

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

А. М. Осемян

Выбор многолетней нормы обеспеченности при
комплексном регулировании режима работы
гидроэнергосистемы

Настоящее исследование посвящено вопросу выбора нормы многолетней обеспеченности энергосистемы, состоящей в основном из гидростанций, т. е. гидроэнергосистемы.

Водно-энергетические исследования в области выбора нормы обеспеченности многолетнего регулирования режима работы гидросистемы могут быть подразделены на две части:

а) водно-энергетическая часть, изучающая гидрологический режим рек и на основе изученных материалов устанавливающая зависимость между потребным объемом водохранилища (выраженного в долях от объема среднего годового стока), необходимого для многолетнего регулирования речного стока β —с одной стороны, и коэффициентов использования стока α , процентом обеспеченности гидросистемы p , коэффициентом вариации C_v и коэффициентом асимметрии C_s речных расходов—с другой стороны;

б) энерго-экономическая часть, устанавливающая нормы обеспеченности и принципы энерго-экономического сопоставления различных способов регулирования режима гидросистемы.

Очевидно, что эти два раздела находятся в тесной взаимосвязи. Решение проектной задачи может быть найдено на основе экономического анализа, который производится по материалам водно-энергетических расчетов.

Настоящее исследование посвящено второй части проблемы, т. е. энерго-экономической части.

Гидроэнергосистема в многолетнем аспекте может быть отрегулирована следующими способами:

1) сооружением водохранилищ, т. е. перераспределением стока в многолетнем разрезе для выравнивания годовой выработки электроэнергии гидросистемы на протяжении ряда лет;

2) организацией теплового резерва, который должен работать в те годы, когда сток ниже расчетного, и этим обеспечить равномерную выработку электроэнергии на протяжении ряда лет;

3) потребителями регуляторами, т. е. путем приспособления ре-

жима работы потребителей электроэнергии, в данном случае электроемкой промышленности, к режиму работы гидроэнергосистемы, работающей без многолетнего регулирования.

Наконец, возможно комбинирование перечисленных выше способов регулирования гидроэнергосистемы.

Важнейшими естественными факторами, определяющими объемы водохранилища, необходимые для зарегулирования определенной величины стока, являются неравномерность внутригодового распределения стока, а также вариация его в многолетнем разрезе.

В работах: И. В. Егiazарова [1], Ф. Ф. Губина [2], А. А. Морозова [3], М. В. Потапова [4], Г. Н. Лоттера [5], Т. П. Иванова [6] и Я. Ф. Плешкова [7] доказано, что потребный объем водохранилища для многолетнего регулирования прогрессивно возрастает с увеличением задаваемого процента обеспеченности регулируемого расхода.

Расчет потребной емкости водохранилища для выравнивания годовых стоков за многолетний период может быть произведен по графику инж. Плешкова [7].

Нами построен график, отражающий рост потребного объема водохранилища многолетнего регулирования, рассчитанного по его способу в зависимости от процента обеспеченности p . Для этого на основе графиков Плешкова составлены зависимости объема водохранилища многолетнего регулирования от обеспеченности расчетного режима регулирования гидроэнергосистемы p (см. фиг. 1). Другими словами, если графики Плешкова дают наглядную картину роста объема водохранилища в зависимости от коэффициента использования стока, то в пересоставленном графике рост объема водохранилища принят в функции от обеспеченности p .

