

# атомная СТРАТЕГИЯ

[www.proatom.ru](http://www.proatom.ru)

Октябрь 2024

# ХЖ

#215

## Не ломайте первую стенку!

Стр. 9







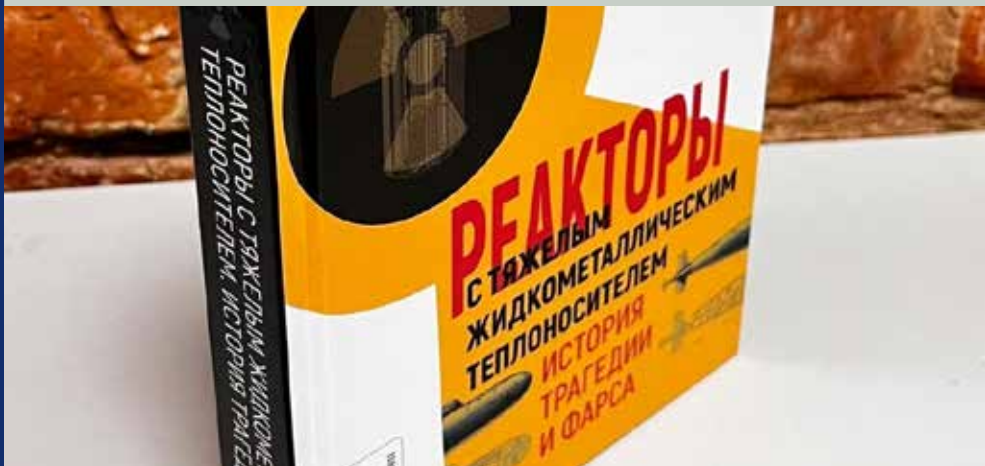
## Перспективы атомного машиностроения

стр. **3**

### «Реакторы с ТЖМТ»

Заключение и Постскриптум: последняя часть книги Б.И.Нигматулина и В.А.Пивоварова

стр. **13**



### ОТВС

должно храниться ещё 15-30 лет, и не рассыпаться на фрагменты

стр. **9**



**С.П. Щербаков**

### «Имею право на мнение»

стр. **20**



### Поэма о ледоколе-лидере мощностью 120 МВт

стр. **22**



### Васильевский Остров. Ностальгия

стр. **30**

## Содержание

Стратегия диверсификации для «большого железа» <b>Т.А. Девятова</b>	3
Проблемы первой стенки. <b>С.М. Брюхов (Дементий Башкиров)</b>	9
Реакторы с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем. <b>Б.И. Нигматулин, В.А. Пивоваров</b>	13
И снова Запорожской АЭС, атомной энергетике и главному. <b>С.П. Щербаков</b>	20
Сверхмощный атомоход-лидер. Каким ему быть? <b>Л.Г. Цой</b>	22
Дом, в котором мы живём. <b>Владимир Долгих</b>	24
Искусственный интеллект – опасности и проблемы. <b>Олег Фиговский</b>	26
ВО! ОСТРОВ. <b>Д.А. Тайц</b>	30



№ 215, октябрь 2024 г.  
Основан в Санкт-Петербурге в марте 2002 г.

Учредитель и Издатель  
ЗАО «ОВИЗО»  
Свидетельство о регистрации  
журнала «Атомная стратегия»:  
№ ПИ 2-6494 от 21.03.2003  
в Северо-Западном  
окружном межрегиональном  
территориальном управлении  
Министерства Российской  
Федерации по делам печати,  
телевидения и средств  
массовых коммуникаций (г. Санкт-Петербург)

Главный редактор – **Олег Двойников**.  
Редактор сайта [www.proatom.ru](http://www.proatom.ru) –  
**Людмила Селивановская**.  
Редактор – **Тамара Девятова**.  
Верстка – **Андрей Голубков**.

Почтовый адрес: 196070, Санкт-Петербург,  
а/я 127, АО «ОВИЗО»  
Тел.: +7(921)958-9004.  
E-mail: [info@proatom.ru](mailto:info@proatom.ru);  
[www.proatom.ru](http://www.proatom.ru)

Подписано в печать 23.12.2024 г.

За содержание, авторство (антиплагиат) публикуемых в журнале материалов (статьи, иллюстрации) ответственность несут авторы. Редакция предоставляет авторам возможность высказаться, однако не берет на себя ответственность за предоставленные материалы и имеет свое представление о проблемах, которые не всегда совпадают с мнением авторов. Редакция рукописи не возвращает и оставляет за собой право редактирования материалов.

**Распространение:**  
почтовая рассылка специалистам предприятий и организаций атомной отрасли, политикам, руководителям крупнейших предприятий и организаций энергетики, участникам выставок и конференций, подписчикам и рекламодателям.

Редакция благодарна авторам статей и рекламодателям за поддержку журнала «Атомная стратегия». При перепечатке ссылка на журнал «Атомная стратегия» и предприятие «ОВИЗО» обязательна. Журнал «Атомная стратегия» выходит с периодичностью 12 раз в год.

**Отдел рекламы:**  
тел. +7(921)958-9004. E-mail: [info@proatom.ru](mailto:info@proatom.ru)  
Стоимость подписки на один экземпляр с рассылкой в пределах России – 4800 рублей.

«Идея обложки: <https://dzen.ru/a/ZtB8c1V2yRgkQ9-4>



# Стратегия диверсификации для «большого железа»

*«Мы повсюду, где требуется что-то большое и железное»  
А.В. Никителов*

**Зам. гендиректора по машиностроению и промышленным решениям ГК «Росатом» Андрей Никителов: «Перед Машиностроительным дивизионом «Росатома» стоят амбициозные задачи по объему производства оборудования для атомной энергетики, нефтегазовой промышленности и развитию новых бизнесов. АЭМ заинтересован в расширении своего бизнеса в принципе» [1].**

С принятием в 2006 г. программы развития атомной энергетики России, предполагавшей ежегодный выпуск двух, а впоследствии трех блоков АЭС, стало понятно, что единственный изготовитель атомных реакторов в стране «Ижорские заводы» не сможет обеспечить необходимый объем поставок оборудования. Тогда и возникла идея создания машиностроительного дивизиона в контуре «Росатома» [2]. «Росатом» начал консолидировать активы атомного машиностроения на базе «Атомэнергомаша» (АЭМ), которые до этого находились за пределами атомной отрасли. «Нужно было обеспечить наличие мощностей, которые могли бы по конкурентоспособной цене производить уникальное длинноцикловое оборудование». Для создания конкуренции «Ижорским заводам» было налажено производство реакторного оборудования на «Петрозаводскмаше», приобретенном в 2011 г. До этого, в декабре 2010 г. Госкорпорация приобрела долю в краматорской «Энергомашспецстали», специализирующейся на производстве специальных крупногабаритных литых и кованных заготовок из специальных сталей.

