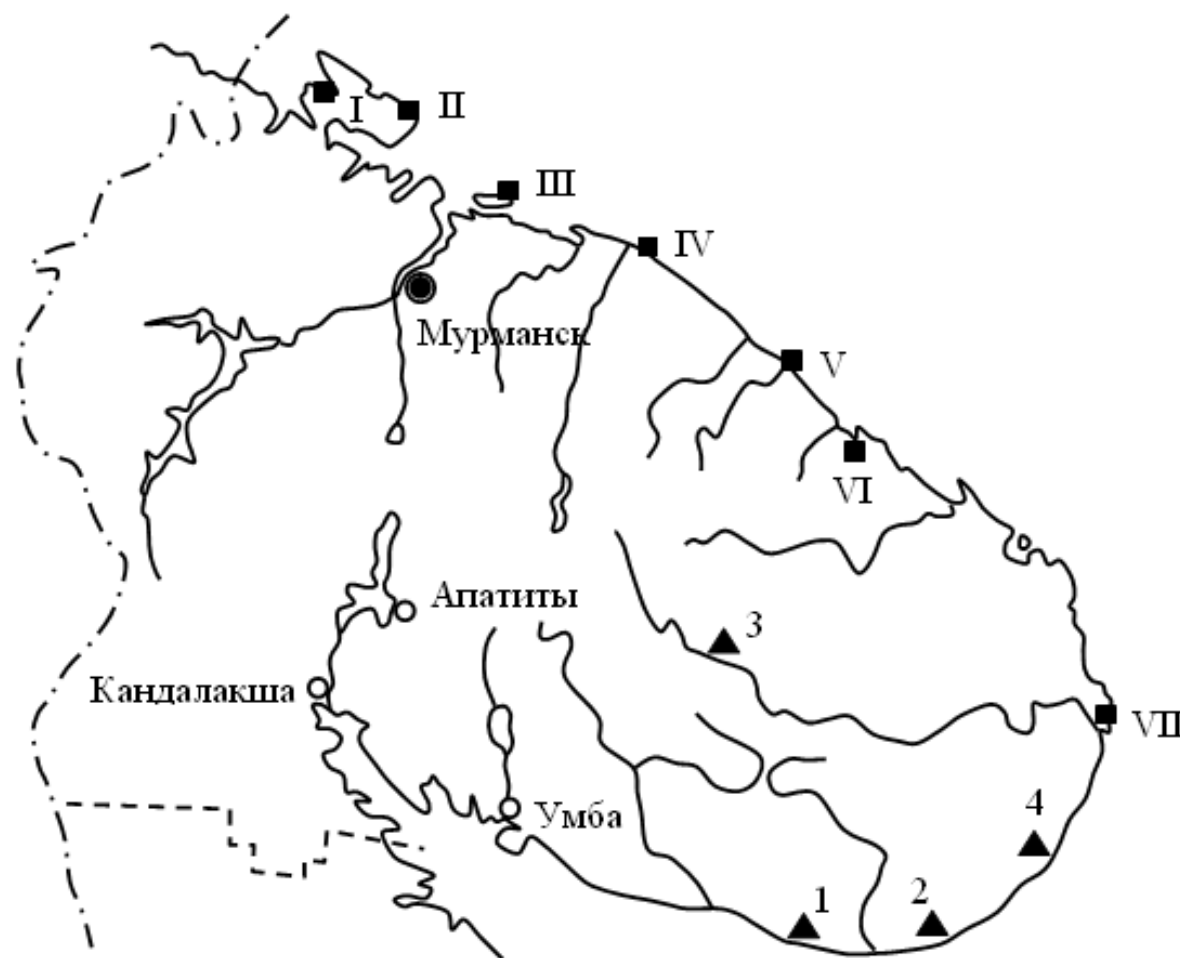
- 1 - Вайда-Губа
- 2 - Цып-Наволоок
- 3 - о. Харлов
- 4 - Колмъявр
- 5 - Святой Нос
- 6 - Терско-Орловский
- 7 - о. Сосновец
- 8 - Пялица
- 9 - Чаваньга
- 10 - Кашкаранцы
- 11 - Канозеро
- 12 - Ниванкюль

Расположение маяков Гидрографической службы на побережье Кольского полуострова



- 1 - Вайдагубский
- 2 - Цып-Наволок
- 3 - Сеть-Наволок
- 4 - Тювагубский
- 5 - Кильдинский Северный
- 6 - Териберский
- 7 - Русский
- 8 - Харловский
- 9 - Святоносский
- 10 - Городецкий
- 11 - Терско-Орловский
- 12 - Сосновецкий
- 13 - Никодимский
- 14 - Кашкаранцы

Расположение пограничных застав (I-VII), рыболовецких и оленеводческих хозяйств (1-4)



I - Пумманки

II - Цып-Наволок

III - Кильдин

IV - Гаврилово

V - Восточная Лица

VI - Дроздовка

VII - Поной

1 - с. Чаваньга, р/к

“Беломорский рыбак”

