

Лекция 2

Потенциальные энергетические ресурсы региона

Оценка гидроресурсов местности

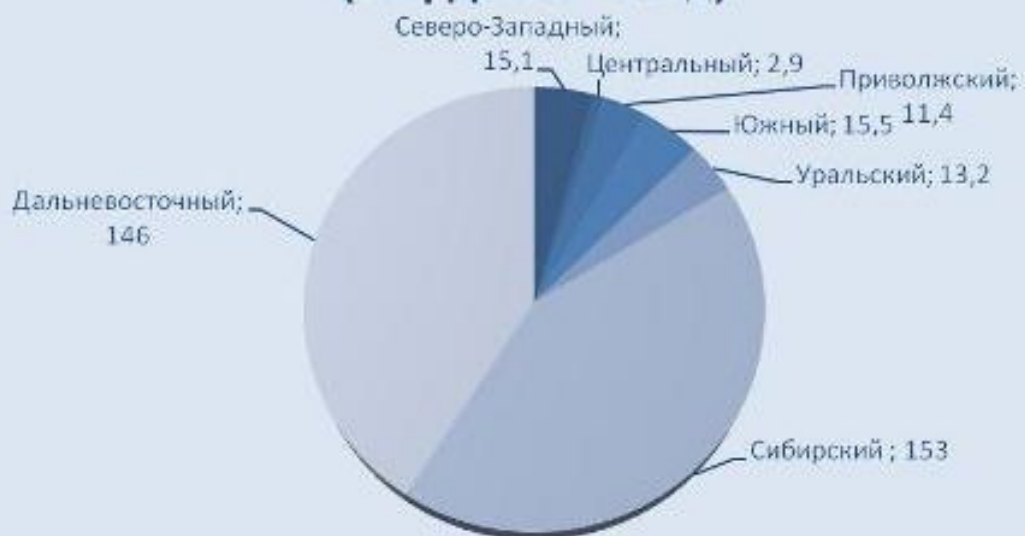


Распределение ресурсов малых рек на территории РФ

Валовый потенциал малых ГЭС в РФ (млрд. кВтч/год)

Федеральный округ	Теор. потенциал	Техн. потенциал
Северо-Западный	48,6	15,1
Центральный	7,6	2,9
Приволжский	35	11,4
Южный	50,1	15,5
Уральский	42,6	13,2
Сибирский	469,7	153
Дальневосточный	452	146
ИТОГО по России	1105,6	357,1

Технический потенциал малых ГЭС в РФ (млрд. кВт·ч/год)



Реки России

Рекой называется естественный водоток, собирающий воду с части земной суши и переносящий её по своему руслу под действием силы тяжести.

Малая река:

Длина реки до 250 км

Водосборная площадь до 10 тыс. км²

Расход до 20 м³/с

В России 2,5 млн. малых рек



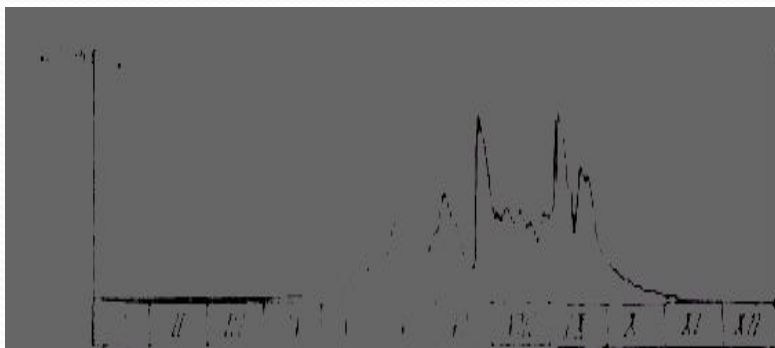
На 290000 малых рек никогда не проводились гидрологические наблюдения

На территории бассейнов малых рек проживает до 44% городского населения; 90 % сельского населения

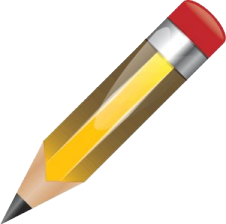


Вероятностный характер стока

- факторы влияющие на сток реки многочисленны, но в большинстве своём они имеют вероятностный характер



Годы	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	Ср.Г.
1923-24	4016	589	251	263	322	171	254	200	182	261	613	677	579
1924-25	4888	1601	612	561	252	205	319	166	224	214	223	585	861
1925-26	3942	1095	318	174	405	103	295	154	350	179	342	566	644
1926-27	4466	813	441	458	298	334	339	253	295	434	490	1149	737
1927-28	3616	1508	501	464	416	151	263	334	140	273	198	362	802
1928-29	3446	963	202	337	401	264	284	140	151	195	232	808	584
1929-30	4412	1370	237	491	166	314	140	159	124	153	418	398	723
1930-31	4319	809	168	471	192	147	122	130	204	206	276	511	621
1931-32	3867	1204	231	344	473	158	150	184	96	169	98	501	651
1932-33	3059	397	146	331	147	125	162	63	236	342	302	930	441
1933-34	3294	863	490	534	194	378	222	195	203	214	452	550	665
1934-35	5700	1534	570	437	503	178	378	204	258	167	440	534	876



Оценка потенциала малых рек



Характеристики реки

4 группы характеристик реки:





Характеристики стока

Расход воды

- Объем воды, проходящий через створ за единицу времени

$$Q \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \right)$$

Норма стока - средняя арифметическая величина стока из средних годовых расходов на ряд лет (n)

$$Q_o = \frac{\sum Q}{n}$$

Модуль стока

- Расход воды, стекающий с одного км² водосборной площади (бассейна реки)

$$M, q \left(\frac{\text{м}^3}{\text{с}} \cdot \text{км}^2 \right)$$

$$M = \frac{Q \cdot 1000}{F}$$



Характеристики стока

Объем стока воды

- Объем воды, проходящий через створ за определённый временной интервал $W(\text{м}^3)$

$$W_0 = \frac{M_0 F \cdot 31,536 \cdot 10^6}{10^3}$$

Слой стока воды

- Изменение уровня воды в бассейне реки $h(\text{мм})$

$$h_0 = \frac{W_0 \cdot 10^3}{F \cdot 10^6} = \frac{W_0}{F \cdot 10^3} \quad h_0 = 31,536 M_0$$