На базе петербургского ЗАО «АЭМ-Технологии» в 2009 г. было начато формирование производственно-технологического комплекса для выпуска оборудования реакторной установки в полном объеме. В конце 2012 г. волгодонский завод «Атоммаш» стал производственным филиалом АО «Атомэнергомаш», создав возможность производить полный комплект оборудования ЯППУ для АЭС. Так был сформирован основной контур дивизиона» [3]. Сейчас АЭМ консолидировал практически все крупные активы атомного машиностроения в России. Завод «Петрозаводскмаш» в Карелии специализируется на выпуске главных циркуляционных насосов, трубных узлов ГЦТ, емкостей систем аварийного охлаждения и другого оборудования, завод «Атоммаш» в Волгодонске производит сложное оборудование для всех атомных строек в России и за рубежом.

Производство парогенераторов с «ЗиО-Подольск» было переведено на «Атоммаш», а его заместили выпуском реакторного оборудования для ледоколов, для тепловой энергетики, мусоросжигания. С 2013 г. «ЗиО-Подольск» стал поставлять корпусное оборудование для реакторов РИТМ. В итоге специализация распределилась следующим образом: главный конструктор АЭС – ОКБ «Гидропресс», заготовки для оборудования большой атомной энергетики – «Энергомашспецсталь», изготовление реакторной установки и всего связанного с ней оборудования – «Атоммаш» и «Петрозаводскмаш». «ЗиО-Подольск» специализировали на изготовлении всего крупногабаритного теплообменного оборудования для машзалов. Петербургское ЦКБМ осталось основным

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)



[Подписка на электронную версию](#)

# Проблемы первой стенки



С.М.Брюхов (Деметий Башкиров)

**К**огда дома были огромными, а деревья выше Солнца, наши отцы (начиная с 1942 года) создавали новые виды ядерного оружия. Одной из двух (основных) технологий создания ядерных материалов были атомные котлы (кипяtilьники воды) для производства Pu-239, другой — каскады разделения изотопов урана, для получения обогащенного U-235.

## История возникновения единицы измерения повреждающей нейтронной дозы.

В августе 1945 U-235 был в десятки-сотни раз дороже Pu-239. Производительность котлов составляла 25 бомб из плутония в год, а каскадов — 1 бомба в 3 года. На фоне тротильных производственных мощностей (миллионы тонн в год), эквивалент атомного оружия был кратно ниже (пол миллиона тонн тротила в год).

Со временем каскады усовершенствовались, к середине 1950-х вместо диффузионных мембран появились газовые центрифуги, и в ближайшее время уран-235 стал в десятки раз дешевле плутония-239. Годовое производство бомб из урана-235 стало исчисляться тысячами, а бомб из плутония-239 сотнями.

Из тонны природного урана Центрифуга позволяла получать до 3 килограмма урана-235, а Котел — 0,5 кг плутония. При примерно равном КПД взрыва ядерного боеприпаса, уран-235 использовал природный уран в 6 раз эффективнее.

Начиная с 1946 года Ферми начал создавать реакторы на быстрых нейтронах, для повышения эффективности природного урана до 10–60 кгPu/tU, но сразу столкнулся с проблемой первой стенки, и технологии БР до сих пор не существуют.

В середине 1950-х появилось термоядерное оружие, которое превращало в осколки деления 500–800 кг природного урана. С учетом КПД урана и плутония в ядерном заряде 10–20%, эффективность использования природного урана в термоядерном оружии выше в 10000 раз, соответственно производственные мощности оружейного термояда стали в тысячи раз больше производственных мощностей тротила.

Актуальность ядерного оружия из плутония-239 и урана-235 ушла на второй план.

Появление большого количества обогащенного урана-235, при огромной мощности производства термоядерного оружия, привело к созданию идеи использования

урана-235 для компактных реакторов для подводных лодок.

Но тут разработчики опять столкнулись с проблемой первой стенки.

## Масштабы проблемы повреждения оболочки необходимо как-то оценить

Проблема стала измеряться в единицах измерения нейтронного потока, который проходит через площадку сечением 1 квадратный сантиметр, который приводит к полному разрушению изделия, к потери прочностных характеристик, к невозможности дальнейшего использования, или потери газовой герметичности.

Интуитивно понятная единица измерения нейтронной дозы облучения материала, нейтрон/см<sup>2</sup>, долго использовалась для оценки нейтронной стойкости изделий для ядерного реактора и используется до сих пор.

С началом массового исследования реакторов на быстрых нейтронах в США и СССР (1960-), во Франции (1970-), появилось понимание, что быстрый нейтрон примерно на порядок-два опаснее теплового нейтрона. Тогда в единице измерения повреждающей нейтронной дозы появилась добавка энергии нейтрона. Например, «5E+21 n/sm<sup>2</sup> fast neutron», или «5E+23 n/sm<sup>2</sup> thermal neutron» давно означают неприемлемое повреждение оболочки твэл, быстро и теплового реактора соответственно.

К середине 1980-х Франция вышла на позиции «безумного лидера» в гонке БР. Реакторы Феникс (300 МВтэ) и Супер-Феникс (1300 МВтэ) являются рекордсменами технологий быстрых реакторов, и до сих пор никому не удалось приблизиться к рекордам французов.

Теория разрушения металлов под воздействием упругого столкновения с нейтронами появилась на много десятилетий позже создания первых быстрых реакторов. Эта теория появилась на обширном экспериментальном материале, накопленном опытом разрушения самого металлического урана, сплавов урана, материалов оболочек твэл, материалов внутрикорпусных конструкций реакторов.

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

# Реакторы с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем

Б.И. Нигматулин (Окончание, начало в №209, 210, 211, 212, 213, 214  
В.А. Пивоваров за апрель, май, июнь, июль, август, сентябрь 2024 г.)

## 7. Заключение

*Даже когда рот закрыт, вопрос остается открытым.  
Ст. Ежи Лец.*

Семьдесят лет (рекорд для книги Гинеса!) продолжают бесплодные попытки использовать тяжелый жидкометаллический теплоноситель в атомной энергетике под обещания «естественной безопасности» и уверения в том, что «уже накоплен большой опыт и этот теплоноситель можно считать освоенным». До абсолютного рекорда – столетнего юбилея осталось совсем немного. Создатели БРЕСТА и СВБР полны энтузиазма, их амбиции и аппетиты отнюдь не уменьшились.

