

# Живые руководящие документы по водоподготовке

Очков В.Ф. (МЭИ-Триеру), Иванов А.Н. (ВТИ), Макушин А.А. (МЭИ)

В статье изложена методика создания Интернет-версий различных руководящих документов по водоподготовке (отраслевых и корпоративных методических рекомендаций, руководств, стандартов, ГОСТов и проч.), включающих в себя «живые» расчеты, графики и таблицы, а также функции и процедур для популярных инженерных калькуляторов и языков программирования. Данная IT-поддержка водоподготовительной отрасли народного хозяйства способствует повышению качества проектирования, наладки и эксплуатации водоподготовительных установок.

Как правило, любые водоподготовительные технологии должны опираться на сертифицированные руководящие документы – ГОСТы, СНИПы, отраслевые стандарты и т.д.<sup>1</sup> Московский энергетический институт (МЭИ – [www.mpei.ru](http://www.mpei.ru)), фирма Триеру ([www.trie.ru](http://www.trie.ru)) и Всероссийский теплотехнический институт ([www.vti.ru](http://www.vti.ru)) в русле развития МЭИ как Национального исследовательского университета, используя новые современные технологии, создали специальный Интернет-портал [1] для поддержки энергетики и, в частности, специалистов, связанных по своей работе с основным рабочим телом и теплоносителем – с водой. На рис. 1 показана соответствующая часть этого Интернет-портала.



Рис. 1. Сайт сетевых расчетов по водоподготовке

<sup>1</sup> К сожалению, процесс создания и утверждения таких документов сильно отстает от бурно развивающихся технологий водоподготовки. Здесь услуги (иногда, правда, «медвежь») может оказать Интернет, где на различных форумах проектировщики и эксплуатационники делятся своим опытом.

Руководящие документы, о которых шла речь выше после выхода их в печатном виде появляется и в Интернете. Их там легко можно найти с помощью различных поисковиков и платно или бесплатно скачать для дальнейшего использования. Данные и подобные руководящие указания содержат *расчетную составляющую: таблицы, графики* и собственно *расчеты*. Разработанные в МЭИ технологии [2, 3] позволяют «оживить» данные расчетные составляющие руководящих документов.

Одна из острейших проблем при эксплуатации систем отопления и горячего водоснабжения<sup>2</sup> – это проблема накипеобразования и коррозии. Одним из способов борьбы с этим явлением является дозирование в воду различных присадок – антинакипинов (антискалантов, как теперб чаще говорят) и ингибиторов коррозии. Упорядочить эту технологию водообработки призваны «Методические рекомендации по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФК, АФОН 200-60А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», на энергопредприятиях (СО 34.37.536-2004), выпущенные в ВТИ в 2004 г. На рис. 1 в конце списка есть ссылка не на сам этот документ (его, повторяем, легко найти в Интернете<sup>3</sup>), а на «живые» расчеты по данному документу – рис. 2.

The screenshot shows a web page titled "Расчетный сервер МЭИ (ГУ)". The main content is a list of methodological recommendations (Методические рекомендации) for the application of scale inhibitors and corrosion inhibitors. The list includes:

- Рис. 1. Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения при температуре 65-130 °С и нагреве в сетевых подогревателях: [on-line расчет](#)
- Рис. 2. Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения при температуре не более 100°С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах: [on-line расчет](#)
- Рис. 3. Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов для систем теплоснабжения при температуре 101-135°С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах: [on-line расчет](#)
- Рис. 4. Область применения ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения при температуре 65-135°С и нагреве в сетевых подогревателях: [on-line расчет](#)
- Рис. 5. Область применения ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения при температуре не более 100°С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах: [on-line расчет](#)
- Рис. 6. Область применения ИОМС-1, ПАФ-13А и их аналогов для систем теплоснабжения при температуре 101-135°С и нагреве в водогрейных водотрубных котлах: [on-line расчет](#)
- Рис. 7. Область применения АФОН 230-23А и его аналогов для систем теплоснабжения при температурах 90-150°С по результатам стендовых испытаний ВТИ: [on-line расчет](#)
- Рис. 8. Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и ИОМС-1 для систем оборотного охлаждения с градирнями: [исходный график](#), [on-line расчет](#)

At the bottom, there is a link for "Раздел 4.3. Расчет расхода реагента для обработки воды: [on-line расчет](#)".

Рис. 2. Живые расчеты по методическим рекомендациям

На рис. 3 помещен один из «мертвых» графиков из упомянутых методических рекомендаций, на котором можно найти некие указания о возможной (максимальной и минимальной) дозе двух популярных присадок (ОЭДФК и АФОН 200-60А) в зависимости от качества обрабатываемой воды. Два луча на рис. 3 охватывают некую *нечеткую*<sup>4</sup> область допустимого применения присадок. Наши же инженеры привыкли

<sup>2</sup> Одна из главных составляющих жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), состояние которого «только ленивый не ругает».