Модульный коэффициент

- Отношение характеристики стока за какой-либо период к норме стока $K(o.e.)$

$$K = \frac{Q_i}{Q_0} = \frac{M_i}{M_0} = \frac{h_i}{h_0} = \frac{W_i}{W_0}$$



Характеристики многолетних рядов наблюдений стока

Коэффициент вариации

-изменчивость годового стока

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum (k_i - 1)^2}{n - 1}}$$

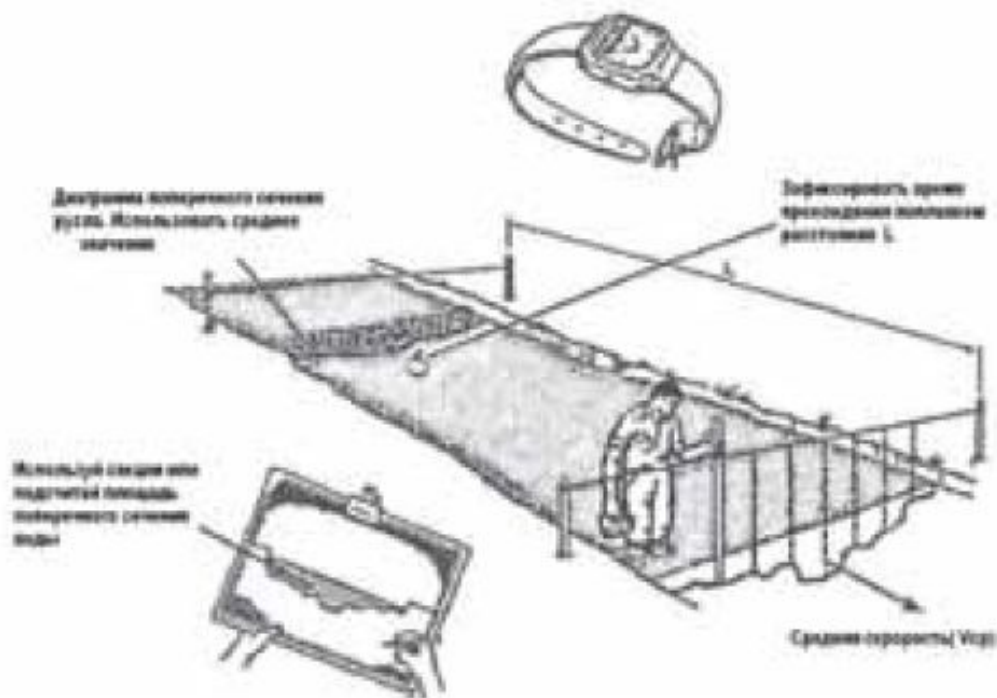
n – число лет в гидрологическом ряду

Коэффициент асимметрии

- несимметричность ряда относительно их нормы стока

$$C_s = \frac{\sum (k_i - 1)^3}{n \cdot C_v^3}$$

Методы измерения параметров реки



$$Q = v \cdot \omega$$

Измеритель скорости



Если нет измерителя скорости потока, то используется Поплавковый метод



Гидрографические и морфометрические характеристики реки

1. *Длина реки (L)* - это расстояние от истока до её устья.

Длина рек определяется по крупномасштабным картам циркулем или курвиметром в прямом и обратном направлении

Тип реки	Длина реки
Длинные	Более 500 км
Средние	500-100 км
короткие	Менее 100 км



курвиметр

- SASPlanet
- MapInfo professional
- Яндекс карты
- Google Earth

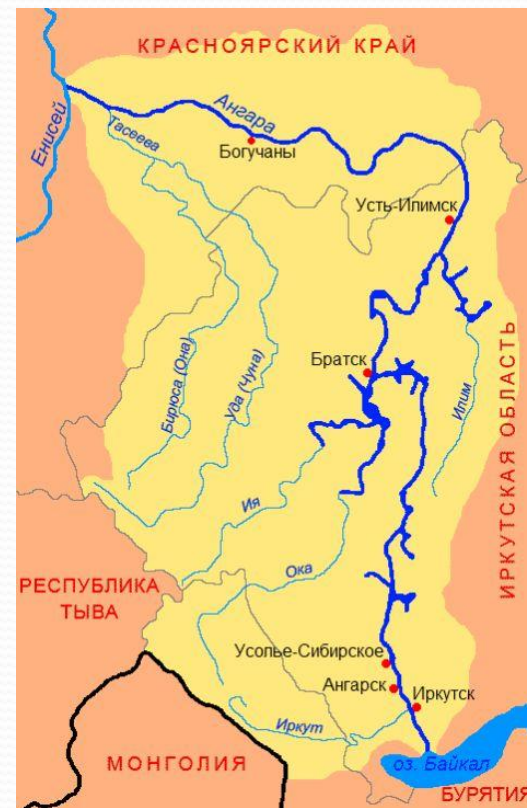


Гидрографические и морфометрические характеристики реки

2. *Площадь водосбора $F(\text{км}^2)$* – это часть земной поверхности, включая толщу почво-грунтов, откуда вода поступает к водному объекту

Бассейн реки – это поверхностный и подземный водосборы. Водораздельная линия проходит по наиболее высоким точкам и отделяет склоны, с которых вода скатывается в соседние реки.

Площадь водосбора $A(\text{км}^2)$ относительно замыкающего створа реки



Бассейн реки Ангара



Гидрографические и морфометрические характеристики реки

3. Средняя высота водосбора над уровнем моря

$$\overline{H_{\hat{a}}} \text{ (м)}$$

4. Относительная лесистость водосбора f_l (%) –
часть площади водосбора, занятая лесами

$$f_l = \frac{\sum S_{il}}{A} \cdot 100\%$$

5. Относительная озёрность водосбора $f_{оз}$ (%) –
часть площади водосбора, занятая озёрами

$$f_{оз} = \frac{\sum S_{ioo}}{A} \cdot 100\%$$

6. Относительная заболоченность водосбора $f_{оз}$ (%) –
часть площади водосбора, занятая болотами

$$f_{\text{б}} = \frac{\sum S_{i\text{б}}}{A} \cdot 100\%$$



Гидрографические и морфометрические характеристики реки


7. Характеристика зарегулированности речной системы искусственными водоемами

8. Характеристика рельефа

Тип рельефа	Перепад высот
Равнинный	Менее 200 м
Горный	Более 200 м

Точность определения нормы стока реки


Характеристики реки



Сравнение нескольких рек, либо створов одной реки для выявления лучших вариантов для строительства ГЭС