По мнению Е.О. Адамова, проектное направление «Прорыв» по своей системе организации работ сравнимо с атомным проектом СССР. «Координационный совет возглавляет генеральный директор Госкорпорации «Росатом» Алексей Лихачев, а его первый заместитель Александр Локшин является куратором проекта. На основных предприятиях созданы Центры ответственности, объединяющие работающих по проекту специалистов. Мы сформировали четкую дорожную карту работ: от полномасштабных научных исследований, конструирования и производства оборудования до проектирования, строительства и ввода объектов ОДЭК в эксплуатацию» [184]. «У нас планы по «Прорыву» расписаны на 18 лет вперед» [176].

Возникает вопрос, как же так получилось, что за 30 лет «полномасштабных научных исследований», несмотря на уйму потраченных миллиардов, так и не удалось получить достоверные, статистически обоснованные данные о механических свойствах конструкционных материалов в свинце, провести длительные коррозионные испытания нагруженных образцов сталей и получить экспериментальные данные по теплообмену в пучке твэлов в свинцовом теплоносителе – без чего начинать проектирование реактора в XXI веке просто бессмысленно.

Как так вышло, что, несмотря на многочисленные Центры ответственности, в основу проекта был положен миф о «сплошной прочной диффузионно-непроницаемой защитной оксидной пленке», которая «исключает образование очагов жидкометаллической коррозии», давно опровергнутый и отечественными и зарубежными исследователями, развеянный еще 40 лет назад в учебнике В.В. Герасимова и А.С. Монахова [185]? В результате главная проблема реакторов с ТЖМТ – локальная жидкометаллическая коррозия, вообще не учитывается в проекте РУ БРЕСТ-ОД-300 (как, впрочем, и внутритвэльная язвенная коррозия).

О какой ответственности можно говорить, если разработчики проекта считают возможным начать сооружение энергоблока тепловой мощностью 700 МВт, не имея ресурсных испытаний ни для одного из ключевых элементов РУ – твэла, ТВС, РО СУЗ, ГЦНА, ПГ? При том, что стоимость сооружения составляет,

[Подписка на электронную версию](#)



[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)



[Подписка на электронную версию](#)



С.П. Щербаков

# И снова о Запорожской АЭС, атомной энергетике и главном

## От редакции ПРОАтом:

Автор статьи С.П.Щербаков прошел производственный и организаторский путь от оператора РЦ до начальника смены Кольской АЭС, управляющего делами и одновременно секретаря парткома Минатомэнерго СССР, директора НТЦ Центратомтехэнерго, заместителя Генерального директора Концерна Росэнергоатом, помощника начальника Госатомнадзора РФ, участника ЛПА на ЧАЭС. Автор выражает свою личную позицию относительно событий в Украине и будущего России.

**В** начале вторжения ВСУ в Курскую область 8 августа этого года на сайте [www.proatom.ru](http://www.proatom.ru) была опубликована моя статья с аналогичным названием, которая вызвала повышенный интерес среди «атомной» аудитории и привела к продолжению темы в виде еще одной статьи, увидевшей свет 20 августа. В связи с бурно происходящими событиями и в мире, и в театре военных действий хотел бы еще раз вернуться к этой теме.

В указанных статьях я попытался обосновать, что атомная энергетика, в силу своей глобальности не может быть вне политики, о чем нам вещают с высоких трибун, а также показать, что в условиях глобального противостояния с Западом, уже перешедшим в горячую фазу в виде СВО, АЭС и другие ядерно- и радиационно-опасные объекты могут быть подвергнуты ударам противника. Причем, наиболее вероятными целями могут стать энергоблоки с реакторами типа РБМК (Ленинградская, Курская и Смоленская АЭС), в силу конструктивных особенностей (отсутствие гермооболочки, одноконтурная схема, использование в качестве замедлителя графита и т.д.), желания противника нанести максимальный ущерб РФ и т.п. И действительно, с точки зрения военных для противника поражение РБМК, где в практически незащищенной активной зоне находятся сотни тонн урана с долгоживущими осколками деления и более чем тысячей тонн графита, способного при пожаре вынести все ядерное топливо высоко в атмосферу, представляет желанную цель. Последствием этого может стать заражение радиационными осадками территории размером в сотни тысяч квадратных километров, на расстояние также тысяч километров, сделав ее непригодной к проживанию и ведению хозяйственной деятельности, т.е. АЭС и, в первую очередь с РБМК, превратились в военное время из генерирующих мощностей, обеспечивающих электроэнергией регионы России (например, доля АЭС в энергобалансе ОЭС Центра более 40%) в угрозу национальной безопасности!

## Итоги публикаций

К сожалению, многие мои выводы и предложения в указанных выше статьях подтвердились и были реализованы (хотя бы частично):

- уже сейчас подтверждено, что одной из главных целей вторжения ВСУ в Курскую область был захват Курской АЭС, с последующим ядерным шантажом России и/или организацией взрыва и катастрофы на АЭС. Об этом свидетельствуют многочисленные показания военнопленных, сообщавших, что инструктировал их по захвату АЭС сам Сырский, говоривший, кстати, что операция согласована и поддержана За-

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

# Сверхмощный атомоход-лидер. Каким ему быть?

На международной выставке по судостроению в Санкт-Петербурге «Нева-2016» Крыловский государственный научный центр (КГНЦ) распространил проспект с информацией, что Центром совместно с входящим в его состав ЦКБ «Айсберг» разрабатывается технический проект 10510 ледокола-лидера мощностью 120 МВт.



Л.Г. Цой,  
инженер-кораблестроитель,  
д.т.н., профессор, Санкт-Петербург

В 2015 г. этими организациями в рамках реализации Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники на 2009–2016 годы» был разработан концептуальный проект атомного ледокола-лидера той же мощности, предназначенного для круглогодичного обслуживания Северного морского пути, обеспечения высокоширотных проводок перспективных крупнотоннажных судов. Более подробная информация о выполненных исследованиях и проектных проработках представлена в статье «Перспективы развития атомного ледокольного флота» [1].

Действительно, для обеспечения надежных круглогодичных транзитных проводок судов по СМП потребуются создание подобного сверхмощного ледокола. Ледокол-лидер должен венчать перспективный типоразмерный ряд отечественных ледоколов. ТЭО этого ледокола было выполнено ЦНИИМФом (ответственный исполнитель Л.Г. Цой) еще в 1980 г., в развитие которого ЦКБ «Айсберг» разработало в 1987 г. эскизный проект.

Учитывая результаты прошлых проработок и накопленный опыт эксплуатации и условия работы атомных ледоколов в Арктике, представляется полезным прокомментировать новую разработку нынешнего поколения корабелов.