<sup>3</sup> Не на нашем портале (рис. 1), конечно, и на «нехороших» сайтах, публикующих чужие документы без согласия авторов.

<sup>4</sup> Есть математика нечетких множеств, которая позволяет более тонко описывать те или иные объекты и явления. Пример из водоиспользования. Санитарные нормы гласят, что вода питьевой может быть, если ее жесткость не превышает 7 мг-экв/дм<sup>3</sup> (10 мг-экв/дм<sup>3</sup> в отдельных случаях). Тут мы видим два четких множества – вода питьевая и вода, не годящаяся для питья, непитьевая). Но можно ставить вопрос «нечетко» – это вода точно питьевая, это вода скорее питьевая, чем

работать с четкими документами, исключая различными толкования, и плохо воспринимают график на рис. 3.

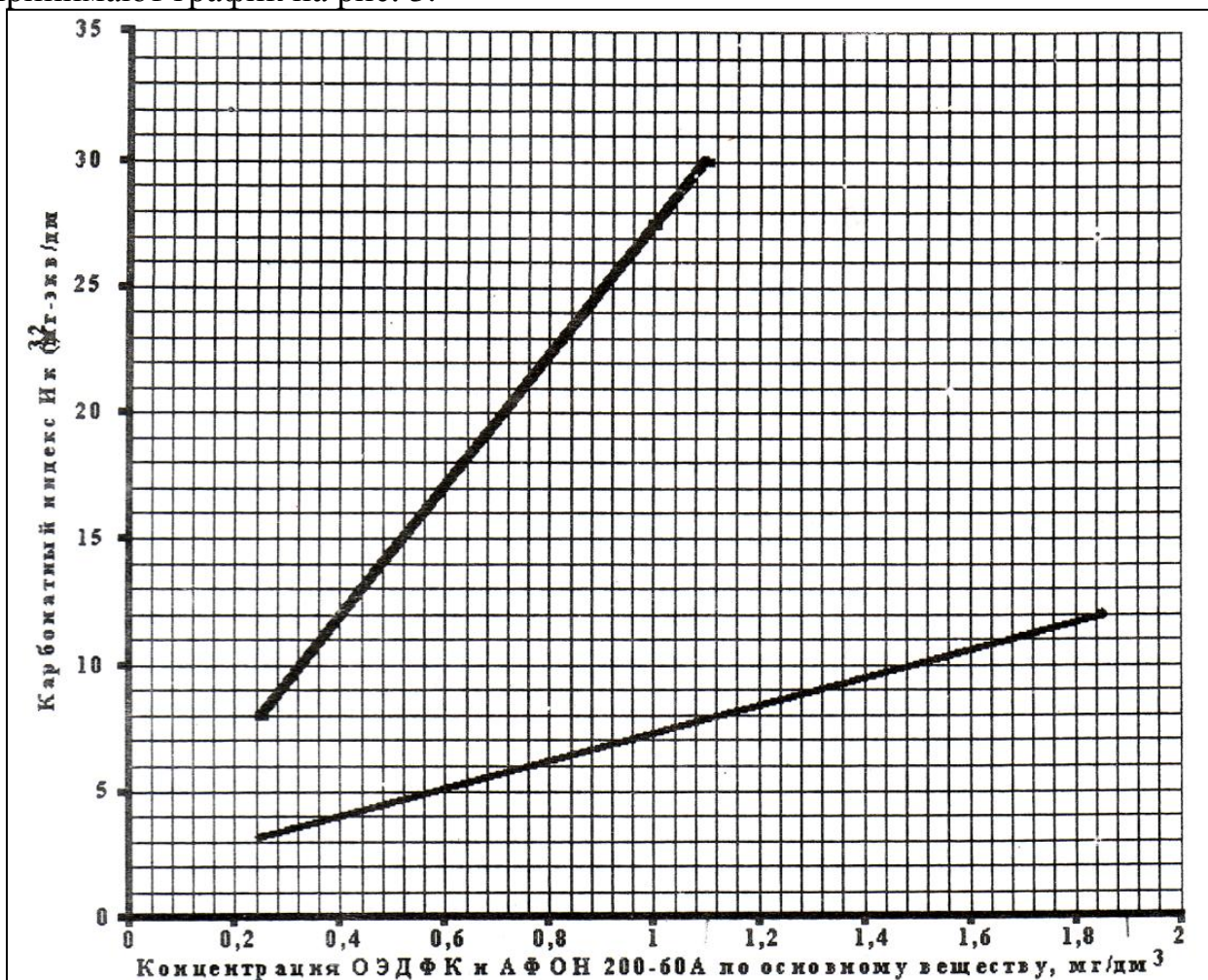


Рис. Область применения ОЭДФК, АФОН 200-60А и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», для систем теплоснабжения и ГВС при температуре 65-130<sup>0</sup>С и нагреве в сетевых подогревателях

Рис. 3. Один их «мертвых» графиков «Методических рекомендаций»

На рис. 4 читатель может видеть «живую» версию графика, помещенного на рис.4.