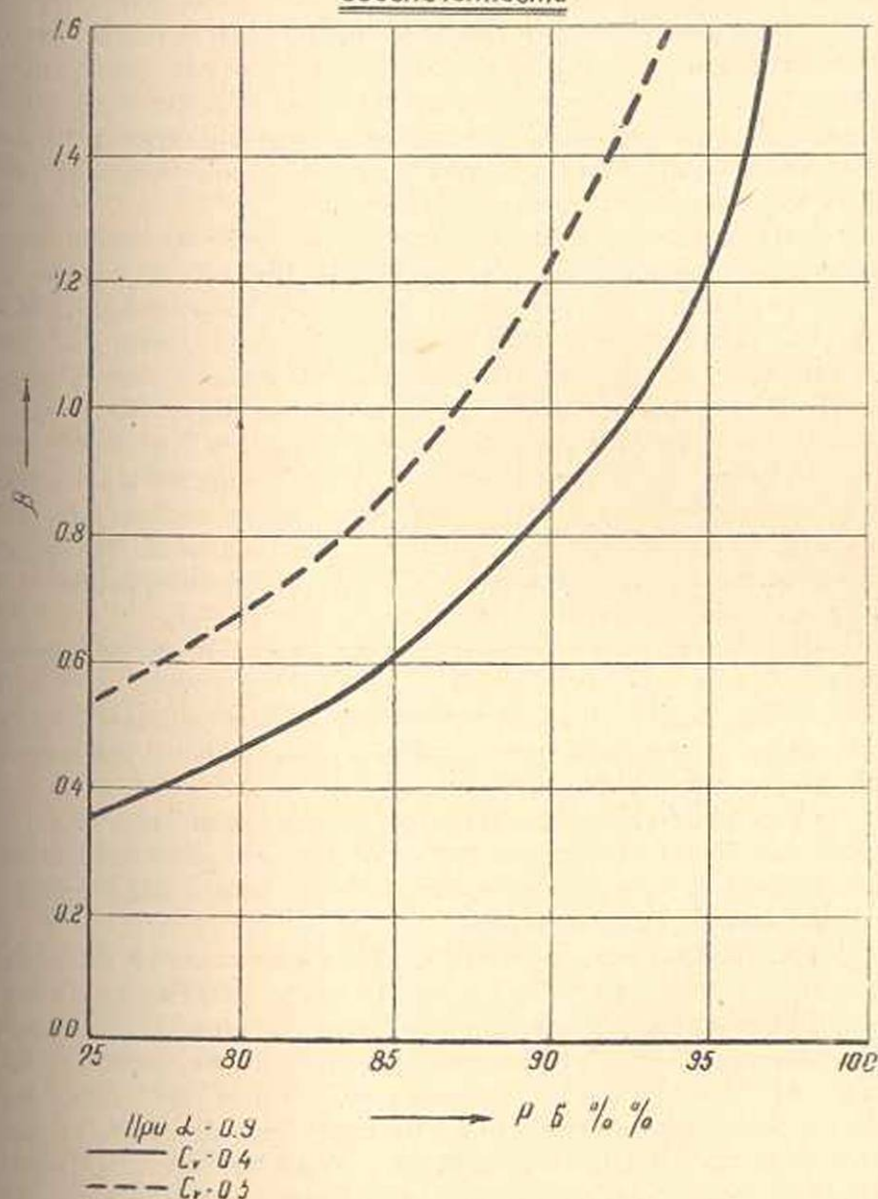
Эта переделка графика Плешкова понадобилась для решения вопроса регулирования режима работы гидросистемы комбинированным способом, т. е. путем частичного перерегулирования речного стока в многолетнем разрезе с одновременным приспособлением режима работы потребителей-регуляторов к графику работы гидросистемы.

Фиг. 1 наглядно показывает, что повышение процента обеспеченности сверх 75—85 приводит к резкому увеличению объема водохранилища.

Стремление в проектной практике обеспечить постоянную мощность гидросистемы в многолетнем разрезе приводит к сильному увеличению объема водохранилища многолетнего регулирования, что в свою очередь приводит к повышению единовременных вложений и себестоимости гидроэнергии. Это обстоятельство вызывает необходимость разработать комплексный метод многолетнего регулирования водохранилища в комбинировании с потребителями-регуляторами.

Вопрос определения удельной (на единицу емкости) стоимости

Рост объема водохранилища многолетнего
регулирования в зависимости от процента
обеспеченности



Фиг. 1.

водохранилища различных размеров сильно затруднен вследствие того, что этот стоимостный показатель, в зависимости от местных топографических условий, может измениться в несколько раз при одном и том же объеме водохранилища. Поэтому данные статистики

относительно стоимости 1 куб. м емкости водохранилища не могут служить надежными показателями.

Исследования, проведенные М. П. Фельдманом [8] в области экономических показателей, выявили ряд закономерностей, устанавливающих общий характер изменений капиталовложений в зависимости от величины нормы многолетней обеспеченности гидросистемы.

Фельдманом доказано, что с повышением объема водохранилища затраты по затоплениям часто растут с большей интенсивностью, чем размеры зарегулированной мощности. Поэтому приходится ограничивать регулирование и мириться до некоторой степени со снижением устойчивости энергоснабжения.

В маловодные периоды допускается снижение величины зарегулированного расхода, а в многоводные — идут на его увеличение.

Таким образом, экономические соображения вынуждают отказаться от слишком строгого регулирования до постоянного на все годы расхода и заставляют идти по линии снижения процента обеспеченности заданной мощности. Это приводит к тому, что в маловодные годы гидросистема работает с дефицитом мощности, что также нарушает устойчивость энергоснабжения народного хозяйства.

В таком случае как же должен быть решен вопрос дефицита мощности, учитывая, что водохранилища, как показывает практика, в состоянии экономично разрешать вопрос обеспеченной работы гидросистемы в многолетнем разрезе лишь до 75—85%?

Очевидно надо прибегнуть к помощи других способов регулирования.

Одним из таких способов регулирования режима является тепловой резерв в виде тепловых конденсационных станций при совместной работе с водохранилищами.

Однако этот способ не является экономичным средством регулирования режима работы гидросистемы в многолетнем разрезе, так как такое регулирование приводит к крайне неэффективному использованию тепловых станций.