2 - с. Чапома, р/к

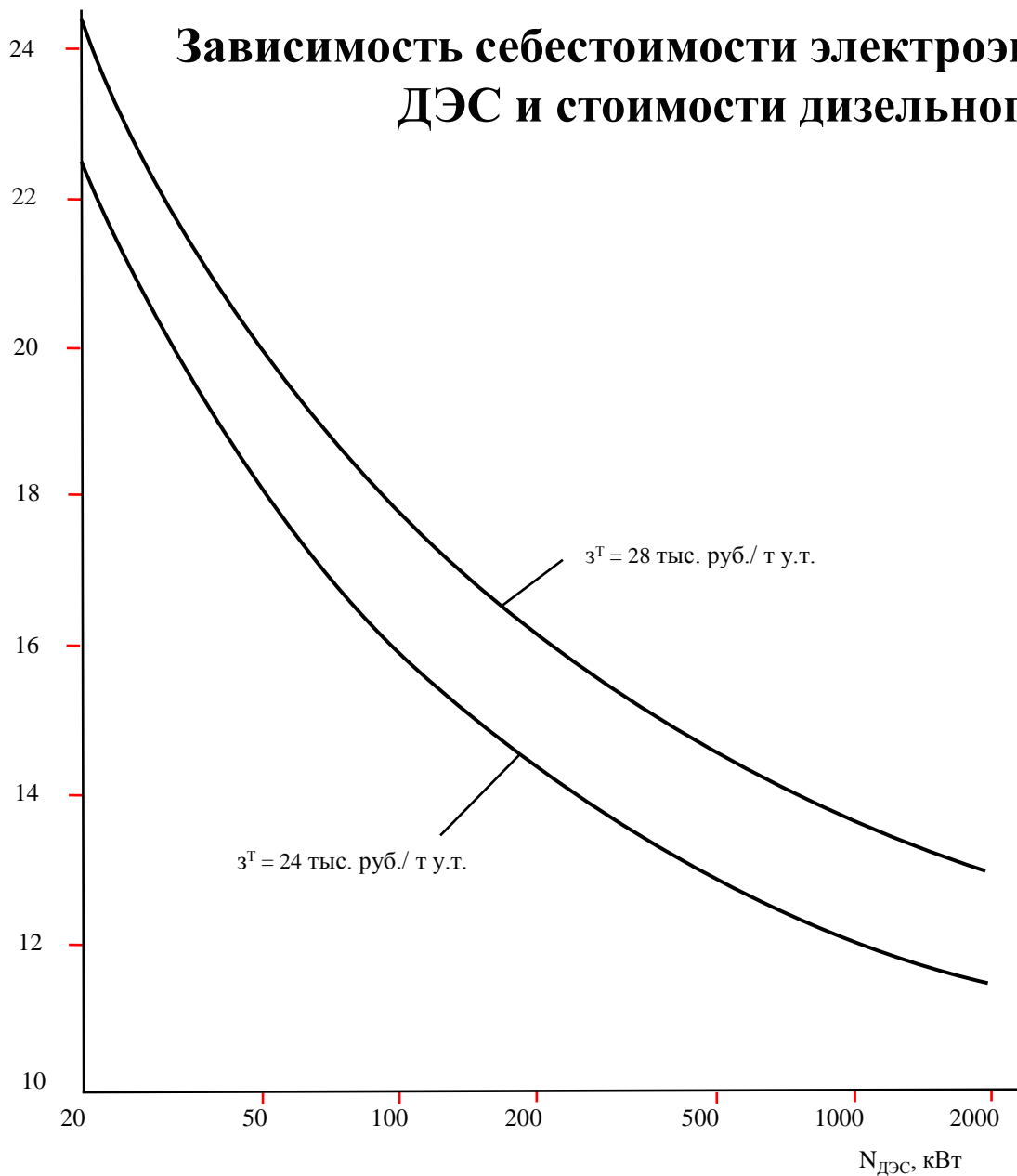
“Чапома”

3 - с. Краснощелье,
совхоз “Тундра”