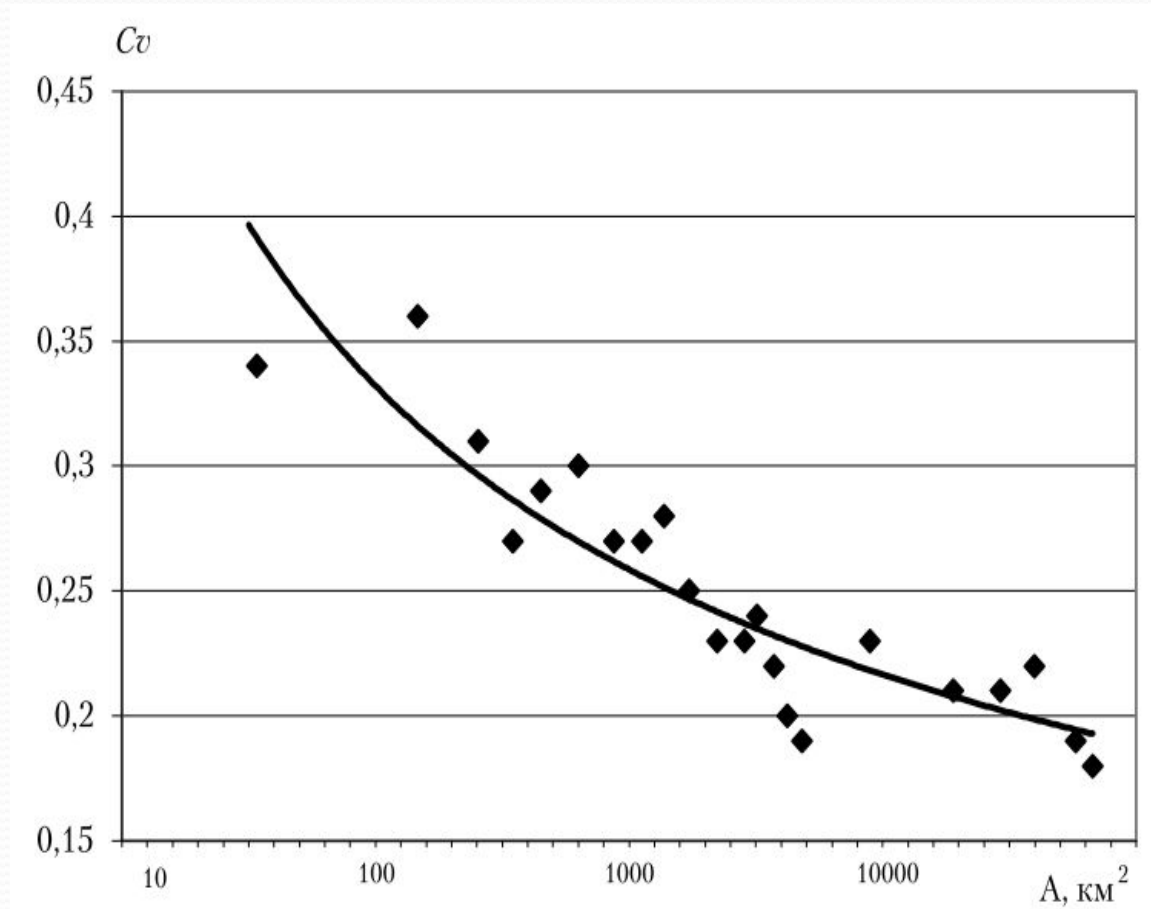
Уточнение параметров стока



Поиск реки-аналога на основе характеристик при отсутствии достаточного количества данных о стоке реки



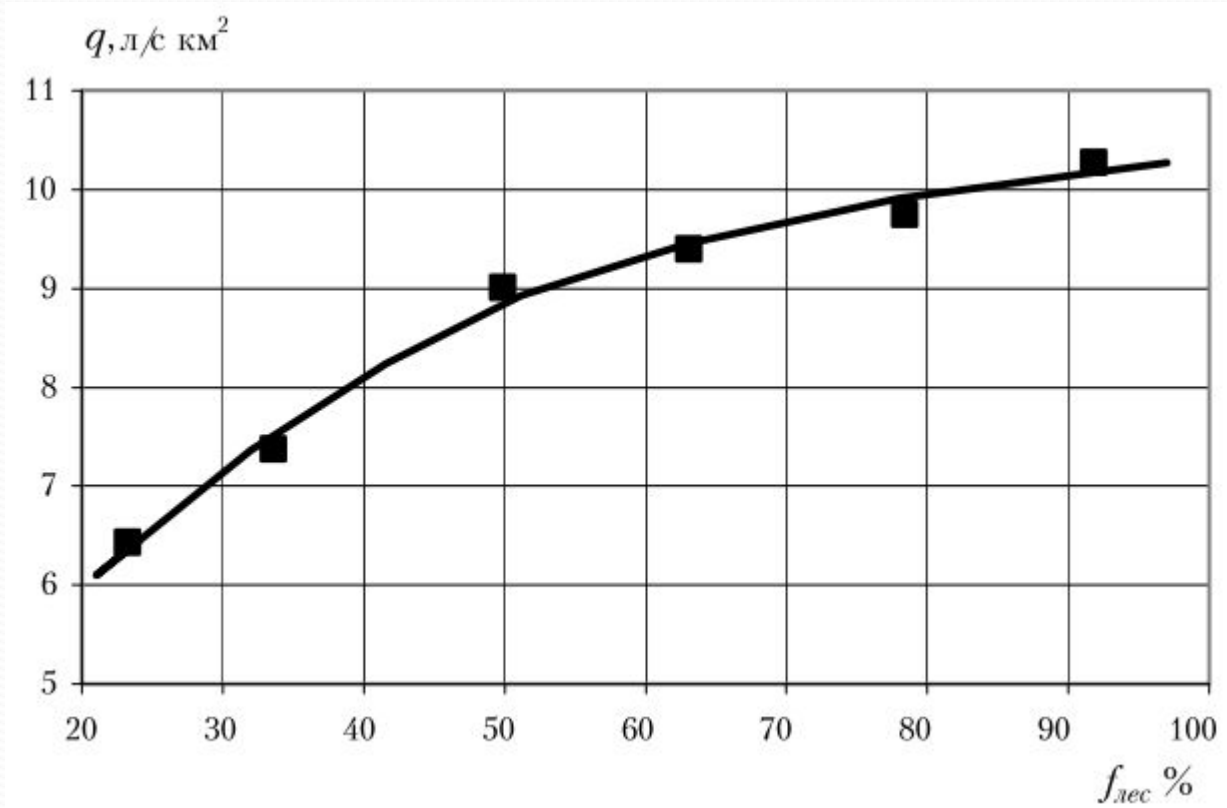
Влияние морфометрических характеристик на сток реки