## Ледовый класс, мощность и ледопробиваемость

Это замечание прежде всего адресуетя Российскому морскому регистру судоходства (РС). В проекте Крыловского центра указано (явно по недоразумению), что ледокол-лидер пр. 10510 будет иметь ледовый класс Icebreaker 9. Правда, согласно ныне действующим Правилам РС это высший российский ледовый класс для ледоколов. Его описание: «Icebreaker 9 – выполнение ледокольных операций: в арктических морях в зимне-весеннюю навигацию при толщине льда до 4,0 м и в летне-осеннюю навигацию – без ограничений. Способен продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле толщиной более 2,0 м. Суммарная мощность на гребных валах – не менее 48 МВт». Не трудно видеть, что этот ледовый класс соответствует атомным ледоколам типа «Арктика» первого поколения, для которых при эксплуатации в зимне-весеннюю навигацию установлено ограничение по толщине льда, равное 4,0 м. Следует упомянуть, что при издании новых российских Правил Регистра в 1999 г. для этого (высшего) ледокольного класса было установлено ограничение по ледопробиваемости, равное 2,5 м и указанной мощности, ориентируясь на данные л/к «Арктика». Вместе с тем, начиная с издания Правил 2005 г. вместо фразы «до 2,5 м» появилась фраза «более 2,0 м». Эта метаморфоза связана с тем, что нака-

нуне ЦНИИМФом по заказу Минтранса было выполнено ТЭО и разработан проект технического задания на проектирование атомного ледокола нового поколения типа ЛК-60Я для круглогодичной работы в Западном районе Арктики, ледопробиваемость которого должна составлять не менее 2,8–2,9 м. В ответ на запрос ЦНИИМФом о необходимости разработки еще одного более высокого класса

*Действительно, для надежных круглогодичных проводок судов по СМП требуется создание подобного ледокола. Ледокол-лидер – перспективный тип отечественных ледоколов.*

для арктических ледоколов РС, не мудрствуя лукаво, соответственно вышеизложенному «откорректировал» класс Icebreaker 9. (А как насчет ледовых усилений корпуса?). Понятно, что теперь в случае создания сверхмощного ледокола-лидера, предназначенного для неограниченной по ледовым условиям круглогодичной эксплуатации на всем протяжении Северного морского пути, должен быть разработан и выделен действительно высший

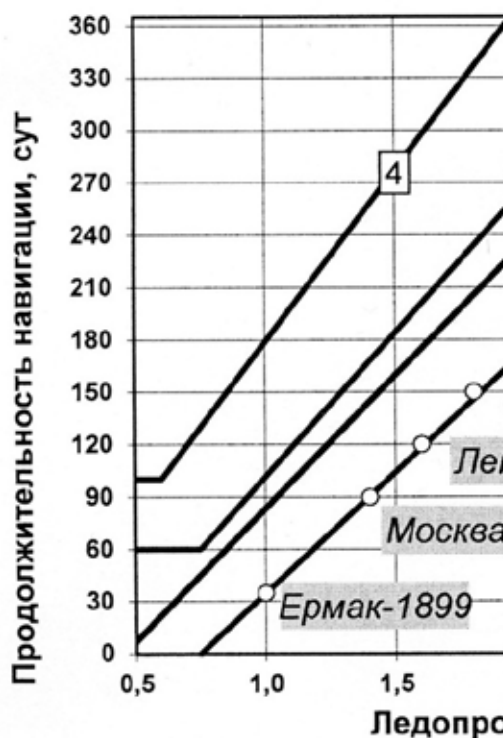


Рис.1. Зависимость продолжительности навигации ледоколов: 1 – транзитное плавание, 2 – в Западном районе Арктики, 3 – в западной части Баренцева моря (Печорское море) [график]

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)





Владимир Долгих,  
ветеран атомной энергетики  
и промышленности, журналист

# Дом, в котором мы живём

**П**роблемы сточных вод Северска сегодня хорошо известны. И в самом городе, и в области и даже на федеральном уровне. Но решать их власти явно не торопятся. Очистные сооружения «заколючья», возведённые ещё в середине прошлого века, отличались своеобразной схемой работы. Городские нечистоты после «отстоя» сливались в рукотворное «озеро надежды» под названием ВХ — 1, входящим в комплекс Сибхимкомбината.

## Наследие Берии

По словам бывшего генерального директора СХК Владимира Короткевича, его основным назначением в технологическом цикле комбината являлась выдержка сточных вод в течение 6–8 часов с целью распада короткоживущих радионуклидов.

Там они смешивались со сливами, поступающими с предприятия, отстаивались и самотёком поступали в Томь. Простота схемы во многом соседствовала и с ещё одним принципом под названием «дешево, но сердито». Потому как вдобавок ко всему ещё и не предполагала очистки от всевозможных бактерий, которые ютились в поступающих из города водах, надо понимать, в невообразимом количестве. Думали, очистки механической, с решётками, задерживающими потоки каловых масс, бассейнами, где они затем оседали и ещё много чем, будет вполне достаточно.

Шли годы, но технология, применяемые на Северском водоканале словно застыли во времени. Что любопытно, отсутствие биологической очистки нечистот из «заколючья» мало кого волновало из так называемых контролирующих структур. Хотя, согласитесь, всевозможных ведомств, государственных и общественных, включая ту же прокуратуру, заботящихся о чистоте нашей природы, хоть пруд пруди.

Казалось бы, время обратить внимание на весьма пагубную систему наконец — то прошло лет пятнадцать назад. Тогда, кто помнит, остановился последний реактор 45 объекта, нарабатывающий оружейный плутоний. Соответственно, поток воды в «озеро надежды» от СХК заметно иссяк. «Разводить» городское дерьмо в прежних пропорциях уже не получалось. Если в прежние времена его доля в водоёме составляла всего 15%, то в новых условиях она выросла более чем в 3 раза. Не надо быть семи пядей во лбу, чтобы не понять, насколько комфортнее теперь стал чувствовать себя весь бактериологический ряд, кишасший в нашем замечательном водоёме. К сожалению, этих самых «пядей» так и не хватило всевозможному начальству для понимания остроты ситуации. И не только северскому. «Набат тревоги», в который было затеяли бить общественники, быстро утих в грохоте сановных обещаний, а порой и в открытых нападка на осмелившихся поднять голос. Ну, а что народ? А как обычно. Он безмолвствовал.