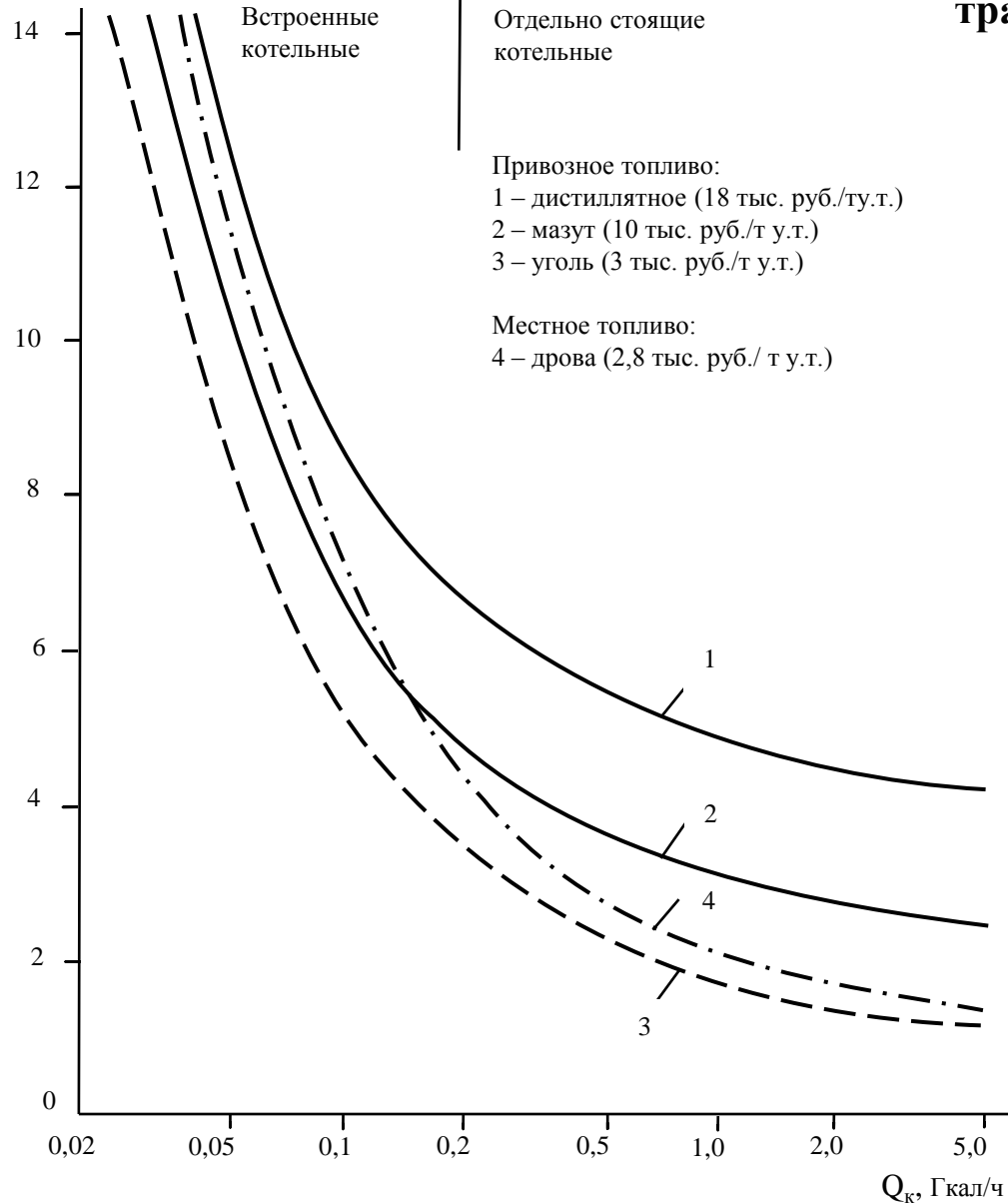
4 - н.п. Сосновка

$C_{\text{ДЭС}}$, руб./кВт·ч

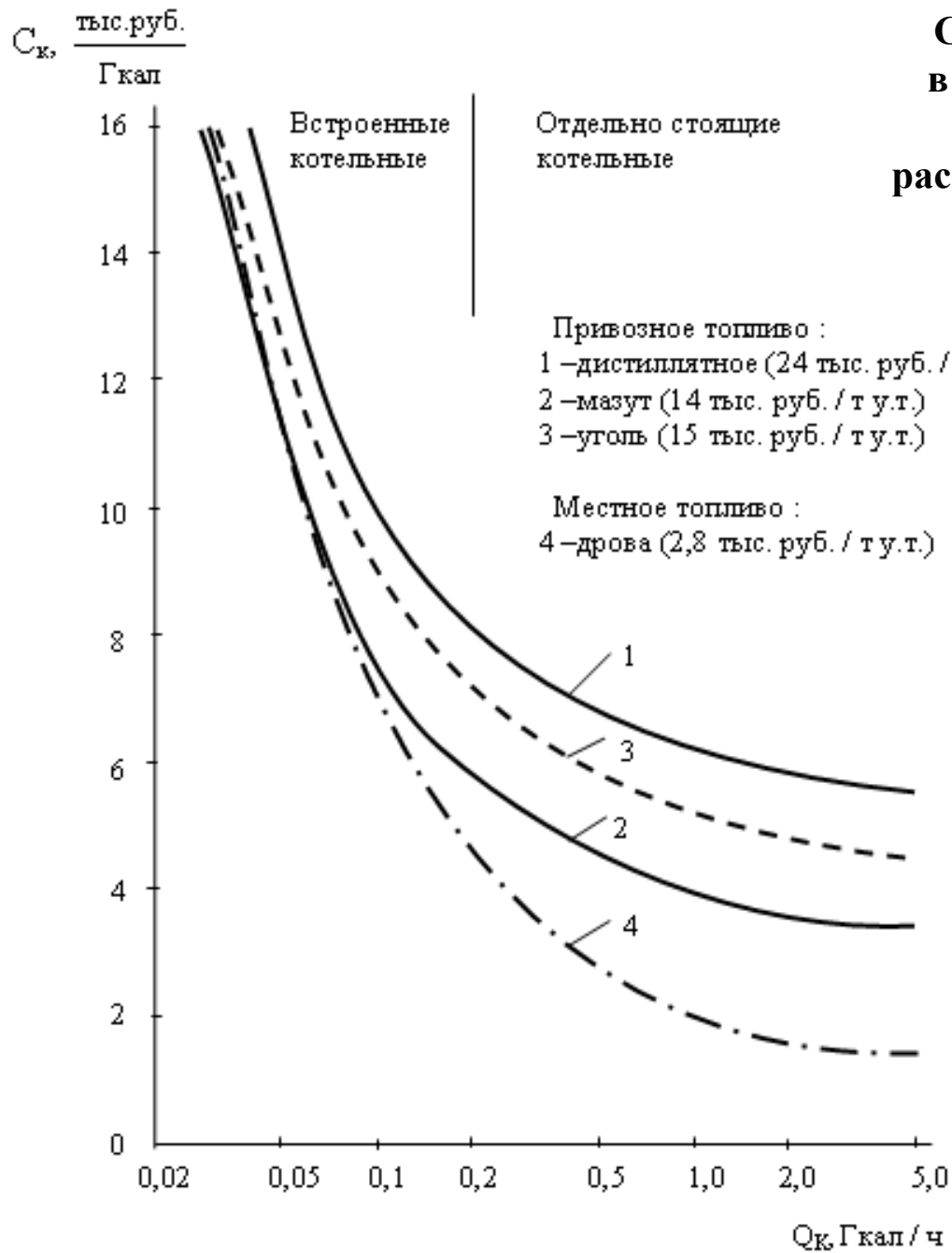
Зависимость себестоимости электроэнергии от мощности ДЭС и стоимости дизельного топлива