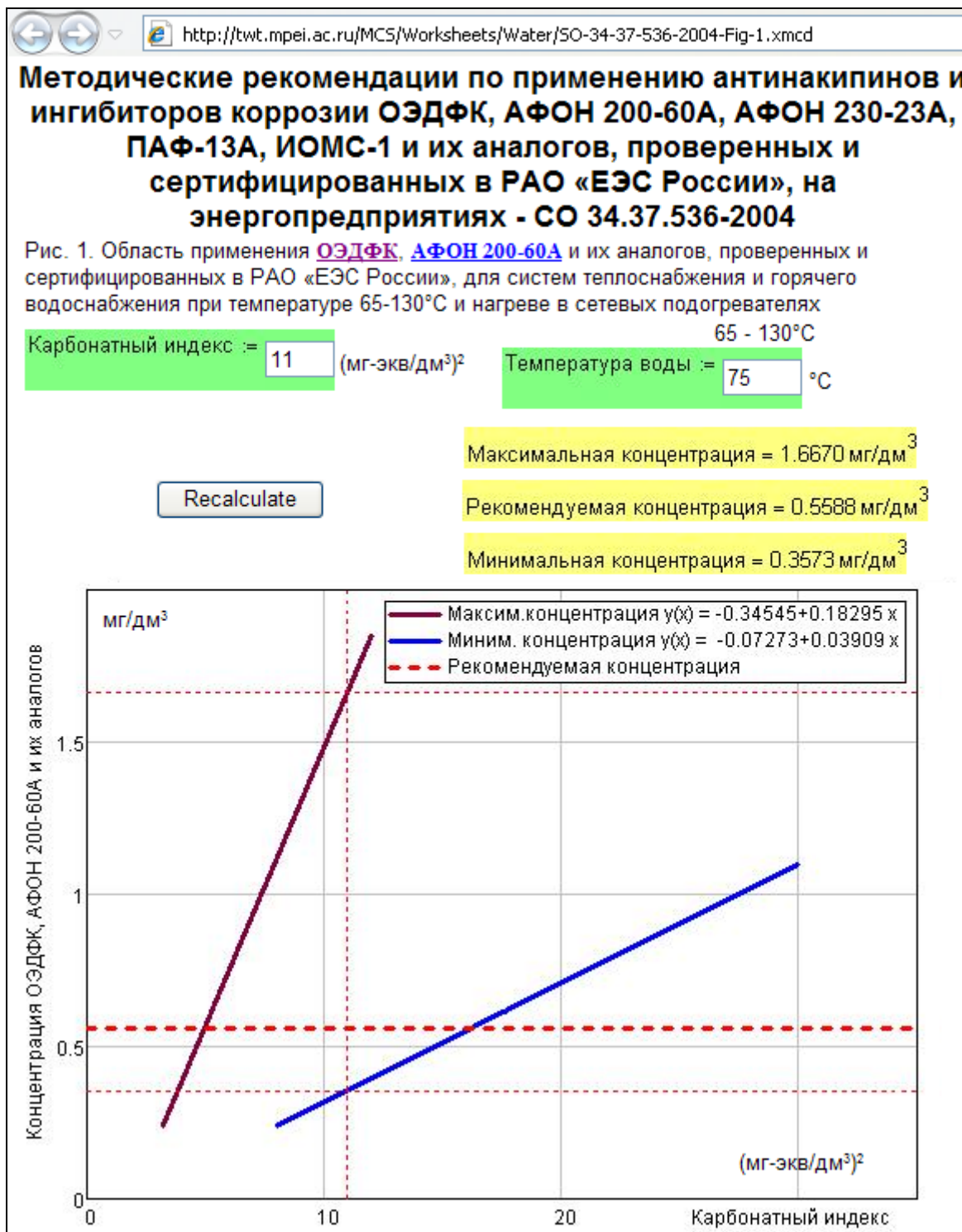


Рис. 4. Один из «живых» графиков методических указаний

Специалист, занимающийся проектированием, наладкой или эксплуатацией систем теплоснабжения и/или горячего водоснабжения<sup>5</sup>, может зайти на сайт, показанный на рис. 4, ввести исходные данные (карбонатный индекс и температуру воды), нажать на кнопку Recalculate (Пересчитать) и получить требуемое значение дозы реагента. Кроме того, с данного сайта по гиперссылкам можно перейти к самим «методическим

<sup>5</sup> А сейчас многие подобные специалисты имеют на рабочем столе персональный компьютер с выходом в Интернет. Если этого еще нет, то данная статья, надеемся, ускорит этот процесс компьютеризации и «интернетизации» труда инженерно-технических работников.

рекомендациям», к расшифровке терминов, использующихся в них, и к другим полезным материалам<sup>6</sup>.

Кроме графиков, в «Методических рекомендациях» приведены и различные методики расчетов. Они также «оживлены» на нашем сайте. На рис. 5 дан пример такого расчета, который позволяет быстро и легко получить требуемый результат по расчету расхода реагентов.

Раздел 4.3. Рекомендации по расчету расхода реагента для обработки воды

4.3.1. Массовый расход реагента по промышленному (товарному) продукту ( $G_1$ ) рассчитывается по формуле (1):

Необходимая доза реагента по основному веществу  $C := 3.5$  мг/дм<sup>3</sup>

Расход подпиточной воды  $D := 250$  м<sup>3</sup>/ч

Массовая доля основного вещества в промышленном продукте  $a := 78$  %

Recalculate

$G_1 := \frac{C \cdot D}{a} = 3.116 \times 10^{-4} \text{ кг/с} = 1.122 \text{ кг/ч}$  (1)

4.3.2. Объемный расход дозируемого раствора реагента ( $G_2$ ) рассчитывается по формуле (2):

Плотность дозируемого раствора реагента  $d := 1.2$  г/см<sup>3</sup>

$G_2 := \frac{G_1}{d} = 2.597 \times 10^{-7} \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 0.935 \frac{\text{дм}^3}{\text{ч}}$  (2)

Recalculate

4.3.3. При первичном вводе реагента в систему массовый расход товарного продукта для насыщения реагентом всей системы ( $G_{\text{зап}}$ ) определяется по формуле (3):

Объем воды в системе  $V := 500$  м<sup>3</sup>

$n :=$   Система, впервые пускаемая в эксплуатацию  
 Система, находящаяся в эксплуатации не менее двух лет

Recalculate

$G_{\text{зап}} := \frac{C \cdot V \cdot n}{a} = 4.487 \text{ кг}$  (3) где  $n = 2$

Рис. 5. «Живой» расчет из «методических рекомендаций» [1]

В настоящее время МЭИ совместно с ВТИ ведет работу по переизданию справочника химика-энергетика [4], но уже на новом информационно-издательском уровне. Планируется выпустить небольшую «бумажную» книгу, в которой будет описан объемный, непрерывно дополняющийся сайт Интернета с информацией, полезной для специалистов, занимающихся проектированием, наладкой и эксплуатацией водоподготовительного оборудования. Частичка этого сайта описана в данной статье и в других подобных статьях [5-7].

<sup>6</sup> Ссылок на сайты фирм, поставляющих отмеченные реагенты, на нашем сайте нет. Но читатель может их легко найти, обратившись к поисковику Интернета.

## Литература:

1. Очков В.Ф., Чудова Ю.В., Минаева Е.А. Облачные вычисления для химических цехов электростанций // Теплоэнергетика, № 7, 2009 г. С. 19-24 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/TE-7-2009/Cloud-Calc-Therm-Eng.pdf>).
2. Кондакова Г.Ю., Копылов А.С., Орлов К.А., Очков А.В., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. Справочное издание "Интернет-версия справочника Теплоэнергетика и теплотехника. Инструментальные средства создания и развития". Издательский дом МЭИ, 2007. 160 с. (<http://twf.mpei.ac.ru/ТТНБ/index.html>).
3. Копылов А.С., Очков В.Ф., Чудова Ю.В. Процессы и аппараты передовых технологий водоподготовки и их программированные расчеты - М.: Издательский дом МЭИ. 2009. 222 с.: ил. ([http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU\\_Book\\_New/index.html](http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/index.html)).
4. Справочник химика-энергетика. Под общ. редакцией С.М.Гурвича, в трех томах, М.: «Энергия», 1972.
5. Очков В.Ф., Макушин А.А., Чжо Ко Ко «Живые» расчеты, функции и расчетные процедуры по свойствам ионитов // Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение, № 11, 2010 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Opt-Filtr/R-H.html>).
6. Очков В.Ф., Кириллина А.В., Макушин А.А. Расчет водоподготовительных установок со ссылками на Интернет-функции // Водоочистка, Водоподготовка, Водоснабжение, № 6, 2011, С. 34-36 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/Opt-Filtr/web-R-H.html>).
7. Очков В.Ф., Лоскутова Т.М., Чжо Ко Ко Справочники-решебники по теплоэнергетике // Теплоэнергетика, №3, 2010 г., С. 65-69 (<http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/TE-3-2010>).