## «Озеро надежды», всё как есть прими

Хотя, справедливости ради, не заметить у северской власти попыток приступить, как любят сегодня говорить, к модернизации очистных сооружений, было бы несправедливо. Сказывают, вместе с нынешним «подходцем» таких насчитывалось ровно четыре. Вот только заканчивались они ранее всё

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

# Искусственный интеллект — опасности и проблемы

Некоторые ученые беспокоятся, что искусственный интеллект не поможет победить гендерное неравенство и сделает бедных еще беднее. Кроме того, они опасаются последствий, таких же катастрофических, как после аварии на атомной станции «Фукусима». Применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) может привести к росту бедности, подтолкнет финансовый кризис, или станет причиной экологических проблем или появления биологического оружия. С другой стороны, они же помогут отыскать лекарства против тяжелых болезней, изобрести новейшие батареи и отказаться от ископаемого топлива.

Об угрозах ИИ, а также о его положительных сторонах, поговорили ученые, политики и активисты на AI for Science Forum в Лондоне. О выводах и предположениях, которые там прозвучали, [рассказали](#) на портале The Guardian.

## Искусственный интеллект — какие опасности и проблемы

Исследователь рака из Колумбийского университета Сиддхартха Мукерджи ожидает опасных последствий применения технологий искусственного интеллекта и сравнил их с событиями на японской ядерной станции «Фукусима», на которой произошел радиоактивный выброс после цунами.

«Я считаю, что почти неизбежно, по крайней мере при моей жизни, будет какая-то версия Фукусимы искусственного интеллекта», — заявил ученый.

Между тем другие ученые уточнили, почему следует пока остерегаться ИИ.

Во-первых, для людей выводы искусственного интеллекта — это «черные ящики», поскольку не ясно, каким образом программа получает тот или иной вывод. Впрочем, ближайшие пять лет, есть надежда, с этой проблемой справятся и будет понятен «ход мыслей».

«Я думаю, что за следующие пять лет мы выйдем из эпохи черных ящиков, в которой сейчас находимся», — отметил Демис Хассабис, исполнительный директор Google DeepMind.

Во-вторых, работа компьютеров, на которых работает ИИ, требует огромных объемов электроэнергии. Например, обучение речевой модели ChatGPT от OpenAI требует 10 ГВт-ч — этого бы хватило на год тысячи домов в США. С другой стороны, технологии могут сделать открытия и решить часть проблем, которые сами же породили: например, создать новые или усовершенствовать существующие батареи, сверхпроводники, ядерный синтез.

В-третьих, использование ИИ не направлено на достижение целей устойчивого развития (бедность, голод, благополучие, образование, гендерное равенство и т.д.), зато

сосредоточено на новых источниках энергии, хотя это не главное, отметила Асмерет Асефо Берхе из Управления науки Министерства энергетики США.

«Компании искусственного интеллекта, которые работают в этом пространстве, много инвестируют в возобновляемые источники энергии, и, надеюсь, это ускорит отход от ископаемого топлива. Но достаточно ли этого?» — сказала она.

## Положительные направления применения ИИ

Впрочем, на конференции были исследователи, которые показали полезные направления применения ИИ:

- программа, которая предусматривает структуры и взаимодействия белков и используется для разработки лекарств — на это уйдут месяцы и недели, а не годы;

*Применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) может привести к росту бедности, подтолкнуть финансовый кризис, или стать причиной экологических проблем или появления биологического оружия.*

- инструмент редактирования генов Crispr;
- создание безметановой коровы путем редактирования микробов в кишечнике животного.

Отметим, издание New Atlas рассказало о различных путях, которыми начинают двигаться ИИ и человек. Как выяснилось, до недавнего времени модели искусственного интеллекта учились на имеющейся информации и получали от ученых обратную связь. Однако новая модель OpenAI o1 теперь имеет специальное время «на размышления» и может генерировать выводы без влияния извне.

Одна из проблем, связанных с прогно-



Олег Фиговский

оказать значительное влияние на функционирование вооруженных сил. Беспокойство по поводу военных систем ИИ заставило некоторых активистов призывать к запрету или регулированию систем вооружения с использованием ИИ.

Тем не менее, ИИ обладает рядом характеристик, которые затрудняют контроль над ним. Будучи технологией общего назначения, ИИ подобен электричеству или двигателю внутреннего сгорания и имеет бесчисленное множество невоенных и оборонных применений. Он отличается от некоторых военных технологий тем, что разрабатывается преимущественно в гражданском секторе инженерами в частной промышленности или в исследовательских организациях. Хотя широкое распространение ИИ делает маловероятным полный запрет на все военные применения

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)

[Подписка на электронную версию](#)



[Подписка на электронную версию](#)



Д.А. Тайц

## ВО! ОСТРОВ

Василеостровитянке «Третьего Поколения» – Надежде Тайц

*«Незнакомец, оказался на скользком тротуаре Васильевского Острова». Андрей Белый. «Петербург»*

**Многие писали о мистике Санкт-Петербурга. Об его гипнотическом свойстве наводить на обитателей тень помрачения (и не только легкую). Именно здесь мы встречаемся с тем редким случаем, когда обычно мрачные, а в лучших случаях трагикомические события, связанные с Градом Петра, воплощаются в художественные образы. Великие мастера видят и предсказывают, обыватели – предчувствуют...**

**В**асильевский Остров. Размеченное рукою Петра, и тем более воссозданное по прямому его желанию, всегда имело особое свойство и силу порождения петербургской мистики. «Размеченное Рукою» – здесь не яркий афоризм, а банальная констатация реального акта конкретного чертежника (без кавычек), лично поймавшего каплю голландской туши немецким рейсфедером и начертавшего 27 параллельных на Теле ВО. Поскольку сердцеподобный Остров, будучи охваченным двумя рукавами Невы (или «Нев», большой – «Малой» и еще большей – «Большой»). Объемом двумя «Рукавами» бесспорно стало «корпусом» Града.

Андрей Белый, в своей знаменитой книге: «Только здесь на Васильевском Острове меж домов вижу голую линию самого Петра. Линии! Только в вас осталась память петровского Петербурга. Параллельные на болотах...». Гоголь начал писать повесть «Страшная Рука» об «Окне на чердаке каменного дома на Васильевском острове в 16 линии...». Другое его произведение «Фонарь умирал» начато так: «Фонарь умирал на одной из дальних линий Васильевского Острова. Как страшно, когда каменный тротуар прерывается...». Каменный тротуар... Смею утверждать, возможно я один, обративший внимание (и расшифровавший!) взятый эпиграфом кусочек из «Петербурга» Андрея Белого: «скользкий тротуар Васильевского острова». Скользкий...? Дело в том, что вдоль линий, например, 12–13, от Большой Невы до реки Смоленки с середины 19 века, тротуары выкладывали плитами известняка (приблизительно 60x60 см.). Отполированные миллионами прошедших по ним ног, они были чрезвычайно скользкими, особенно для подкованного сапога. В дождь, сырую погоду,

(о, как часто!) – костеломный полигон. Учителя школы № 10, на 13 линии, где я учился, выводили нас на эти скользкие плиты, дабы показать следы древних растений и животных, ярко проявлявшихся на мокрой поверхности.

ВО. уникален. Его регулярная ортогональная решетка Проспектов и Линий образует геометрически правильную систему гигантских (100x400м.) прямоугольных ячеек, застроенных дворовых пространств, в каждом из которых десятилетиями, если не столетиями, сформировалась общность: «СВОИ». (Послевоенное хулиганье, сбито в стаи, и не только одних подростков. Войны «двор на двор»...). Я уверен, даже климатические проявления на ВО заметно отличаются от других районов града, распластанного «на топи блат».

Позволю себе страшную ересь! Взгляните на карту. По сути, и духу СПб не портовый город, каковой мы воспринимаем классикой, имея в виду Мурманск, Марсель, Севастополь... Да, дух столицы, еще не вытравлен, хотя столица ушла. Порт как бы при городе, но не в «городе». Специфическая портовая аура не прижилась, когда узость громады моря – «Залив» и его флотская клиентура должны были бы видеться каждому гуляющему по Невскому или 6-й линии и всплывать в сознании, когда ложишься спать. (Как это естественно, скажем, для прохожего Дерибасовской). Город не при порте, а порт при городе. Это Город. Его «портовость» заодно. Его космополитическая культурная научно-промышленная аура почти никак не выпячивает его портовую функцию. Кораблик на шпигеле Адмиралтейства – символ военного флота, но не торговой гавани. (Адмиралы, рынками не командуют). Но Порт существует и даже портовый городок размерами с иной полноценный город.

«Васильевский Остров». Остров, что немало важно! Остров (трижды произнесу это слово!) самим Богом предназначен быть портом. Остров Васильевский – «Портовый Город». Морским (океанским!) кораблям нет смысла заходить в СПб, хотя Нева могла бы это позволить. Крупные военные корабли показывают, что такое возможно. Как так? Строго говоря, Нева – не река. Это водоток естественного происхождения. Проток, формирующий подобно реке классическую дельту своими глубоководными рукавами. Он не побирается, хотя и не гнушается речушками и ручейками, чтобы быть похожим на реку, пригодную для перегонки плоскодонных барж и соревновавшихся гребцов. Геологи предполагают, что «Проток» «Нева» создан катастрофической бурей, результатом землетрясения (случившегося

примерно тогда, когда Платон купил сад у генерала Академа (отсюда «Академия»). Он, как и положено Протоку, объединяет два резервуара воды: Мировой Океан и троицу глубоководных пресноводных «морей», пусть и названных озерами (Ладога, Ижора, Ильмень). (Позволяем же мы себе называть «морем», в отличие от Ладоги, гипертрофированное соленое мелководье на «иждивении» Волги в Астрахани, начисто лишенное связи с Мировым океаном!).

Вернемся к прекрасному Имени «Великого Протока», псевдониму перелива из Ладоги в Финский, нареченного «Невой!» «В каком-то смысле «Васильевский» – «остров», то ли «Ладожского», то ли «Финского Залива». Петербург не имеет морской набережной, хотя, «ограниченных» берегов больше, чем в любом портовом городе мира. Морская Набережная только на западе Васильевского Острова. Вспомните в контуры этого самого крупного Острова! «Васильевский» и «Петровский» – гигантские «камбалы», валетом уложенные в дельте Невы. Васильевский, могучим лбом обращен к Западу. Найдите карту подробнее и кроме Васильевского вы не обнаружите ни одного благоприятного взгляду, структурно очерченного выхода к открытому простору Залива с удобным берегом, системой дорог, очерченных фасадов, обращенных к воде, тем более, пляжей, или просто береговой линии! Не ясно даже (для неопытного глаза) есть ли вообще выход к морю у Петербурга, кроме хаоса технических, серых нагромождений. («Вольный», «Канонерский», «Гутуевский», «Морской Канал»... Доки, пакугазы, ремонтные зоны, ограждения..., мешанина бетона, железных конструкций, без всякого намека на береговую природную зону). Для мальчишек 40-х существовал только один, хоть и болотистый, но священный берег... Одна только дорога, один путь к морю: через Смоленское Кладбище по береговому топяк реки Смоленки (где, в конце 44-го можно было наткнуться на еще не захороненных). Устремленные к «Морю» проспекты: «Большой», «Средний», «Малый» на подходе к Заливу перегорожены несусветным хаосом строений: временки, заборы и горы обломков. Сорванцы, (почти все лишены отцов, апрель 1944) «срывались» с уроков, чтобы добежать до топкого берега Финского Залива). ...

И, можно отдать должное скромности жителей города. Они никогда не называли Залив морем. Даже когда направлялись на пляжи в «Рауту» или «Териоки». И, если отдыхали, то не на море, а на... «Заливе».

По характеру речи, по характерному оканью, да и не только, можно выделить жителя

Петербурга и, возможно, район его проживания. Пушкин. Гоголь, Достоевский, Писемский, Некрасов, Блок, Белый, Мережковский, Набоков, Бунин... вдохновлялись этим в творчестве... «Гений Места». Где-то читал (Белый (?), что в речи «ВО»стровитянина» еле заметен легкий «немецкий акцент»).

Я безоговорочно убежден в истинности специфического воздействия не просто Петербургской, «Василеостровской физики», замеченные нашими гениями, открывшими сотворенную здесь особую личность «петербуржца». Более того, беру смелость полагать, что можно выделить специфику Петербургского типа личности, даже с учетом района, в котором она появилась и созрела. И это несомненная истина, по крайней мере, для «ОСТРОВИТАН». Что мне мешает думать, что именно оттенки типа речи «васильевских островитян» можно найти у Гоголя, Белого, Пушкина, Достоевского и пр. Да, хочется думать, что именно ВО – «чистый», «канонический» Петербург! Ибо, как это документировано, на это место освоения вселюдно положил свою Длань Основатель. Именно «ВАСИЛЬЕВСКИЙ ОСТРОВ» «расположил» на себе первую обсерваторию и Европейский телескоп, и «узаконил» в России существование на Солнце пятен. Российская Академия Наук, «Университет», Академия художеств – это «Васильевский Остров».