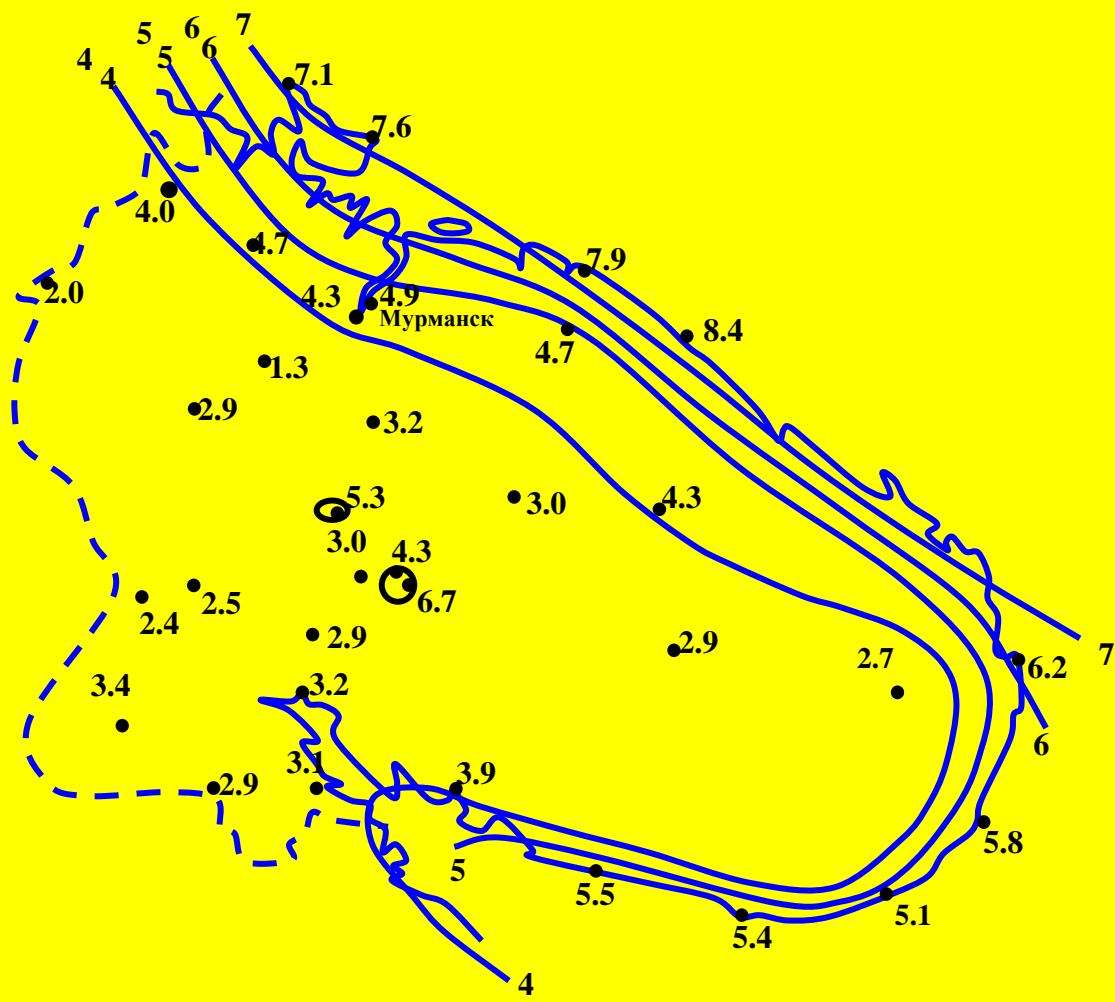
Ожидаемая себестоимость тепловой энергии на котельных вблизи железной дороги (затраты на местный распределительный транспорт отсутствуют)



Себестоимость тепловой энергии в удаленных населенных пунктах (учтены затраты на местный распределительный транспорт топлива)