Действительно, если принять, что водохранилища в состоянии осуществлять регулирование в многолетнем разрезе на уровне 75—85% обеспеченности, то тепловой резерв в этом же многолетнем разрезе должен работать только 25—15% календарного времени, или, другими словами, в среднем 1 год из 4—7 лет. Таким образом, на значительный срок КЭС должна бездействовать. Неэффективность такого варианта настолько очевидна, что для доказательства не требует специальных экономических расчетов.

Другим способом регулирования режима работы гидросистемы являются потребители-регуляторы при комбинированном регулировании с водохранилищами.

В энергетическом и экономическом отношениях потребители-регуляторы имеют ряд несомненных преимуществ (по сравнению с

ным способом регулирования энергосистемы при комбинированном регулировании вместе с водохранилищами).

Если гидросистема запроектирована с расчетом 75—85% обеспеченности, то дальнейшее увеличение процента обеспеченности путем создания дополнительной емкости водохранилища многолетнего регулирования приводит к сильному снижению коэффициента использования капиталовложений (25%), необходимых для осуществления этих мероприятий.

Обратную картину мы имеем при регулировании режима работы гидросистемы комплексом: водохранилище-потребитель-регулятор. В этом случае для гидросистем, в которых водохранилище осуществляет регулирование на 75%, коэффициент использования капиталовложений по потребителям-регуляторам составит также 75%. К этому надо добавить то, что стоимость установленного киловатта на заводе электроемкой промышленности ниже таковой на тепловых станциях и в несколько раз ниже на гидростанциях.

Для выявления роли электроемкой промышленности в деле многолетнего регулирования режима работы гидросистемы нами исследован возможный режим работы гидросистемы на незарегулированных водотоках с учетом внутригодового распределения их стока и вариации стока в маловодные и средние годы.

Нами были исследованы возможные условия работы потребителей-регуляторов, питаемых энергией от ГЭС, работающих на бытовом стоке 50 рек следующих бассейнов: Баренцова, Белого, Балтийского, Черного, Азовского и Каспийского морей, а также моря Лаптевых. Гидрологический материал заимствован у проф. Д. Л. Соколовского [9].

При проектировании ГЭС, в условиях отсутствия гидравлического и электрического регулирования, расчетный расход ГЭС должен быть принят минимальным, т. е. обеспеченным в многолетнем разрезе на 95—97%. Приспособление режима работы электроемкой промышленности к переменному режиму гидроэнергосистемы создает возможность отказаться от этого положения и принять вместо расхода, обеспеченного круглый год, расход более низкой обеспеченности, например, 9, 6 или 4-месячный и т. д. Это обстоятельство дает возможность значительно повысить коэффициент энергетического использования стока.

Проведенные нами исследования [10] установили экономический предел использования непостоянной электроэнергии ГЭС в электроемкой промышленности, который ограничивает предел повышения коэффициента использования стока. Экономический предел использования сезонной электроэнергии в электроемкой промышленности составляет 50—60% от количества электроэнергии, потребной для работы завода по нормальному режиму.

Этот уровень обеспеченности электроэнергией нами учтен и

должен учитываться при проектировании режима работы потребителей-регуляторов в маловодном году.

Для характеристики роли регулирования потребления в вопросе повышения коэффициента использования стока в расчетах, предшествовавших составлению нижеследующей таблицы 1, намеренно исключены из рассмотрения другие возможные способы регулирования.

В таблице верхняя строка дает значения коэффициента использования стока для случая отсутствия регулирования потребления, т. е. для работы ГЭС при расходах, близких к обеспеченности круглый год.

Таблица 1

Повышение степени использования стока при условии регулирования режима работы гидростанции потребителями

Б а с с е й н	Состояние регулирования режима работы гидростанций	Число изученных рек	Коэффициент использования стока					
			средний год			маловодный год		
			мин.-мум	макс.-м.м	среднее	мин.-мум	макс.-мум	среднее
1. Баренцова и Белого морей	Без регулиров. С регулирован.	3	18,1 51,9	37,0 86,0	25,4 66,0	17,0 44,8	28,9 94,9	21,6 63,9
2. Балтийского моря	Без регулиров. С регулирован.	10	18,6 41,2	66,0 98,0	36,8 69,4	10,0 36,4	51,9 94,0	28,5 71,8
3. Черного и Азовского морей	Без регулиров. С регулирован.	13	16,9 31,4	55,0 87,0	35,0 66,2	14,9 43,9	72,0 93,9	31,3 72,4
4. Каспийского моря	Без регулиров. С регулирован.	11	23,0 34,3	41,0 87,0	25,4 59,8	8,9 36,9	44,1 85,2	23,0 62,6
5. Каспийского моря	Без регулиров. С регулирован.	9	7,0 37,5	32,0 68,8	17,2 54,7	7,3 30,3	42,9 89,5	19,9 53,3
6. Моря Лаптевых	Без регулиров. С регулирован.	4	3,0 52,5	54,0 92,0	16,8 75,6	1,0 57,8	56,0 79,0	16,8 65,7

Как видно из данных таблицы, величина коэффициента использования стока получается низкой.