Зависимость коэффициента вариации от площади водосбора



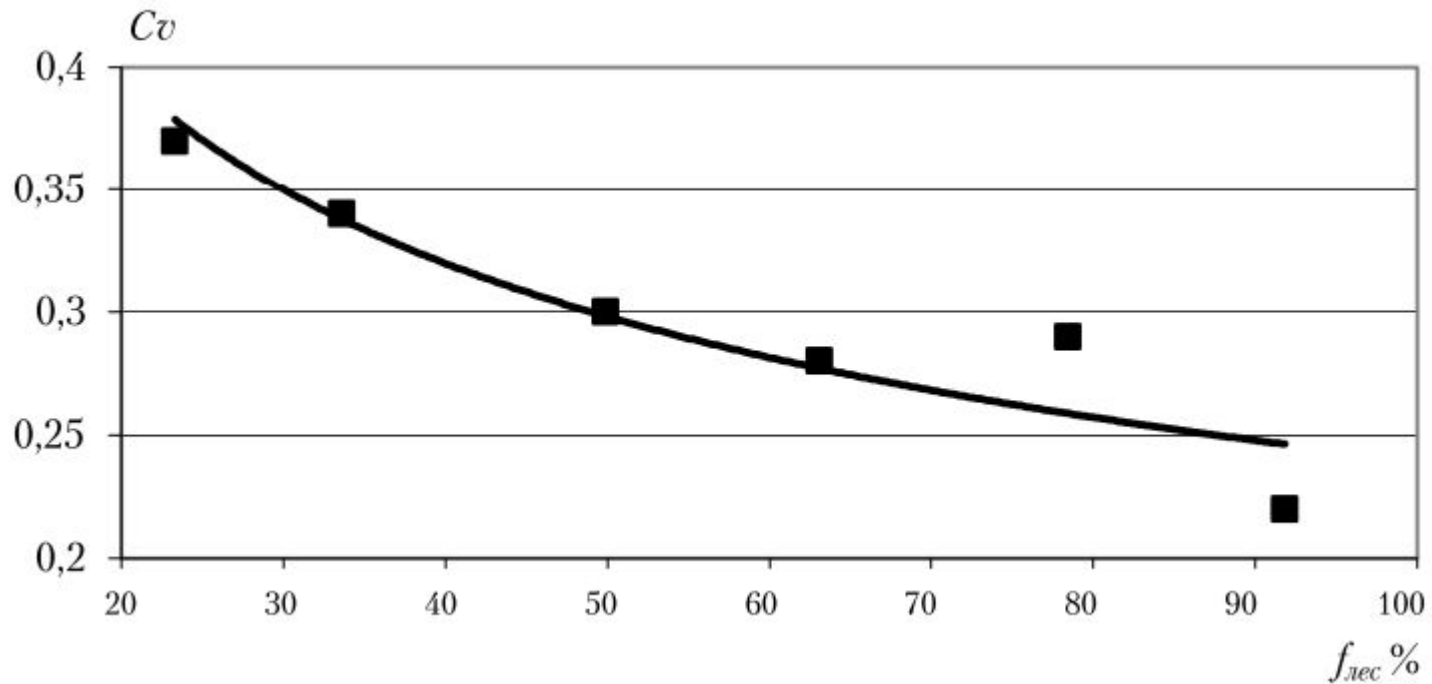
Влияние морфометрических характеристик на сток реки



Зависимость среднего многолетнего модуля стока от залесенности водосбора



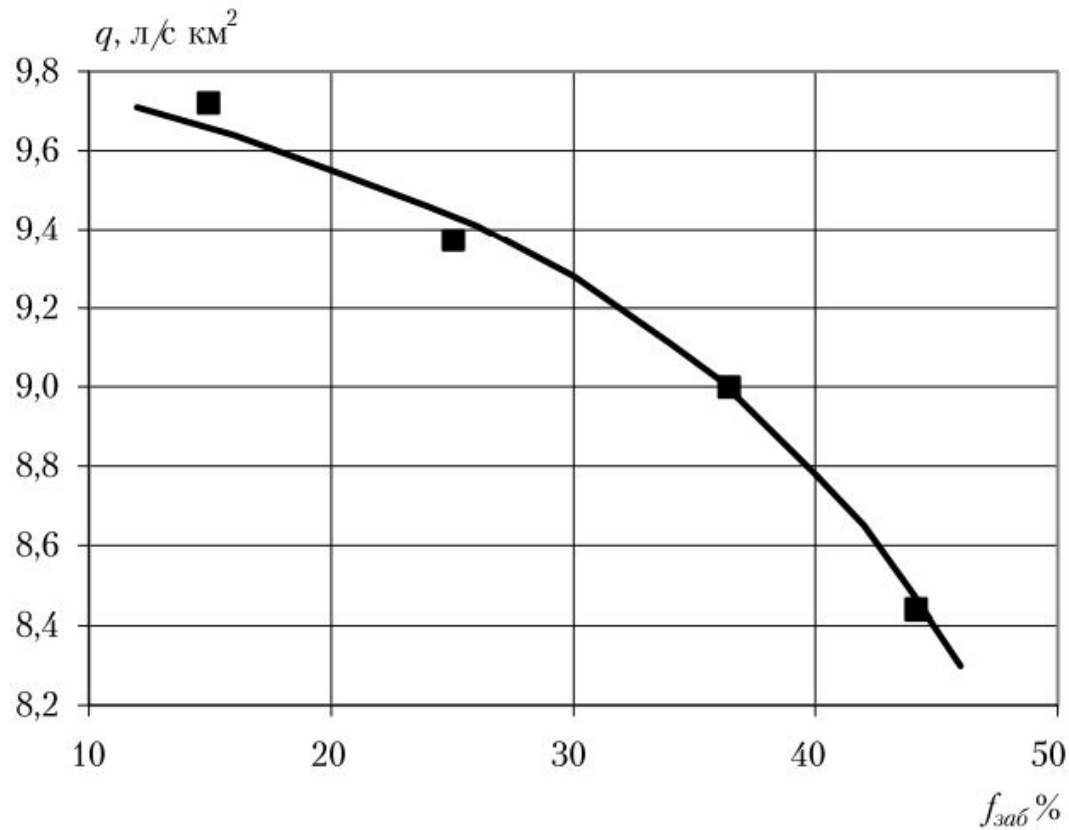
Влияние морфометрических характеристик на сток реки



Зависимость коэффициента вариации от залесенности водосбора



Влияние морфометрических характеристик на сток реки



Зависимость среднего многолетнего модуля стока от заболоченности водосбора

Оценка полноты ряда наблюдений стока

Достаточный ряд наблюдений для оценки параметров реки

Ряд не менее
40-60 лет

Ряд не менее
100 лет



Оценка погрешности гидрометрических измерений и расчётных характеристик

Погрешности в определении характеристик стока

Точность приборов при определении стока

Ошибки в методиках производства наблюдений

Статистические ошибки (в следствие коротких рядов)




Расчет среднеарифметической ошибки

$$Q_{N \rightarrow \infty} = Q_{o.n.} \pm \sigma_{Qn}$$

Средняя ошибка арифметической середины:

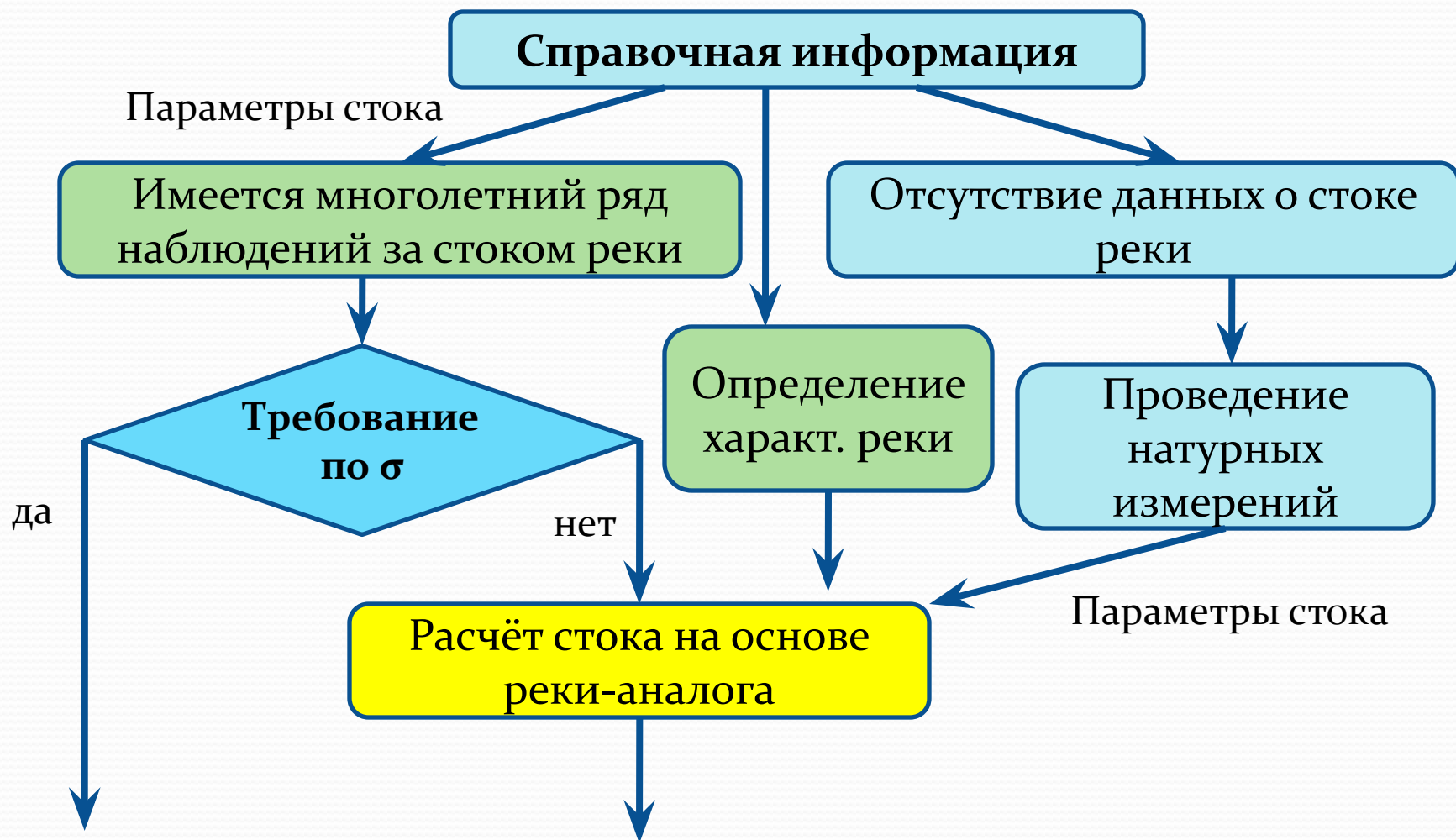
$$\sigma_n = \pm \frac{C_V}{\sqrt{n}} \cdot 100\%$$

Из формулы можно установить необходимое число лет наблюдений n для получения нормы годового стока заданной точностью при разных