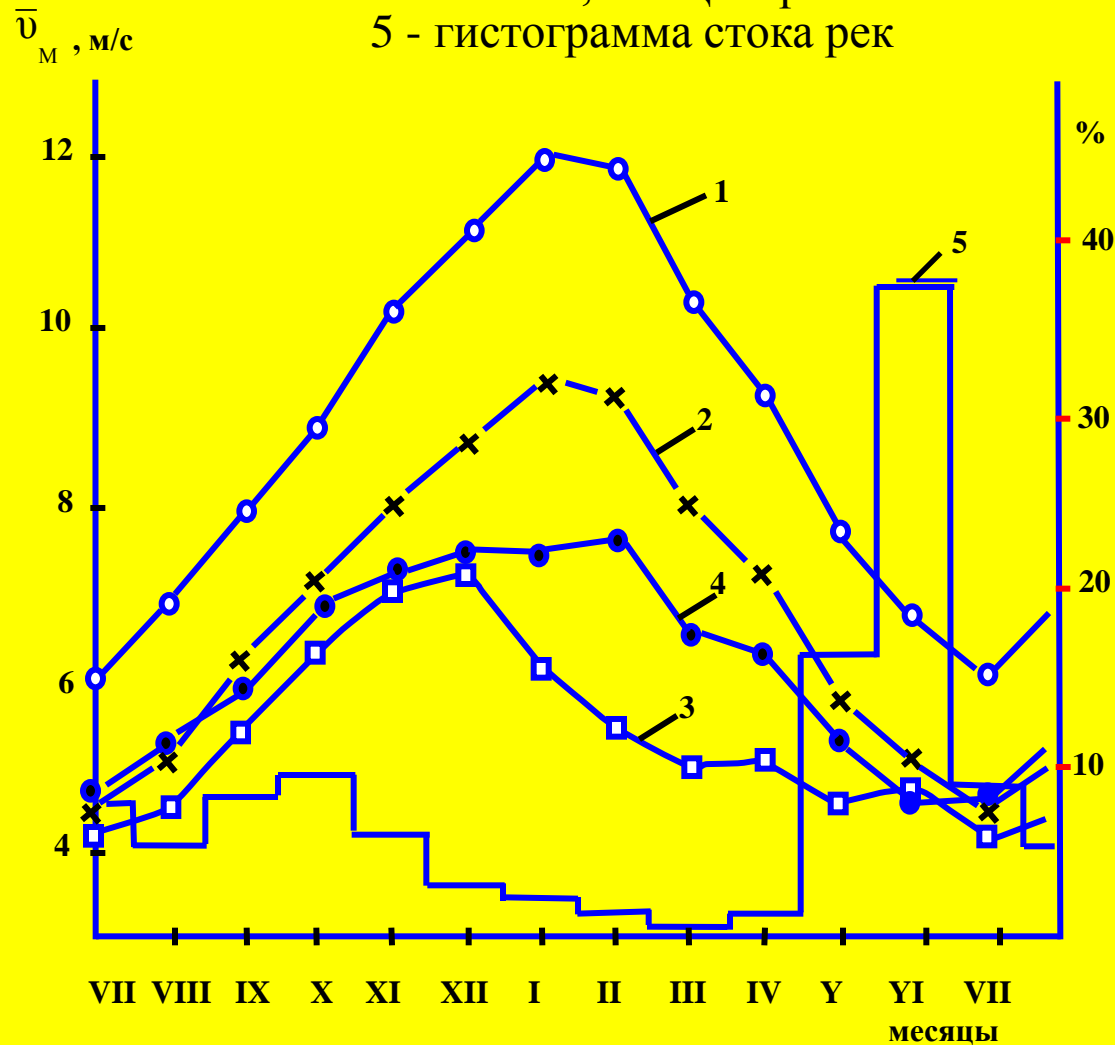


Средние многолетние скорости ветра (м/с) на высоте 10 м в условиях открытой ровной местности

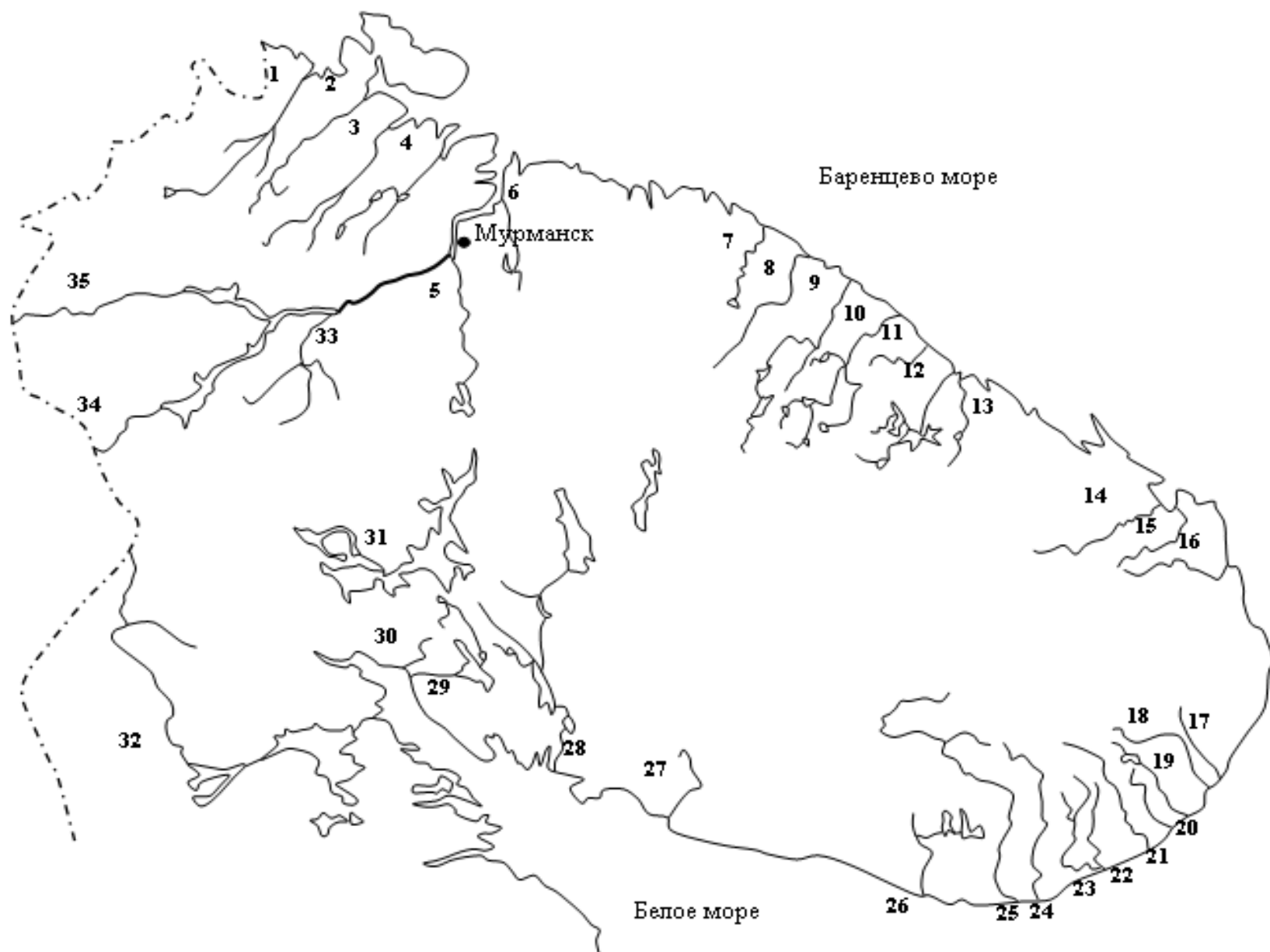


Годовой ход среднемесячных скоростей ветра на островах (1) и побережье (2) Баренцева моря, на побережье Белого моря (3) и в Хибинах (4) и гистограмма годового стока рек (5)

1 – метеостанция о. Харлов, 2 – Дальние Зеленцы,
 3 – Чаваньга, 4 – Центральная
 5 - гистограмма стока рек