Нижняя строка дает значения этого коэффициента при наличии потребителей-регуляторов, причем учтены возможности и пределы экономичного использования сезонной электроэнергии.

В таблице приведены минимальные, максимальные и средние значения коэффициентов использования стока, которые соответствуют средним величинам для нескольких рек того или иного бассейна, данные по которым использованы при расчетах коэффициентов.

Проведенные исследования показали, что потребители-регуляторы являются серьезнейшим фактором в вопросе повышения энер-

гетической эффективности использования рек, причем не только при годичном, но и при многолетнем регулировании.

Мощность завода потребителя-регулятора принята постоянной как для маловодного, так и для среднего года.

Переходим к исследованию экономического значения электроемкой промышленности при ее использовании в качестве потребителя-регулятора для целей многолетнего регулирования.

Обычно, при сравнительных энерго-экономических расчетах, принимается в качестве критерия экономичности системы минимум себестоимости электроэнергии в ней. При комплексном регулировании режима работы гидроэнергосистемы этот критерий не может считаться удовлетворительным. В этом случае необходим новый критерий, который отражал бы собой комплекс народно-хозяйственных потерь и экономий, получаемых при применении комплексного метода регулирования. Этот комплекс состоит из следующих элементов:

а) ущерб (Иущ), наносимый потребителю электроэнергии, вызванный его вынужденной работой в качестве регулятора режима гидросистемы, не зарегулированной в многолетнем разрезе;

б) "тяжесть" дополнительных капиталовложений, вызванных в связи со снижением коэффициента использования основных фондов у потребителей-регуляторов из-за работы последних неполной нагрузкой:

$$\frac{1}{\tau} \Delta K_{\text{пр.}}$$

в) при многолетнем регулировании водохранилищами учитывается "тяжесть" дополнительных капиталовложений, вызванных ростом потребной емкости водохранилища при назначении более высокого процента обеспеченности

$$\frac{1}{\tau} \Delta K_{\text{вхр. и.р.}}$$

Этот новый критерий может обеспечить экономичное решение задачи при сравнении вариантов технического проекта, так как выбранный вариант, дающий тот же энергетический эффект, что и другие, обеспечивает минимум суммарных издержек в народном хозяйстве.

В своих исследованиях мы ограничивались изучением взаимосвязи между энергосистемой и потребителями, рассматривая их в одном комплексе.

При установлении эффективности многолетнего, а также годичного регулирования потребителями-регуляторами рассматриваются народнохозяйственные издержки при одной и той же годовой продукции, полученной при разных режимах работы завода в многолетнем разрезе, т. е. по постоянному или переменному графику. Поэтому для обеспечения народного хозяйства продукцией в количестве, предусмотренном планом, необходимо выпуск продукции

проектировать в таком размере, который может быть получен при пуске через ГЭС расходов воды, составляющих 75—85% от расчетного расхода. Излишняя продукция, полученная в годы большей водности, должна пойти в резерв для компенсации недовыработки продукции в маловодные годы, т. е. при обеспеченности ниже 75%—85%.

Вопрос обеспечения народного хозяйства постоянным количеством продукции в условиях работы ГЭС на переменном режиме в многолетнем разрезе намного облегчится при размещении потребителей-регуляторов в различных пунктах Советского Союза, значительно удаленных друг от друга. Очевидно, что в этом случае гидростанции, расположенные в большой отдаленности друг от друга, будут работать на стоках, имеющих различный гидрологический режим в многолетнем разрезе, и недовыработки одного и того же вида продукции, выпускаемой заводом потребителем-регулятором, расположенным в одном пункте, будут компенсированы продукцией потребителя-регулятора в другом пункте.

В качестве показателя, удовлетворяющего требованиям комплексного регулирования, мы предлагаем комплексную себестоимость 1 *квтч* зарегулированной потребителями-регуляторами электроэнергии $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$, исчисляемую по формуле:

$$S_{\text{ком. мн. п. р.}} = S_{\text{мн. нез.}} + \frac{I_{\text{ущ.}}}{\Delta_{\text{пр}}} + \frac{1}{\tau} \cdot \bar{K}_{\text{мн. п. р. квтч.}} \quad (1)$$

где: $S_{\text{мн. нез.}}$ — средне-взвешенная себестоимость 1 *квтч* незарегулированной гидроэлектроэнергии, используемой потребителем-регулятором;

$I_{\text{ущ.}}$ — удорожание тонны продукции потребителя-регулятора в связи с работой последнего по сезонному графику. Значение $I_{\text{ущ}}$ дается формулой:

$$I_{\text{ущ}} = d_{\text{н}} - d_0, \quad (2)$$

где $d_{\text{н}}$ — себестоимость продукции, получаемая при непостоянном графике энергоснабжения, а d_0 — при нормальном графике.