Десятки тысяч пудов европейских строительных материалов, мрамора, мебели, тканей, посуды, вин, предметов роскоши и искусства, попадавшие в дворцы и усадьбы по всей России, почти до конца 19-го века доставлялись морем, и все это принималось, распределялось и отправлялось в глубины России с ВО. И любой помещик европейской глубинки России мог подтвердить, что заметное, ценное и весомое его имущества и вино поступило с «Васькиного» Острова». (Как, например, эмигрант в глубинке Америки может утверждать, что он явился из Гарлема, а не из Нью-Йорка). «Василиостровец», он же ПИТЕРБУРГЖЕЦ. Вообще, в языке понятие «островитянин» имеет оттенок некоей благородной инаковости. «В.О.», в ответ на вопрос «Где проживаете или откуда прибыли», кажется, вносит этот еле заметный оттенок глубинной особости. Не знаю, можно ли это достоверно утверждать, но, по крайней мере, в 40–50-тые в общении это имело значение. «Василеостровский», непроизвольное, еле заметное повышение оценки «ранга». Можно ли это обосновать только особенностями конкретных мест? Для Васильевского такое геофизическое основание напрашивается. «Остров», своей западной частью открытый



простору Финского Залива, и прямолинейными, идущими с запада на восток проспектами (Большой, Средний, Малый), — идеальные ветроприемники и воздухопроводы ничем не сдерживаемых западных ветров. Каменные «русла» проспектов — «диафрагмы завихрители» линий, источники полифонии завываний, не всегда слышимых, и тем коварнее в своем инфразвуковом исполнении.

Наводнения. Тревога, для тех, кто видел подъем воды и подтопленный тротуар, как и тот, «скользящий», уже не забывается. Рожденные и живущие на Васильевском чаще, чем другие жители Города обязательно, когда-нибудь останавливались и, опершись на парапет, задумчиво всматривались в шевелящиеся живые глыбы льда на Неве, мощно и с достоинством устремленные на запад в Залив, чтобы там окончить свое существование. На эти кинетические изменчивые формы можно смотреть, как и на огонь, не отрываясь. Правами, а точнее возможностью на такое медитативное упражнение, жители ВО наделены в большей степени, чем другие Петербуржцы не «подшитые» «островностью». Ежегодная глубинная впечатляющая, слышимая и видимая картина сдвигающихся глыб весеннего ледохода, не может не оставить след на характере коренного Василеостровитянина. Кто провел свое детство в 40–50-х во дворах между Набережной «Большим», «Средним» и «Малым», знает, что весной, ближе к вечеру, в основном безотцовые стаи вываливались на набережную (тут светлее) и продолжали свою жизнь допоздна, а то и за полночь. Мало кто помнит, тем более знает, что в середине сороковых набережная Васильевского вокруг «Крузенштерна» была местом сбора «шпаны» всех районов. С конца 45 и весь 46 «Набка» (наб. Лейтенанта Шмидта) была завалена германским трофейным заводским оборудованием.

Мы, школьники «десятой», часами рылись в поисках интересных деталей. И находили! Так или иначе, заваленный техникой (не покоряемой!) хаотический пейзаж ежедневно срастался с фантастическим элегантно-пейзажем мостов, стен с еще не замаскированными маскирующими полосами, бликующих окон с кое-где не отскобленным Х. Обезображенных краской куполов, вправленных в нескончаемое, почти круглосуточное дление позднего весеннего дня-ночи. Здесь надо сказать, о совершенно особой «физиологической» особенности ленинградцев, конечно, проявляемой как факт статистический. Жители, включая детей, начиная примерно с конца марта, сами не замечая, все позже и позже укладываются в постель. Сияет Солнце! Его не видели полгода (не преувеличение!). И вот с Запада, над чистыми поверхностями обоих «Нев» вечернего неба нет. Звезд почти не видно. Месяц слабый и невзрачный. Нет и Сна. Вспомните Пушкина! Подчиняясь природе, а не регламенту, родители, бабушки, няньки гуляют даже с маленькими детьми до захода Солнца, до 11, а то и позже.

Дети это требуют. Не уложить. А, может так и надо? Но даже тогда, когда светило под косым углом уходит под горизонт в устье Невы, является чудо: практически половину светлой, беззвездной ночи набережную продолжает освещать Солнце из под ширмы горизонта, отраженное от купола Исакия, Иглы Адмиралтейства, Петропавловского Шпиля. И даже от окон верхних этажей Английской Набережной! Это истинное чудо «Архипелага САНКТ-ПЕТЕРБУРГ» не ведомо остальной России. СОЛНЦЕ, ОТРАЖЕННОЕ КОРАБЛИКОМ НА ШПИЛЕ АДМИРАЛТЕЙСТВА, НЕ ЗАХОДИТ! 24 часа. Зато Петербуржцы-Ленинградцы лишены счастья видеть «хорошее» яркое звездное небо. В летние дни оно слишком бледно — осенняя, весенняя непогода, зимняя мгла... Даже Луну как следует не рассмотришь.

Но была и «ложка дегтя» — жители Васильевского Острова подобно обитателям Чистилища Дантовского Ада обречены были в одно и то же время претерпевать неизбежную кару, возможно, как искупление за греховное счастье проживать на ВО. Это пытка ревом заводских гудков. Ровно в 6 утра Васильевский покрывался невообразимо мощной какофонией заводских сирен всех доступных и недоступных уху частот. От визга до паровозного баса. Звук шел от всех берегов всех «Нев», всех машиностроительных заводов, даже малюток, там, где ждали рабочий класс. Никакие двойные стекла любого этажа не спасали от истошных стонов и завываний... Полкилометровые продольные решетки линий были грандиозным инструментом усиления. Пытку отменили в 50-х.

А вот еще. До конца пятидесятых, по крайней мере до 60-х, иногда, летом — грохот телеги (бульжник), цоканье копыт. И, почему-то особенно похоронных к Смоленскому (Немецкому) кладбищам.

Возобновленный в 1957 выстрел гаубицы, хорошо слышен и зимой, и только на ВО красиво стрекочущее играющее эхо, разыгранное отражением стенами линий. Серьезные люди стреляли. Например, в одном из дней 2011 на Нарышкин Бастион взорвал Главком ВМС США Адмирал Рафхед и представьте... «бахнул». Таки дали... Голубей тогда не было, но вороны взлетали.

Мы начали эту заметку о мистике белых ночей. Специфической ее формы, именно на «Васькином». Это влияние белых ночей, как мне кажется, сказалось и на авторе этих строк, который родился в начале 1935 в доме 30 на 13 линии. Как и все дети с 3–4-х, наверно, лет гулял допоздна с бабушкой или няней по набережной, навертывая недополученный зимой свет и воздух. Тогда же, увидев на Неве лодку с гребцами, поверил, что существую на самом деле маленькие человечки. Лихорадочно рассматривал Ленинградское небо, картинку на блеклой Луне и явственно обнаруживал на ней «лик», искал на небе медведя. Очень расстраивался, когда ничего не видел. Когда переехали на Урал в 40 году

на каменистом берегу Исеты узнал настоящее Небо и поразился его красотой. Яркие звезды, четкие созвездия, потрясающий Месяц. Решил стать астрономом. Однако, вернувшись снова в Ленинград на свою 13-ю линию, мог наслаждаться куполом Исаакия, шпилями Петропавловской, Адмиралтейства. Два шага и... Простор Набережной... От «Растральной Маяковой Стрелки» — «Устье» с Дворцовым Мостом, «Академии» и «Сфинксовом» центром тяжести. И так, вплоть до «Горного». (Именно сюда, очень хороший Поэт желал прийти — умирать!). Под старость, казалось, лишился этого счастья ежедневного десятиминутного неспешного шага, чтобы видеть эти Шпили и Купола. Но произошло Чудо! Морок «Гения Петербурга» решил поиздеваться и проверить преданного ему всей душой почитателя, на слав испытание переселением из родного ВО в землю... приписанные Петром убиенному Им сыну Алексею.

Купчино. Кондово купеческое провинциальное звучанье, никак не умеряемое именами европейских столиц вставленных в таблички его улиц. Однако, вполне, по нашим меркам, приличный район. Благоустройство, может, даже лучше иных, носящих более благозвучные наименования.

Но когда-то я покинул любимый свой «ВО». От Софийской улицы, куда забросил испытующий меня «Гений Места», до Петропавловского шпиля 12 км. Но в прямом смысле этого слова произошло чудо! Провидение сжалилось и вознаградило, позволив в любое время, ежечасно, не выходя из дома (с учетом погоды!) видеть то, что не было возможности видеть из окна даже на ВО! (окна с балконами на «СевероЗапад» и «ЮгоВосток»). Поверх крыш далеких домов вдоль Софийской явственно просматривались: Шпиль «Петропавловской Крепости» и «Инженерного Замка», Купол «Армянской Церкви» на Невском, «Башня Думы» с «Телеграфной Мачтой», Купола церквей Волковской Кладбища!

По жизни мне повезло на Питерскую панораму из окон квартир. Так случилось, что раньше, до моей «зрительной ложи» в Купчино, был «наблюдательный пост» с балкона 6-го этажа на «Театральной 8», с видом на купол с «верхней колоннадой «Исаакия», «Консерваторию», «Львиный мостик», изгиб «Канала Грибоедова», дом где Раскольников убивал «Старушку». А еще раньше довелось жить на Ланском шоссе (пр. Смирнова 9-й этаж). Там только вершины куц деревьев летом закрывали место смертельной дуэли Пушкина.

С детства мечтал о телескопе. Школьником пытался шлифовать линзы из брака ЛОМО (кружки при Д. К. Кирова). В 75 г. приобрел рефрактор («галилеевский» Д80мм, Ф800мм), в 2005 китайский рефлектор («ньютонский» Д114, Ф1000.) Экваториальные штативы. Первый хорош и для Солнца, пятна (спец оснащение!), Луна (первая четверть). Второй: Венера (серп), Юпитер, Сатурн, Луна, туман-

ность Андромеды... Но небо! «Белые Ночи» или Северное сияние. Наше Ленинградское небо не очень-то снисходительно звездолобам, даже с телескопами — всего-то около 70 ночей в году чистое небо.

Но все же вернемся в Купчино. Порази-тельно! Я вознагражден... В моем захолустье шпиль Петропавловской Крепости и его золотого Ангела дано созерцать легко, когда захочу. Однако, с позволения Погоды. С 14-тикратным биноклем или с двухсоткратным (!) «Рефлектором». В ясную ветреную погоду наблюдение за живыми неспешными разворотами Крыльев Ангела — наслаждение. Тут же, рядом, темно-синий купол армянской церкви, Башня Думы (ратуши) с венчающим ее четким рисунком мачты телеграфа и, неожиданно (!), башня Инженерного Замка и его Шпиль с Крепостом. Это все в направлении Северо-Запад.

*А белой ночью, как нелепость,  
Забывши день, всю ночь без сна  
На «Петропавловскую крепость»  
Глядеть из темного окна.*

*(Это «Серебряный Век» напоминал  
о себе из Берлина и Парижа в 1921 году  
словами Николая Агнiewiczе.)*

Но Петербург с его розыгрышами и наваждениями остается верен себе даже в Купчино... Его Морок обязательно должен разыграть, может быть, высмеять даже ему преданных. Хвастаясь друзьям своим телескопическим шоу, и, даже отмечая это иногда звоном маломой посуды, сожалел, что не дано видеть шпиль и кораблик Адмиралтейства. Но, однажды, вдруг, направив на Юго-Восток 14-кратный полевой бинокль (обычно я смотрю на Северо-Запад), в узком, очень узком проеме домов, отдаленных на полтора километра, сквозь голые зимние деревья, я обнаруживаю ротонду-колоннаду и шпиль Адмиралтейства, с еле видимым корабликом. Просвет, щель между домами столь узкая, что из соседнего углового окна комнаты этого уже и не видно. Именно этим я объяснил себе, почему за 25 лет Адмиралтейство не обнаруживалось. Оснастил линзами Барлоу короткофокусный окуляр рефлектора и 300-кратном увеличении... Радость! Устроил банкет. Шампанское. Закуска. Мой зять, и притом друг, интеллектуал, допив вино, которое сам принес, по завершении банкета, даже не взяв бинокля, тихим голосом уточнил. «Это не Адмиралтейство, которое в 20 км и заслонено, а «шпиль с флюгером бывшей шашлычной на Московском д. 190...».

Когда я пришел в сознание, вспомнилась изумительная цитата из «Острова Пингвинов». «В тот день св. Маэль сел на берегу океана на камень и почувствовал, что камень горяч. Он решил, что это от Солнца и возблагодарил Создателя, не подразумевая, что здесь только что сидел дьявол...».

Только в Петрограде «шашлычный шампур» может быть принят за шпиль Адмиралтейства. И даже в этом колоссальное счастье быть ПЕТЕРБУРГЦЕМ.







# События, анонсы, прогнозы, скандалы, комментарии

в электронном интерактивном еженедельнике

# АТОМWEEK



Еженедельно **100** важнейших событий атомной отрасли на **7-12** страницах AtomWeek. **48** выпусков в год. Распространяется по электронной почте в формате PDF