Малые реки Мурманской области



Гидроэнергетические ресурсы малых рек Мурманской области

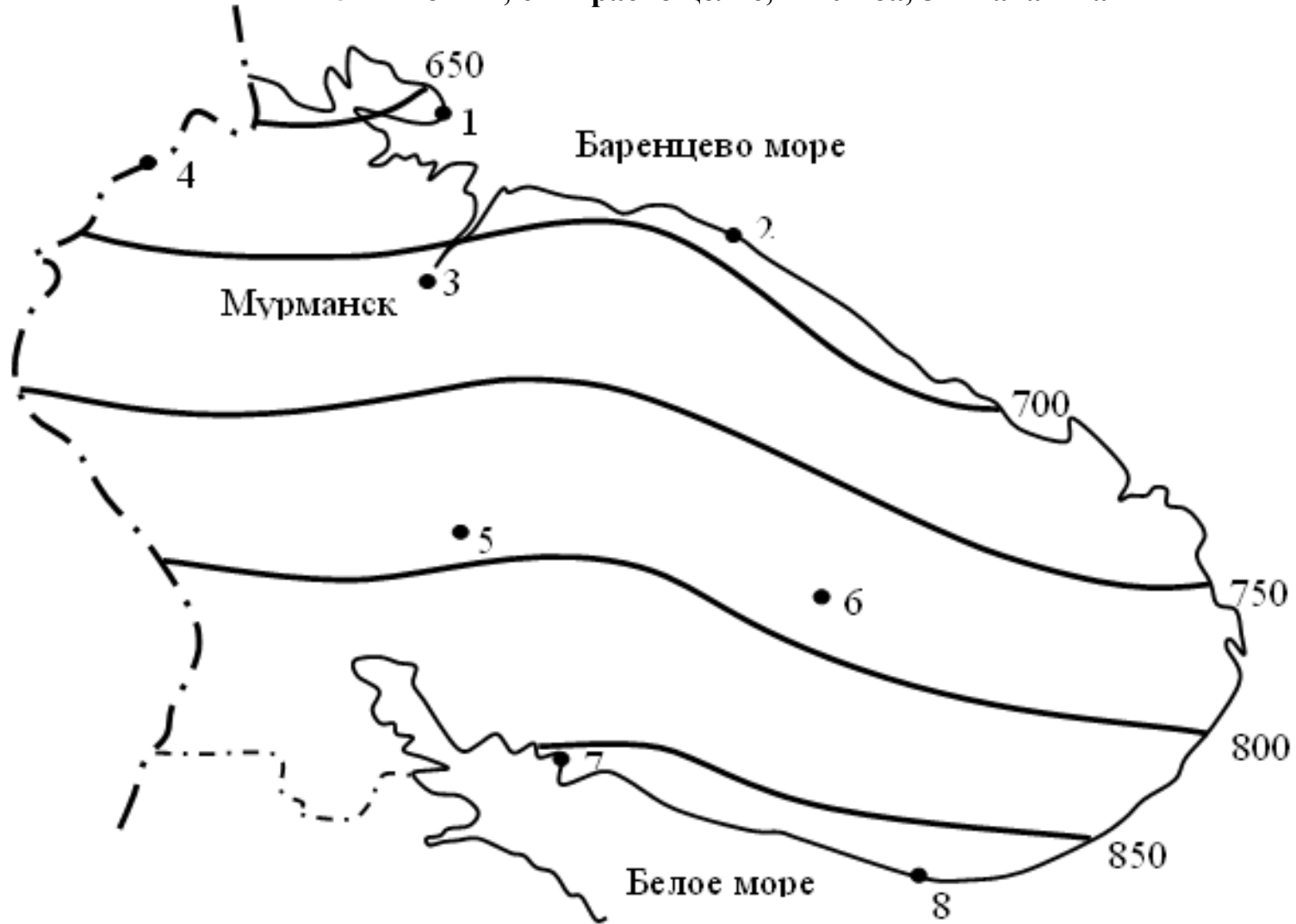
№ п/п	Бассейн реки	Площ. водосбора, км ²	Число учтен. рек в бассейне	Удельн. энергия, млн. кВт·ч км ²	Потенциальные ГЭР		Технические ГЭР	
					Среднегодовая мощн., МВт	средне годовая энергия, млн. кВт·ч	средне-годовая мощн., МВт	средне-годовая энергия, млн. кВт·ч
1.	Печенга	1830	1	0,08	17,0	149	11	97
2.	Титовка	1226	2	0,15	21,0	187	14	122
3.	Зап. Лица	1688	2	0,14	26,0	228	17	149
4.	Ура	1030	2	0,14	16,0	142	10	93
5.	Кола	3836	1	0,08	34,5	302	22	196
6.	Средняя	567	2	0,16	10,0	91	7	59
7.	Оленка	491	1	0,18	10,0	88	7	57
8.	Рында	1018	1	0,22	25,0	219	16	143
9.	Харловка	2016	1	0,20	45,0	394	29	257
10.	Вост. Лица	1872	2	0,23	48,0	423	31	276
11.	Сидоровка	335	1	0,18	6,7	59	4	38
12.	Варзина	1456	2	0,20	33,0	288	22	91
13.	Дроздовка	468	1	0,17	9,3	81	6	53
14.	Лумбовка	1039	1	0,19	22,0	193	14	126
15.	Каменка	483	1	0,14	8,0	69	5	45
16.	Качковка	843	2	0,14	13,0	115	8	75
17.	Снежница	236	1	0,20	5,4	47	4	31
18.	Сосновка	582	1	0,16	11,0	96	7	63
19.	Бабья	348	1	0,18	7,0	61	5	40
20.	Лиходеевка	308	1	0,22	7,7	68	5	44

Гидроэнергетические ресурсы малых рек Мурманской области (продолжение)