$d_{\text{н}}$ находится по формуле:

$$d_{\text{н}} = d_0 \cdot K_{\text{се.}} \quad (3)$$

Коэффициент повышения себестоимости продукции $K_{\text{се}}$ находится в зависимости от степени обеспеченности производства электроэнергией.

Численные значения $K_{\text{се}}$, по нашим вычислениям, могут быть приняты по таблице 2 [10].

$\Delta_{\text{пр}}$ — расход электроэнергии на тонну продукции. $\frac{1}{\tau}$ — норма расширенного воспроизводства дополнительных капиталовложений,

Таблица 2

Степень обеспечения производства электроэнергией в многолетнем разрезе	Значения $K_{св}$		
	для производства карбида кальция	для производства ферросплавов	для производства электролитического аммиака
100%	1,0	1,0	1,0
90%	1,03	1,05	1,05
80%	1,06	1,10	1,10
70%	1,10	1,16	1,17
60%	1,16	1,23	1,27
50%	1,23	1,37	1,38
40%	1,34	1,51	1,60

равная 8,3%, одновременно являющаяся показателем "тяжести" дополнительных капиталовложений [11].

$\Delta \bar{K}_{п.р}$ — дополнительные капиталовложения в производстве у потребителей-регуляторов, вызванные снижением коэффициента использования основных фондов, приходящихся на 1 квтч электроэнергии

$$\Delta \bar{K}_{п.р} = \frac{\bar{K}_{п.р} - \bar{K}_0}{\partial_{пв}}, \quad (4)$$

$\bar{K}_{п.р}$ определяется в зависимости от степени обеспеченности производства электроэнергией в многолетнем разрезе:

$$\bar{K}_{п.р} = K_0 \cdot K_{св}, \quad (5)$$

где $K_{св}$ — коэффициент увеличения капиталовложений в потребителя-регулятора в связи с переводом его на сезонный график энергоснабжения.

Таблица 3

Степень обеспечения производства электроэнергией	Величина $K_{св}$		
	для производства карбида кальция	для производства ферросплавов	для производства электролитического аммиака
100%	1,0	1,0	1,0
90%	1,0	1,07	1,11
80%	1,22	1,16	1,25
70%	1,40	1,27	1,43
60%	1,60	1,40	1,67
50%	1,90	1,54	2,00
40%	2,34	1,80	2,50

Численные значения $K_{св}$, по нашим исчислениям, могут быть приняты по таблице 3 [10].

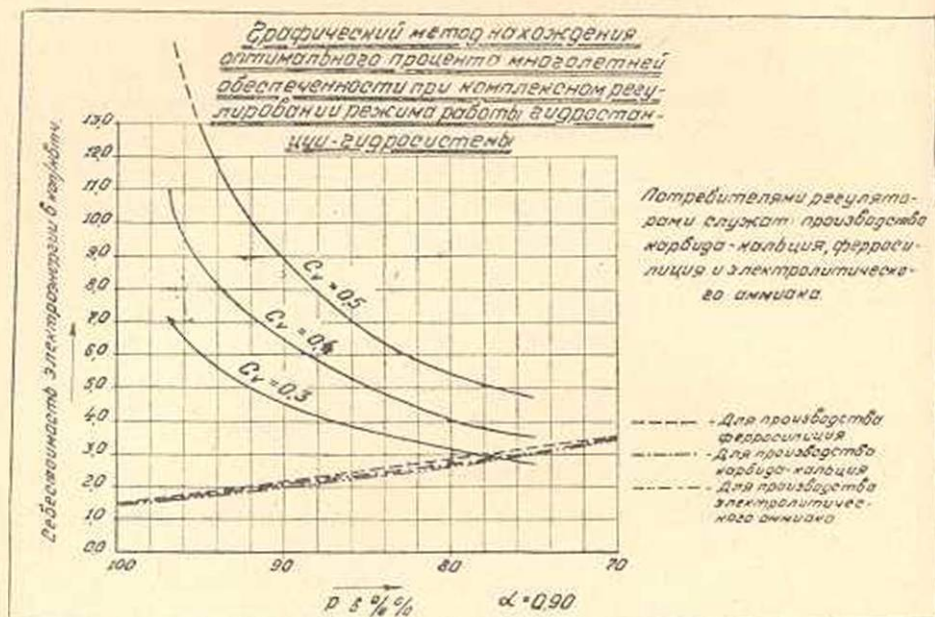
Для определения оптимального варианта многолетнего комплексного регулирования водохранилищами в комбинировании с потребителями-регуляторами, необходим второй показатель: комплексная

себестоимость электроэнергии, зарегулированная в многолетнем разрезе водохранилищами

$$S_{\text{ком. мн. вод.}} = S_{\text{рег.}} + \frac{1}{\tau} \Delta K_{\text{хвт. мр.}} \quad (6)$$

$S_{\text{ком. мн. вод.}}$ — комплексная себестоимость гидроэнергии зарегулированной в многолетнем разрезе водохранилищами.