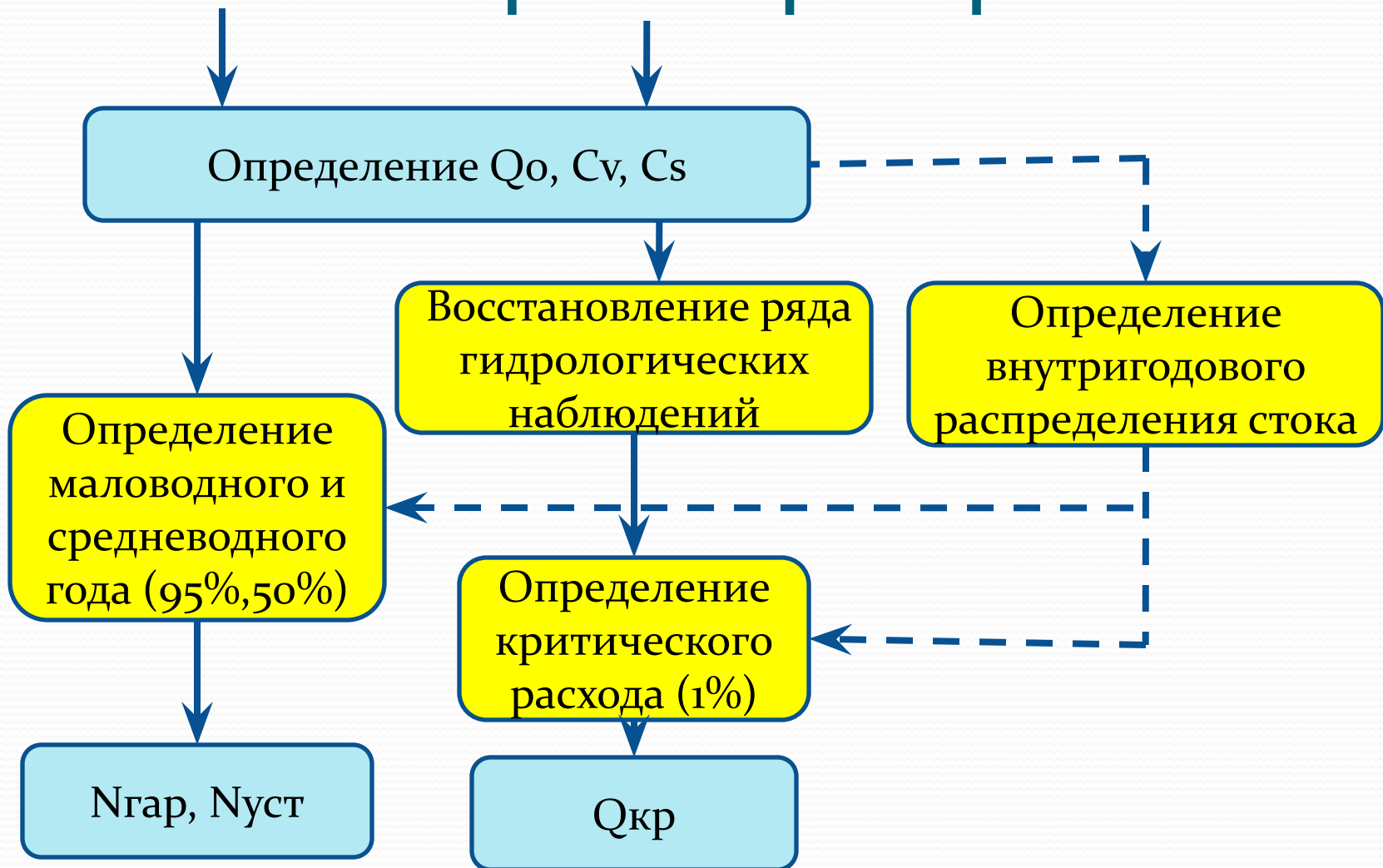
$$n = \frac{C_V^2}{\sigma_n^2}$$


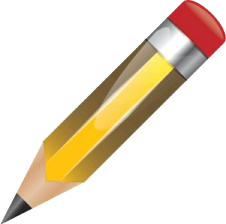
Погрешность не должна превышать 10 %

Оценка гидрологических параметров реки



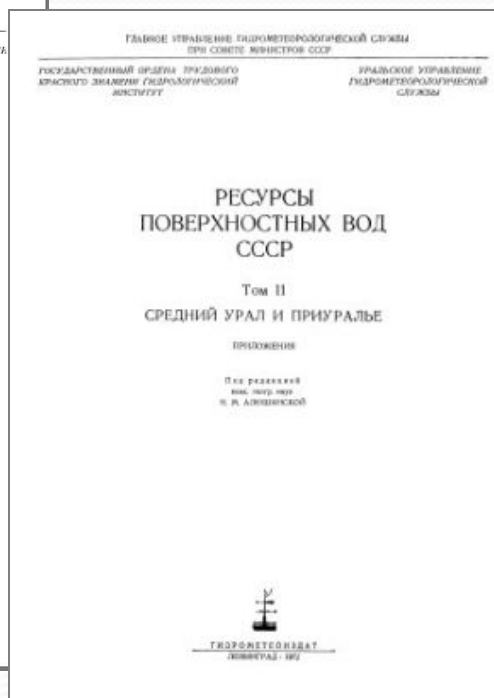
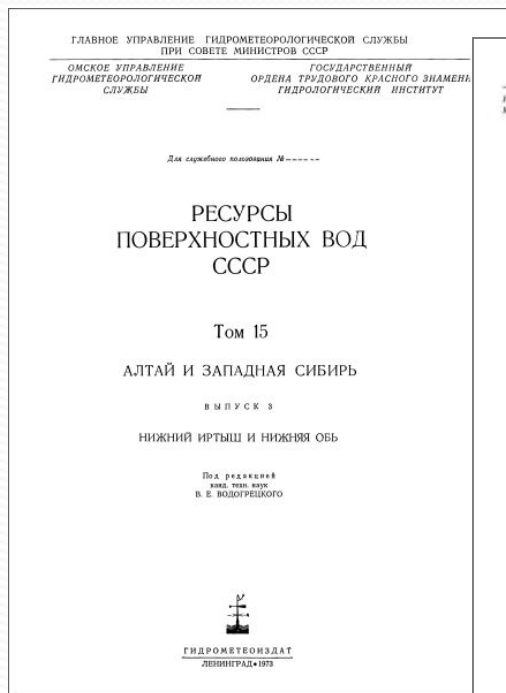
Оценка гидрологических параметров реки





Исходные данные

Ресурсы поверхностных вод СССР (20 томов)



<http://www.twirpx.com>

Выбор места установки

От выбора места установки МГЭС зависит.....



Какие факторы следует учитывать при выборе места
Установки МГЭС?

На какие конструктивные параметры влияет выбор
места установки МГЭС?

Условия выбора створа

Удаленность от потребителя

Уклон реки

Особенности рельефа местности

Водохозяйственные ограничения и ограничения природопользования

Количество часов в году с открытым руслом

График изменения расхода для маловодного и средневодного года

Нормативные документы для определения параметров реки

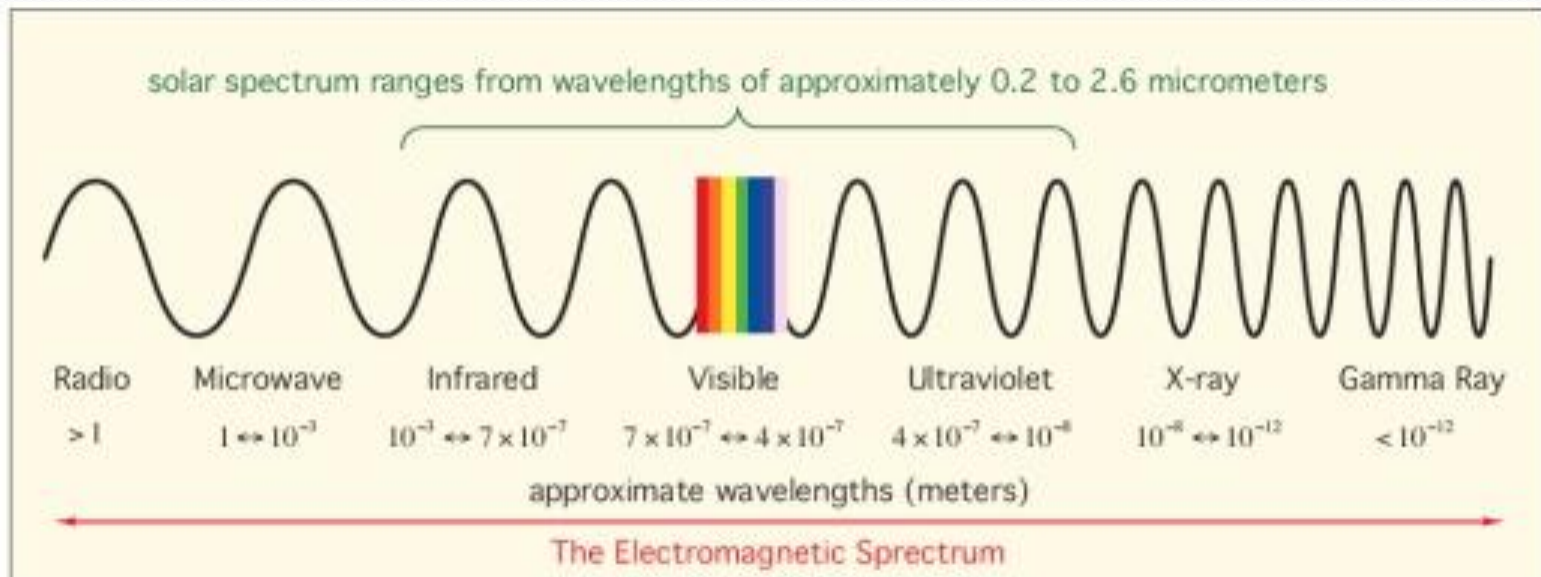
СНиП 2.01.14 - 83 Определение расчетных гидрологических характеристик