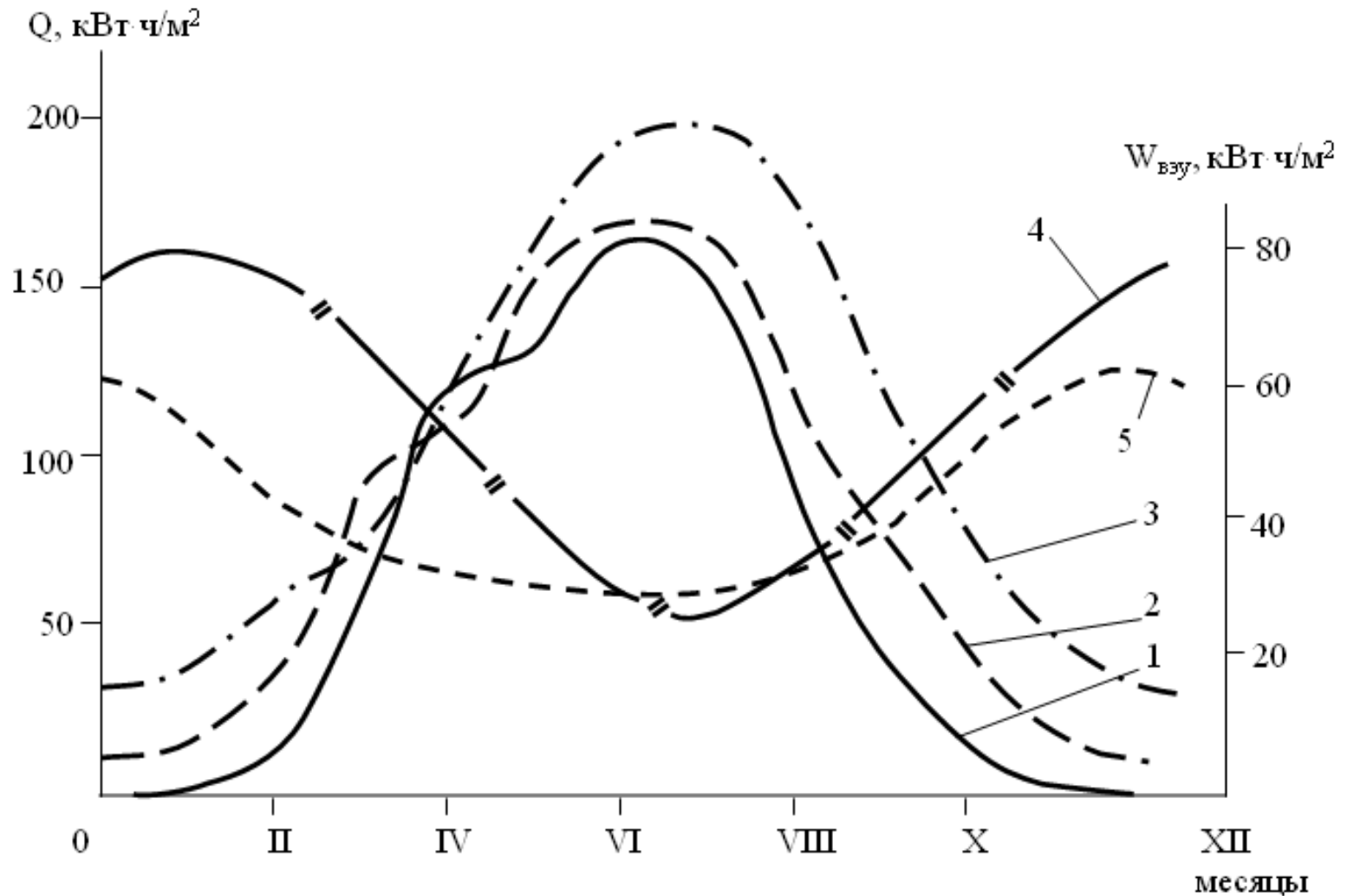
21.	Пулонга	734	1	0,16	13,0	114	8	74
22.	Усть-Пялка	253	1	0,17	4,9	43	3	28
23.	Пялица	946	2	0,16	17,0	151	11	100
24.	Чапома	1107	1	0,16	20,0	175	16	114
25.	Стрельна	2773	1	0,12	38,0	333	25	217
26.	Чаваньга	1212	1	0,13	18,0	158	12	142
27.	Оленица	403	1	0,08	3,9	34	2	22
28.	Умба	6248	1	0,12	84,5	740	55	481
29.	Колвица Б.	1310	1	0,07	11,0	96	7	63
30.	Лувеньга	202	1	0,12	2,7	24	2	16
31.	Пиренга	4236	1	0,03	15,8	138	10	90
32.	Тумча	4455	1	0,11	53,5	469	35	305
33.	Печа	1658	1	0,08	15,2	133	10	86
34.	Нота	3400	1	0,03	11,7	102	8	66
35.	Лотга	4720	1	0,02	9,5	83	6	54
	Прочие реки	1810	23	0,45	95,0	820	62	530
	Всего				789,3	6913	516	4443

Распределение суммарной солнечной радиации по территории Мурманской области (кВт·ч/м² · год)

1 – Цып-Наволок, 2 – Дальние Зеленцы, 3 – Мурманск, 4 – Янискоски, 5 – Хибины, 6 – Краснощелье, 7 – Умба, 8 – Чаваньга



Годовой ход поступления солнечной энергии в приполярных (1), средних (2) и южных (3) широтах, а также ветровой энергии на северном (4) и южном (5) побережьях Кольского полуострова
 1 - ст. Хибины, 2 - Минск, 3 - Сочи, 4 - Дальние Зеленцы, 5 - Чаваньга



Возможное расположение ПЭС на Кольском полуострове



Потоки волновой энергии в морях России

Море	Поток волновой энергии, (кВт/м)	Море	Поток волновой энергии, (кВт/м)
Азовское	3	Охотское	12-20
Черное	6-8	Берингово	15-44
Балтийское	7-8	Японское	21-31
Каспийское	7-11	Баренцево	20-25
Белое	9-11		

Технико-экономические показатели дизельных электростанций

Населен. пункт	Мощн. ДЭС, кВт	Годовая выработка, тыс. кВт.ч	Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себестоимость эл. энергии, руб./кВт.ч	Рекомендуемая мощность ВЭУ, кВт
			топливо	зарплата	аморт.	прочие	Всего		
Цьш-Наволоок	80	240	2789	922	168	218	4097	17,1	50
о. Харлов	50	150	1806	684	136	164	2790	18,6	30
Терско-Орловский	35	105	1294	554	120	135	2103	20,0	20

Показатели совместной работы ДЭС и ВЭУ

Насел. пункт	Мощность, кВт		Выработка, тыс. кВт.ч		Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себестоимость эл. энерг., руб./кВт.ч	Снижение себестоимости, %	Сокращение выбросов CO ₂ , тонн
	ДЭС	ВЭУ	ДЭС	ВЭУ	топливо	зарпл.	аморт.	прочие	Всего			
Цып-Наволоки	80	50	160,8 (67%)	79,2 (33%)	1868	922	448	274	3512	14,6	14,6	69,0 (на 33%)
о. Харлов	50	30	73,5 (49%)	76,5 (51%)	885	684	315	200	2084	13,9	25,3	69,1 (на 51%)
Терско-Орловский	35	20	55,9 (53%)	49,1 (47%)	689	554	246	160	1649	15,7	21,5	45,4 (на 47%)

Расчетные показатели работы ДЭС на пограничных заставах Пумманки и Кильдин

Насел. пункт	Мощн. ДЭС, кВт	Годовая выраб., тыс. кВт.ч	Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себесто- имость эл. энерг., руб./кВт.ч	Рекомен- дуемая мощность ВЭУ, кВт
			топливо	зарплата	аморт.	прочие	Всего		
Пумманки	120	360	4082	1210	202	282	5776	16,0	80
Кильдин	170	510	5712	1550	221	354	7837	15,4	100

Показатели совместной работы ДЭС и ВЭУ на заставах Пумманки и Кильдин

Насел. пункт	Мощность, кВт		Выработка, тыс. кВт.ч		Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себесто- имость эл. энерг., руб./кВт. ч	Сниже- е себе- стои- мости, %	Сокра- щение выбро-сов СО ₂ , тонн
	ДЭС	ВЭУ	ДЭС	ВЭУ	топливо	зарпл.	аморт.	прочие	Всего			
Пумманки	120	80	244,8 (68%)	115,2 (32%)	2776	1210	639	370	4995	13,9	13,1	98,0 (на 32%)
Кильдин	170	100	331,5 (65%)	178,5 (35%)	3712	1550	767	463	6492	12,7	17,5	149,9 (на 35%)

Расчетные показатели работы ДЭС в селе Чапома

Насел. пункт	Мощн. ДЭС, кВт	Годовая выруб., тыс. кВт.ч	Эксплуатационные расходы, тыс. руб.				Себестоимость эл. энерг., руб./кВт.ч	Рекомендуемая мощность ВЭУ, кВт	
			топливо	зарплата	аморт.	прочие			Всего
с. Чапома	300	900	9702	2304	297	520	12823	14,2	150

Показатели совместной работы ДЭС и ВЭУ

Насел. пункт	Мощность, кВт		Выработка, тыс. кВт.ч		Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себестоимость эл. энерг., руб./кВт.ч	Сниже себестоимости, %	Сокращение выбросов CO ₂ , тонн
	ДЭС	ВЭУ	ДЭС	ВЭУ	топливо	зарпл.	аморт.	прочие	Всего			
с. Чапома	300	150	675 (75%)	225 (25%)	7277	2304	1074	676	11331	12,6	11,3	182 (на 35%)

Предпосылки использования энергии ветра для отопления

- высокий потенциал ветра**
- продолжительный отопительный период
(до 10-11 месяцев в году)**
- не критичность основного недостатка ветра –
непостоянства во времени**
- отсутствие высоких требований
к качеству энергии, вырабатываемой ВЭУ**

Расчетные показатели теплоснабжения н.п. Цып-Наволоок и Кильдин от котельных на жидком топливе

Насел. пункты	Мощн. котельной, Гкал/ч	Годовая выработка, Гкал	Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себестоимость эл. энерг., тыс.руб./Гкал	Рекомендуемая мощность ВЭУ, кВт
			топливо	зарплата	аморт.	прочие	Всего		
Цып-Наволоок	0,2	700	4003	1104	45	230	5382	7,69	150
Кильдин	0,4	1400	7392	1344	85	286	9107	6,51	300

Показатели совместной работы котельной и ВЭУ в н.п. Цып-Наволоки и Кильдин

Насел. пункт	Мощность, кВт		Выработка, Гкал		Эксплуатационные расходы, тыс. руб.					Себестоимость эл. энерг., руб./Гкал	Сниже- ние себе- стои- мости, %	Сокра- щение выбро- сов CO ₂ , тонн
	кот., Гкал /ч	ВЭУ, кВт	ко- тель- ная	ВЭУ	топливо	зарпл.	аморт.	прочие	Всего			
Цып- Наволоки	0,2	150	224 (32%)	476 (68%)	1281	1104	822	385	3592	5,13	33,3	238 (на 68%)
Кильдин	0,4	300	406 (29%)	994 (71%)	2144	1344	1492	567	6492	4,64	28,7	459 (на 71%)

ГЭС на Ельреке (для электроснабжения с. Краснощелье)

Мощность ГЭС	500	кВт
Плотина: длина	1100	м
ширина	8	м
Напор	6	м
Расход	10	м ³ /с
Годовая выработка энергии	2,7	млн. кВт.ч
Капиталовложения	90	млн. руб.
Себестоимость электроэнергии	3,4	руб./кВт.ч

ГЭС на р. Чаваньга **(для электроснабжения села Чаваньга и соседних сел)**

Мощность ГЭС	1250 кВт
Плотина: длина	900 м
ширина	8 м
Напор	10 м
Расход	15 м ³ /с
Годовая выработка энергии	6,3 млн. кВт.ч
Капиталовложения	200 млн. руб.
Себестоимость электроэнергии	3,2 руб./кВт.ч