$\Delta K_{\text{хвт. м. г.}}$ — дополнительные капиталовложения, необходимые для регулирования режима работы гидросистемы, т. е. удельная (на 1 кват) стоимость водохранилища многолетнего регулирования.



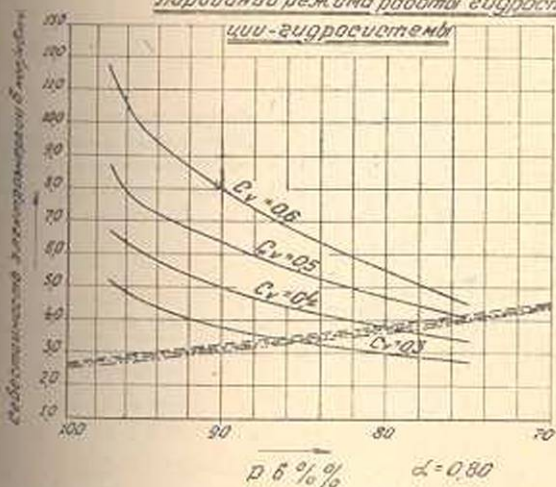
Фиг. 2

При определении емкости водохранилища необходимо учесть потери из него на фильтрацию, испарение и ледообразование, причем нужно иметь в виду, что с увеличением емкости водохранилища эти потери растут.

В расчетах необходимо также учесть, что с увеличением водохранилища и высоты плотины увеличивается выработка электроэнергии благодаря повышению напора и коэффициента использования стока.

Повышение напора гидроэлектростанции имеет место в случаях, когда регулирование стока производится плотинной при рассматриваемой станции. Решение вопроса о регулировании стока путем сооружения водохранилища зависит от топографических, геологических и экономических условий района. Так как эти условия для одного и того же пункта, но при разных объемах водохранилища, различны, то для экономичного решения вопроса необходимо расчеты произвести

Графический метод нахождения оптимального процента многолетней обеспеченности при комплексном регулировании режима работы гидростанции-гидросистемы

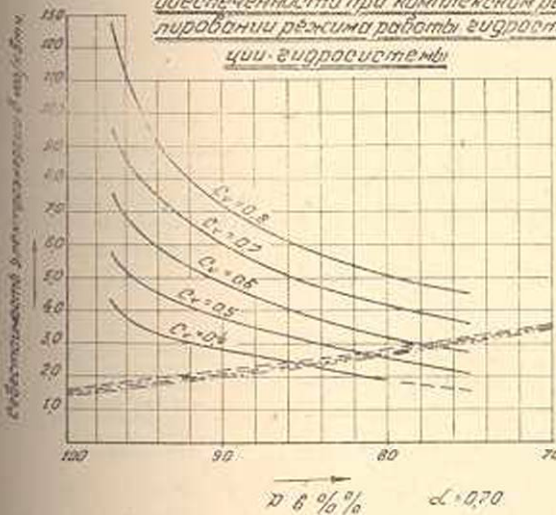


Потребителями регулируемой нагрузки являются: производство карбидов-кальция, ферросилиция и электролитического аммиака.

--- для производства ферросилиция
--- для производства карбидов-кальция
--- для производства электролитического аммиака

Фиг. 3.

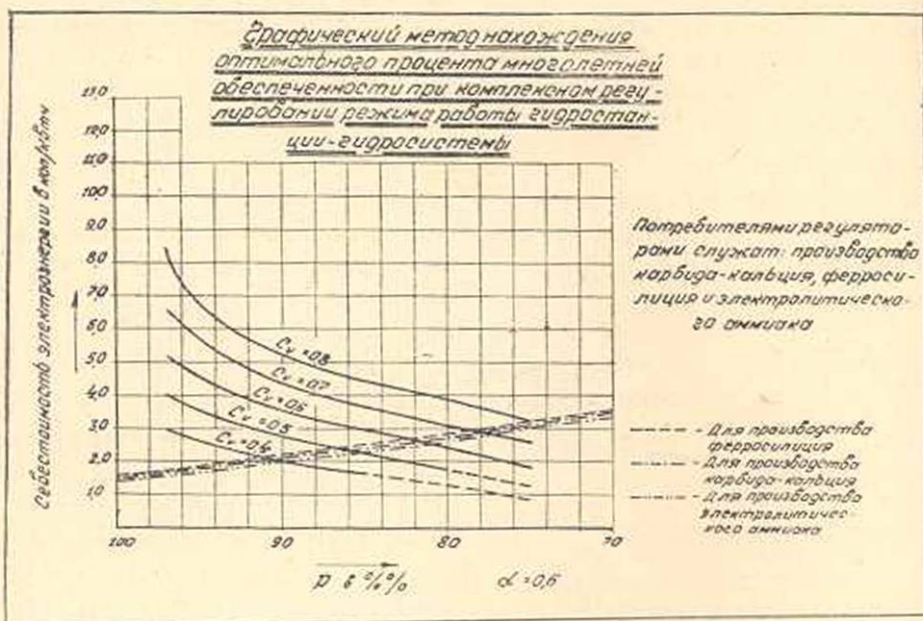
Графический метод нахождения оптимального процента многолетней обеспеченности при комплексном регулировании режима работы гидростанции-гидросистемы