СП 33.101.2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик

Оценка инсоляции региона



Диапазон волн излучения солнечного света





Приблизительное распределение энергетического потока солнечного излучения

**Инфракрасный диапазон и более длинные волны
($\lambda > 750$ нм) – 46,3%**

Видимый спектр ($400 < \lambda < 750$ нм) – 44,6%

**Ультрафиолетовое излучение и более высокие частоты
($\lambda < 400$ нм) – 9,1%**

Потери лучистой энергии в атмосфере



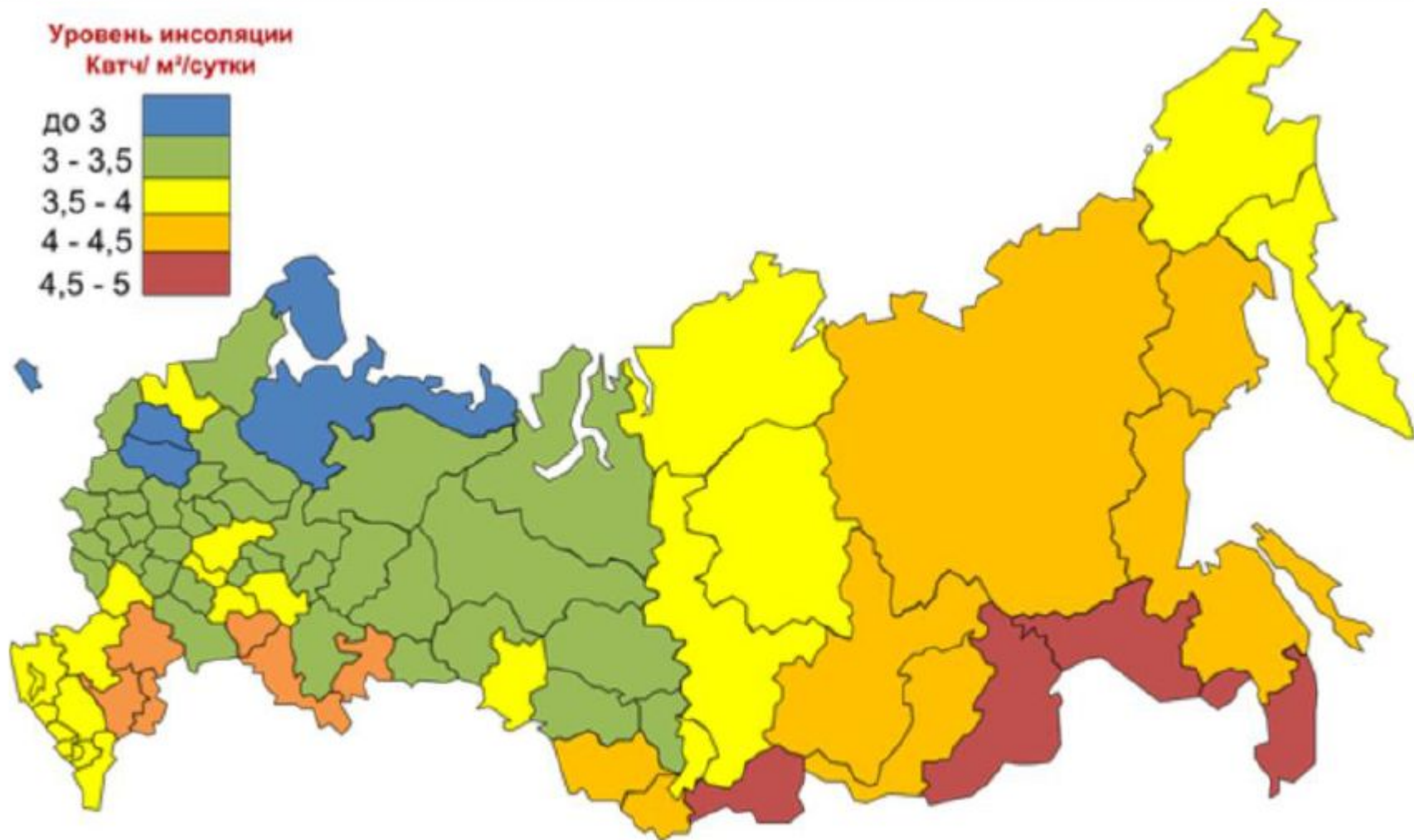
Солнечное излучение

**Суммарная мощность
лучистой энергии,
поступающей к Земной
атмосфере, равна
примерно 18000 млрд. кВт**

**Суммарный валовой
потенциал солнечной
энергии на территории
России – 2205 млрд. т.у.т.**

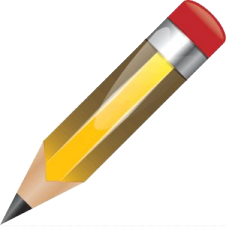
**Суммарный технический
потенциал солнечной
энергии на территории
России – 9,7 млрд. т.у.т.**

Карта инсоляции регионов России



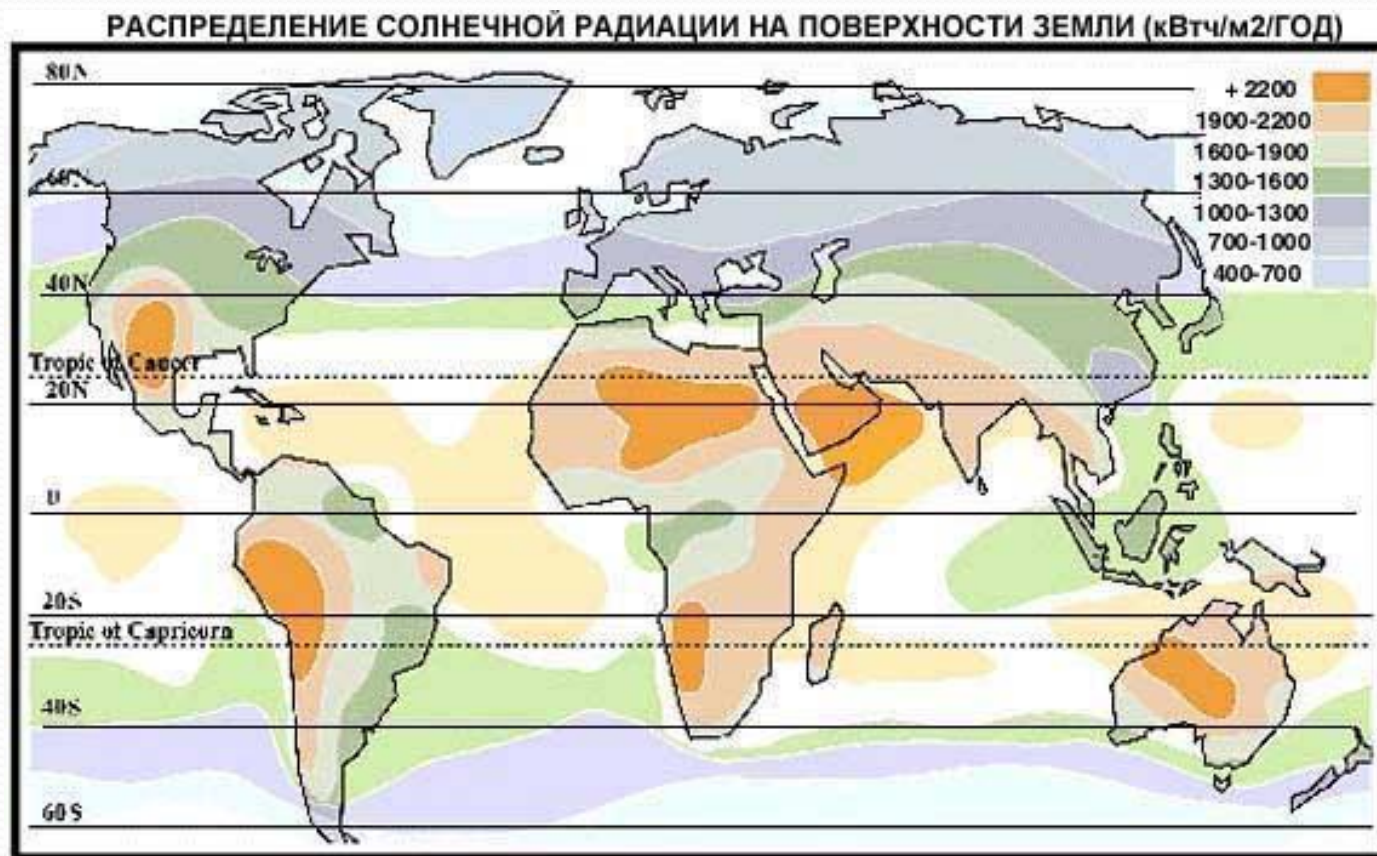
Распределение ресурсов солнечной энергии по федеральным округам России млн. т.у.т.

Федеральный округ	Валовый потенциал	Технический потенциал	
		Производство тепла	Производство электроэнергии
Центральный	84900	400	30
Северо-Западный	178200	700	80
Южный	100700	600	40
Приволжский	140800	700	60
Уральский	215600	700	90
Сибирский	672000	2900	300
Дальневосточный	813200	2900	300



Факторы, влияющие на интенсивность солнечного излучения

Географическая широта



Факторы, влияющие на интенсивность солнечного излучения

**Угол наклона приемной поверхности
по отношению к солнцу**

Облачность

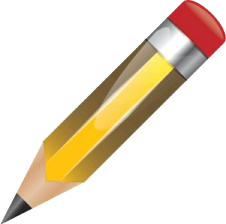
Запылённость воздуха

Высота над уровнем моря

Сезон года

Время суток



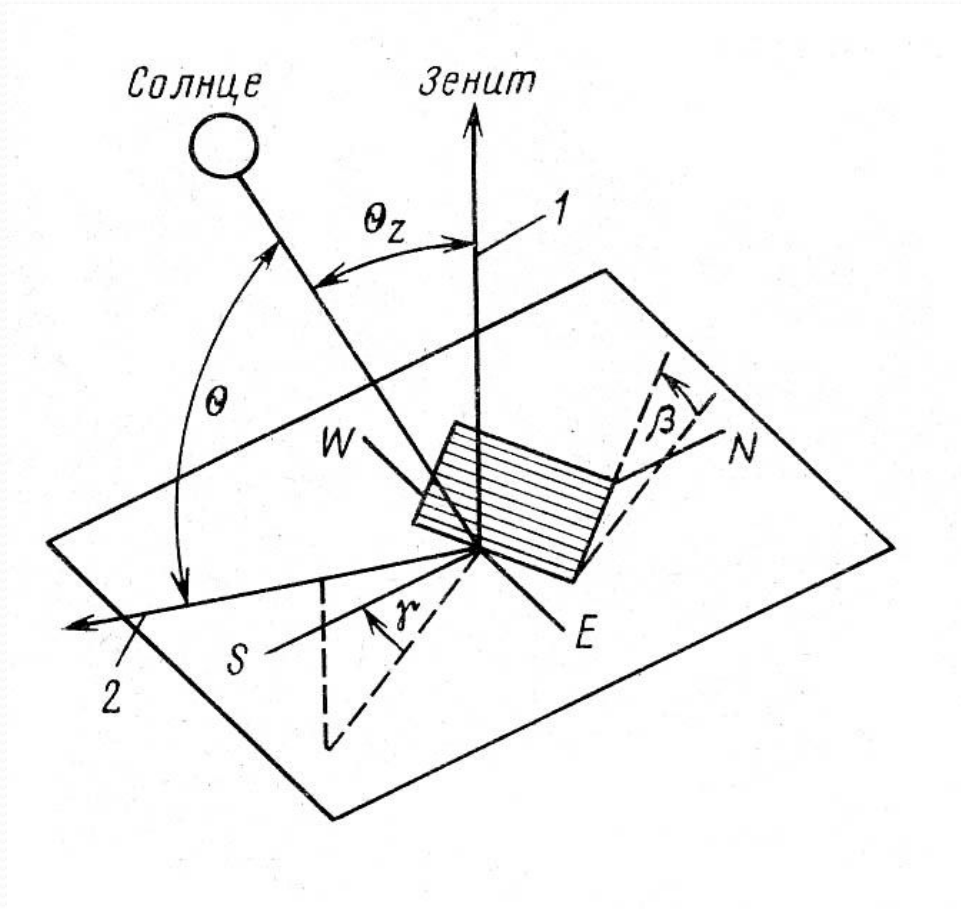


Солнечное излучение

Прямое излучение – это излучение, поступающее от солнца, без изменения его направления.

Диффузионное (рассеянное) излучение – это солнечное излучение после изменения его направления вследствие отражения и преломления атмосферой

$$G = G_{\text{пр.}} + G_{\text{рас.}} + G_{\text{отр.}}$$



Резюме

1. Для количественной оценки особенностей реки и изменчивости её стока используются гидрологические характеристики

2. Также гидрологические характеристики для сравнения нескольких рек или створов одной и той же реки. Это позволяет подобрать оптимальный участок для строительства ГЭС

3. Параметры стока реки описываются на основе статистики и методов теории вероятности, что не позволяет обеспечить 100% достоверность результатов.

Резюме

1. Малая река не всегда имеет достаточно большой многолетний ряд наблюдений стока и это создает трудности при оценке её энергетического потенциала

2. Для снижения погрешности при оценке стока реки необходимо расширение ряда статистических данных. Именно с этой целью выбирается река-аналог и на её основе выводятся закономерности в изменении стока исследуемой реки