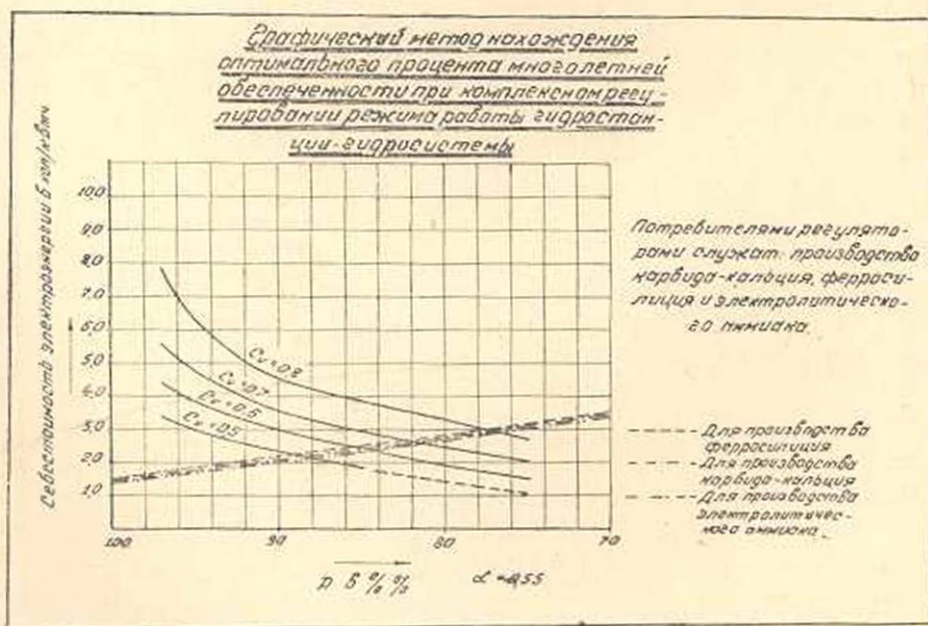
Потребителями регулируемой нагрузки являются: производство карбидов-кальция, ферросилиция и электролитического аммиака.

--- для производства ферросилиция
--- для производства карбидов-кальция
--- для производства электролитического аммиака

Фиг. 4.



Фиг. 5.



Фиг. 6.

для 3—4 различных объемов водохранилища, с установлением для каждого варианта, на основе схематического проекта, комплексной себестоимости продукции и по интерполяции выбрать наиболее экономичное решение.

Перейдем к изложению методики определения оптимального варианта многолетнего комплексного регулирования с потребителями-регуляторами.

Как было показано выше, объем водохранилища возрастает с увеличением его регулирующего действия, т. е. повышения коэффициента обеспеченности гидросистемы.

Задача сводится к установлению наивыгоднейшей емкости водохранилища при комбинировании с потребителями-регуляторами.

Стоимость водохранилища возрастает с увеличением его объема, а отсюда, как правило, должна возрасти комплексная себестоимость $S_{\text{ком. мн. вод.}}$.

Задача нахождения оптимума в настоящей работе решается графо-аналитическим методом. В прямоугольных координатах по оси ординат откладывается себестоимость электроэнергии, а по оси абсцисс — процент обеспеченности мощности в многолетнем разрезе.

Очевидно, чем выше обеспеченность мощности гидростанции, тем $S_{\text{ком. мн. вод.}}$ будет выше, а $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$ — ниже. Высокая обеспеченность мощности гидросистемы потребует больших капиталовложений для регулирования стока, что в свою очередь приводит к удорожанию комплексной себестоимости 1 квтч. электроэнергии. С другой стороны, высокая обеспеченность расчетного режима гидросистемы естественно приводит к снижению потерь у потребителей-регуляторов, т. е. в конечном итоге к снижению $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$.

Экономический оптимум находим в точке пересечения двух кривых фигур 2—6, отражающих:

- а) повышение комплексной себестоимости 1 квтч при регулировании потребления в зависимости от режима энергоснабжения, т. е. степени обеспечения производства электроэнергией, и
- б) повышение комплексной себестоимости 1 квтч при регулировании водохранилищем в зависимости от процента многолетней обеспеченности.

Для примера приводим решение задачи определения искомого оптимума для случая комплексного регулирования стока водохранилищами и потребителями-регуляторами.

Значение $S_{\text{ком. мн. п. р.}}$ для различной степени обеспечения электроэнергией рассчитано, пользуясь формулами (1—5) и численными значениями входящих в них величин, взятых из таблиц 2 и 3.

Значение $S_{\text{ком. мн. вод.}}$ рассчитано по формуле (6), причем численные значения входящих в формулу величин не могут быть даны, ибо, как было сказано выше, стоимость единицы объема водохранилища находится в полной зависимости от местных условий. Поэтому эта стоимость должна быть определена для каждого водо-

хранилища отдельно. Однако в графиках условно принято, что стоимость водохранилища возрастает пропорционально объему, т. е. что повышение капитальных затрат, вызванных затоплением площадей в связи с увеличением объема водохранилища, компенсируется уменьшением удельной (на единицу емкости водохранилища) стоимости плотины в связи с увеличением ее высоты.

Анализ графиков (2—6) приводит к выводу, что роль многолетнего потребителя-регулятора повышается, когда регулируемые ГЭС находятся на реках, имеющих высокий C_v и когда мы задаемся высоким значением коэффициента α .

В ы в о д ы

1. Задача экономичного многолетнего регулирования режима работы гидросистемы разрешается при осуществлении комплекса: водохранилища и потребителя-регулятора.

2. Роль многолетнего потребителя-регулятора повышается, когда сток используемых рек имеет высокий коэффициент вариации и когда в связи с относительным недостатком в стране энергоресурсов приходится при проектировании ГЭС задаваться высоким коэффициентом использования стока.

Водно-энергетический институт
Академии наук Армянской ССР

Поступило 10 II 1951

Л и т е р а т у р а

1. Егiazаров И. В.—Гидроэлектрические силовые установки, ч. 1, 1934.
2. Губин Ф. Ф.—Гидроэлектрические станции, 1949.
3. Морозов А. А.—Использование водной энергии, 1948.
4. Полапов М. В.—Регулирование стока, 1940.
5. Лоттер Г. К.—Водохозяйственные расчеты для гидроэлектростанций, 1937.
6. Иванов Г. П.—Методы расчета многолетнего регулирования. Тр. I совещания по регулир. речного стока, 1946.
7. Плешков Я. Ф.—Быстрый и точный расчет водохранилищ. „Гидротех. стр-во“, 1939.
8. Фельдман М. П.—Оптимальная зарегулированность гидроэлектрических станций. (Рукопись—докторская диссертация), 1945.
9. Соколовский Д. Л.—Гидрологические и водохозяйственные расчеты при проектировании малых ГЭС, 1946.
10. Осепян А. М.—Карбидные и ферросплавные электроды, как потребители-регуляторы сезонной гидроэнергии. „Электричество“, № 8, 1949.
11. Осепян А. М.—Критерий экономичности в гидроэнергетических расчетах. Изв. АН Арм. ССР (Физ.-мат., естеств. и техн. науки), III, № 4, 1950.

Ա. Մ. Հովսեփյան

ԲԱԶՄԱՄՅԱ ԱՊԱՀՈՎՈՒԹՅԱՆ ՆՈՐՄԱՅԻ ԸՆՏՐՈՒՄԸ ԷՆԵՐԳՈՍԻՍՏԵՄԻ
ԱՇԽԱՏԱՆՔԻ ՌԵԺԻՄԻ ԿՈՄՊԼԵՔՍԱՅԻՆ ԿԱՆՈՆԱՎՈՐՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Աշխատութեան մեջ ցույց է տրված, որ հիդրոսխեմի աշխատանքի
սկզբի բազմամյա կանոնավորման անհնամարտ լուծում կարելի է ստա-
նալ, երբ բացի ջրամբարի միջոցով կանոնավորում կատարելուց դո-
քազրկեն նաև սպառող-կանոնավորիչներ:

Հետադրույթյունը ցույց է տալիս, որ սպառող-կանոնավորիչի դերը
մեծանում է այն դեպքերի համար, որոնք ունեն հոսքի վարիացիայի բար-
ձր գործակից. այդ դերը մեծանում է նաև այն դեպքերի համար, երբ
մարդկային, որոնք համեմատաբար աղքատ են էներգետիկ ռեսուրսներից:
Վերջին հանգամանքը թելադրում է հիդրոէլեկտրակայան նախագծելիս
ընդունել հոսքի օգտագործման բարձր գործակից: