

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение  
«Лицей № 46»  
Петропавловск-Камчатского городского округа

«Как сделать решение проблемы  
пятен нефтепродуктов в Петропавловске-Камчатском  
делом каждого»



Выполнила:  
ученица 9 кл. Мамурина Александра  
Руководитель: Шурыгина А.А.

Петропавловск-Камчатский  
2023г.

## Аннотация

Освещена проблема хронического (эксплуатационного) загрязнения нефтепродуктами парковок автотранспорта возле торговых центров, административных зданий и жилья, а так же дорог (в т.ч. остановок общественного транспорта, особенно конечных) Петропавловска-Камчатского, и дальнейшего попадания данного загрязнения в систему ливневой канализации и Авачинскую бухту, являющуюся объектом рыбохозяйственного значения I категории. Проанализированы данные научной литературы о деградации в бухте важных гидробионтов за последние 30 лет. Очевидно, что проблеме необходимо уделять более пристальное внимание не только со стороны контролирующих органов, отвечающих за здоровье горожан, благоприятное состояние воздуха и биоты Авачинской бухты, но и со стороны общественного контроля. С целью предупреждения загрязнения и широкого вовлечения в решение проблемы водителей транспортных средств и автовладельцев предложен трафарет-«напоминалка» для размещения на парковках и возле решеток ливневой канализации: «Разница есть, начинается ЗДЕСЬ!».

## Содержание

Введение.....	2
Практическая часть.....	3
Обсуждение и итоги.....	9
Литература.....	13
Приложение.....	15



Попугай ара *Ara tacao* с характерной радужной окраской.

*«Фургона уже не было, а на том месте, где недавно стоял его трактор, у самой панели осталось радужное, с приматом пурпура и перистообразным поворотом, пятно масла: попугай асфальта.»*

Владимир Набоков, роман «Дар»

## Введение

Писатель Владимир Набоков в своем романе «Дар» образно назвал пятно машинного масла на дороге *«попугаем асфальта»*. Радужные разводы, напоминающие окраску попугаев *Ara macao* (1), мы видим в результате разделения световых лучей, попадающих на бензиновую пленку: часть отражается от её поверхности (границы воздуха и бензина), а часть проходит через бензиновый слой, доходит до границы бензин-вода и отражается уже от этой границы (2). Без воды пятна нефтепродуктов на дороге не бросаются в глаза и не беспокоят людей, что несколько странно, ведь испарение нефтепродуктов ухудшает качество воздуха, которым дышат все (3). Весной и осенью пятна-*«попугаи»* проявляются чаще, что связано с таяньем снега и дождями. Нефтепродукты не растворяются в воде, и с её потоками с дорог мигрируют в ливневую канализацию или небольшие ручейки и дальше в Авачинскую бухту. Очистные сооружения Водоканала собирают лишь 30% хозяйственно-бытовых стоков, что же до ливневых, то дело ограничивается установкой песколовок. Стало быть, в конечном счете всех унесённых водой *«попугаев»*, создаваемых автотранспортом нашего города, принимают к себе литоральные и прибрежные экосистемы. Это вряд ли происходит без последствий для биоразнообразия этих сообществ, ведь по некоторым данным Петропавловск-Камчатский лидирует в России по количеству машин на 1000 человек – их 576 (4). Кроме того, в регионе много подержанных машин, что влечёт хронические эксплуатационные потери нефтепродуктов. Усугубляет ситуацию и плохое качество магистралей, и отмена ежегодного техосмотра для владельцев личного транспорта (5). Таким образом, получается, что *«воздух, вода и биоразнообразии»*, то есть 3 из 5 направлений национального проекта «Экология» (2019-2024 гг.), имеют прямое отношение к проблеме, которую мы подметили. Цель нацпроекта – *«кардинально улучшить экологическую обстановку и положительно повлиять на оздоровление россиян»* (6). Целиком поддерживая слоган Росприроднадзора *«экология – дело каждого»*, мы решили, что целью нашего проекта должно стать создание ёмкого напоминания для автовладельцев Петропавловска-Камчатского, что от них зависит не только то, чем дышат люди, но и то, как чувствуют себя гидробионты, в том числе и водные биологические ресурсы. Своими задачами в рамках проекта мы обозначили следующее:

- очертить проблему для собственного понимания на основе изучения литературы,
- присмотреться к *«попугаям»* вокруг нас: где и в каком количестве они попадают,
- провести опрос с целью выявления осведомленности и отношения горожан к данной проблеме,
- визуализировать смысл в ёмкой и лаконичной картинке-*«напоминалке»*,
- найти единомышленников для распространения предложенного формата.

На сегодняшний день существуют такие аналоги «*возьмите ребенка за руку*» или «*сойдите с велосипеда*» у пешеходных переходов. Считаем, что «*напоминалки*» о контроле за образованием пятен нефтепродуктов весьма актуальны в открывшейся текущей ситуации, показывают, что «*попугаи*» раскрыты, и им уделяется внимание, и, главное, - они способны замотивировать людей для решения проблемы, то есть работать на упреждение. Ничего подобного ещё не было.

### Практическая часть

Чтобы очертить проблему для собственного понимания, мы сформулировали ряд вопросов, на которые предстояло найти ответы в литературе:

- а) каково соотношение веса нефтепродукта и загрязнения - площади разлива или объёма испарения;
- б) сколько нефтепродуктов теряется впустую;
- в) куда исчезает нефть с улиц;
- г) каковы последствия для человека;
- д) каковы последствия для гидробионтов.

а) В буклете штата Вашингтон «*What's the problem with motor oil?*» утверждается, что «пинта масла разливается на площадь больше размеров футбольного поля» (7). Пинта – 0.568 л, площадь футбольного поля стандарта FIFA - 7140 м<sup>2</sup>.

300 г пролитого при заправке бензина загрязняет 200 тыс. м<sup>3</sup> воздуха (8).

б) В том же американском буклете мы нашли, что в США проливают 180 млн галлонов масла каждый год в водоёмы, что в 14 раз больше нашумевшего аварийного разлива танкера Exxon Valdez на Аляске. Если 1 галлон – 3,8 л, то есть получается цифра 684 тыс. тонн ежегодных потерь против 41 тыс. тонн в случае разовой аварии танкера Exxon Valdez.

Учёный Патин (15) отмечает, что существует два типа ситуаций попадания нефтепродуктов в окружающую среду – аварийный и эксплуатационный, при этом «*мелкие проблемы возникают чаще, чем крупные*», и они не учитываются официальной статистикой, «остаются вне сферы внимания общественности и прессы», однако могут быть источником хронического воздействия и экологической опасности не менее серьёзной, чем после крупных и катастрофических разливов (14). Автор утверждает, что сброс в прибрежные воды нефтесодержащих сточных вод с суши носит характер «*узаконенных*» рутинных операций.

При этом, на сегодняшний день в загрязнение уходит безвозвратно до 7% потребляемой добытой нефти (9).

в) Загрязнение с бытовыми и ливневыми стоками составляет 2.0 млн. т/год (9), при этом «пленка толщиной 30-40 мкм полностью поглощает инфракрасное излучение. Смешиваясь с водой, нефть образует эмульсию двух типов: прямую «нефть в воде» и обратную «вода в нефти». Прямые эмульсии, составленные капельками нефти диаметром до 0,5 мкм, менее устойчивы и характерны для нефти, содержащей поверхностно-активные вещества. При удалении летучих фракций, нефть образует вязкие обратные эмульсии, которые могут сохраняться на поверхности, переноситься течением, выбрасываться на берег и осесть на дно» (Рис. 1, 2) (10).

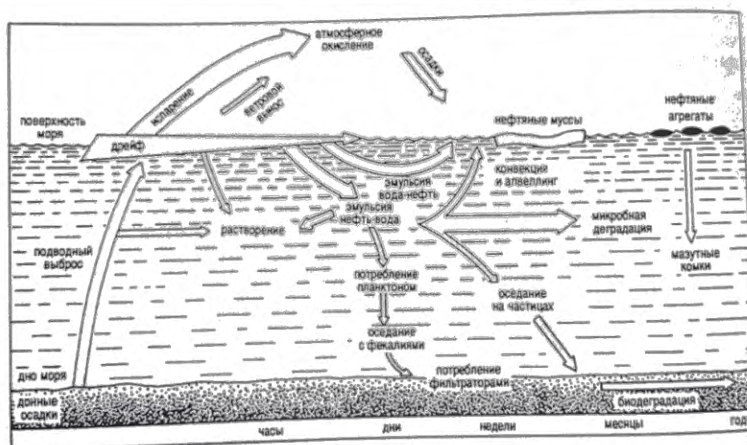


Рис. 1. Схема распределения и миграции нефти в море (Патин, 2008).

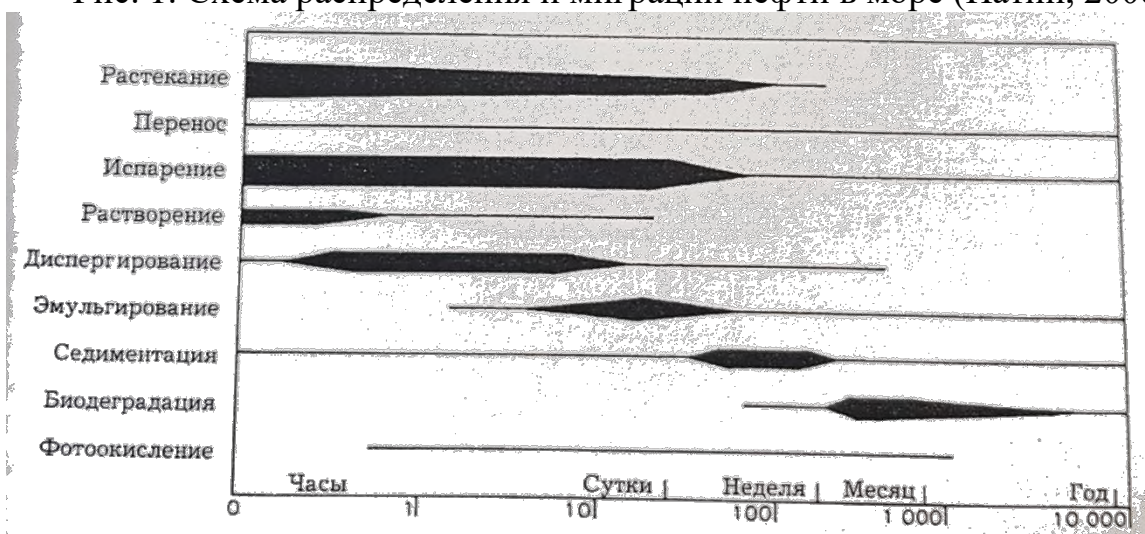


Рис. 2. Последовательность, продолжительность и интенсивность процессов переноса и трансформации нефти в морской среде (длина – длительность, ширина – интенсивность, Патин, 2008).

г) Как пишет Патин, с эколого-токсикологической точки зрения наибольшую биологическую опасность сразу после разлива представляют низкомолекулярные углеводороды (или группа БТЭК: бензол, толуол, этилбензол и ксилол), они высокорастворимы в воде (к растворенным формам относят фракции, которые проходят мембранный фильтр 0.45мкм, 1% от исходного объёма – относительно высоко), быстро проникают в клетки и разрушают мембраны, что объясняет острую токсичность в первые часы разлива, но они быстро испаряются. Затем остаются полициклические

ароматические углеводороды (ПАУ, 200 соединений), и тоже низко- и высокомолекулярные. Последние устойчивы, липофильны, имеют токсичные, мутагенные и канцерогенные свойства. Чем больше вес, тем растворимость и биологическая доступность ниже.

Для человека нефтепродукты наносят вред сердечно-сосудистой системе. При длительном нахождении в среде с повышенной концентрацией углеводородов у людей обычно меняются в худшую сторону показатели крови, понижается уровень гемоглобина и эритроцитов. Превышение ПДК углеводородов в воздухе оказывает крайне негативное влияние на легкие и печень, эндокринную и нервную системы. В масштабах города углеводороды могут создавать фотохимический смог, когда в процессе сложных превращений в атмосферном воздухе образуются крайне токсичные вещества (альдегиды, кетоны). По нормативам ПДК в рабочей зоне не должна превышать  $300 \text{ мг/м}^3$ , разовая максимальная ПДК за среднесуточный промежуток времени не должна быть выше  $900 \text{ мг/м}^3$  (8).

д) Как видно, нефть – сложный групповой токсикант переменного состава. Ассимилирующая способность (АС) экосистем (переработка без утраты биоразнообразия) – главный показатель их способности к самоочищению, на которой строится охрана водоема. У северных систем АС ниже, чем у южных ввиду зависимости микробной активности от температуры. Биодegradация (микробная атака) максимально эффективна на стадии дисперсии (Рис. 2). Лимитирующими факторами микробного окисления так же являются растворенный кислород и биогенные элементы. Самая активная зона окисления - 1 см поверхностного слоя воды (гипонейстон).

После бактерий мощными очистителями-фильтраторами являются мидии.

Общую оценку вредности разливов мы нашли у Патина (14, 15). Нефтяной слой нарушает кислородный и углекислотный обмены на поверхности воды, уменьшает проникновение солнечного света, препятствует фотосинтезу у продуцентов в гидросфере.

Подробную оценку состояния водорослевых макрофитов Авачинской губы, в том числе и эффекты воздействия нефтепродуктов, провели камчатские альгологи Ключкова и Березовская: *«среди гидробионтов мелководной зоны шельфа, наиболее подверженной загрязнению, особое место занимают водоросли»*, при том, что *«они являются основным средообразующим компонентом донных сообществ. В их зарослях обитают многочисленные беспозвоночные и молодь рыб. Как автотрофы, макрофиты, наряду с микрофитами, создают первичную продукцию, чем обеспечивают биотический круговорот веществ и энергии, лежащий в основе механизма самоочищения и продуктивности водоёма. Именно морские макрофиты – первоисточник и первооснова пищевых цепей у планктонных и бентосных организмов умеренных вод»* (13).

Воздействуя на отдельные водные организмы, нефть влияет на целые экосистемы. В районах, где нефть часто попадает в воду, заметными становятся и изменения видового состава морского сообщества. Как нефть,

так и нефтяные смолы (гудрон) содержат некоторые канцерогенные вещества. Отмечается, что смеси нефти с другими загрязнителями гораздо токсичнее отдельных компонентов. Результаты нескольких исследований, проведенных на моллюсках в загрязненных водах, свидетельствуют о том, что у этих животных обнаруживается аномально большое число новообразований, сходных с раковыми опухолями человека (12).

Нефть пропитывает перья птиц, лишая их как водоотталкивающих, так и теплоизоляционных свойств. Птицы оказываются неспособными ни плавать, ни поддерживать нужную температуру тела. Оценки количества птиц, погибающих при утечке нефти, часто невелики просто потому, что попавшие в беду птицы не попадают в поле зрения наблюдателей. Когда птицы пытаются выбраться из нефти, она облепляет их с ног до головы, лишая возможности видеть и отравляя весь организм. Мы заметили, что утки и чайки часто купаются в пресной воде Култучного озера, очевидно, смывая с себя какое-то загрязнение. Нефть также загрязняет или разрушает природные источники пищи птиц. Особенно страдают ныряющие птицы, поскольку в поисках пищи им приходится многократно нырять сквозь слой нефти на поверхности.

Не может не сказываться наличие нефтяной пленки и на сивучах, что приходят в Ковш Петропавловска-Камчатского. Хотя в отличие от другого краснокнижного вида калана, они обладают запасом жира, и их терморегуляция гораздо устойчивее, нежели у каланов, чья жизнь напрямую зависит от чистоты шубки.

Что касается гидробионтов, то более уязвимыми являются ранние стадии их развития. Чаще всего говорят о токсическом влиянии нефти и различных нефтепродуктов на рыб. Ничтожные концентрации (0,001 мг/л) нефти придают рыбе неустрашимый ни при какой технологической обработке привкус нефти и запах. Такая рыба не пригодна для питания (11), хотя у неё, как и у всех подвижных организмов, наблюдается эффект избегания нефтяных загрязнений.

Мы стали обращать пристальное внимание на радужные пятна в октябре. Сначала мы их искали, но вскоре стало ясно, что легче сказать, где их нет. Подборка наших фотографий (Рис. 3) свидетельствует о том, что они присутствуют везде, где есть машины (на дорогах, автобусных остановках, придомовых стоянках, парковках). Осмотр большой парковки возле Ленинской 1 показал наличие пятен чуть ли не на каждом парковочном месте. Детальной оценки сделать не удалось ввиду наступления сезона интенсивных осадков (практически в каждые выходные, когда мы планировали оценку).



Рис. 3. (1, 2) 5 октября конечная остановка автобусов и решетка, ливневой канализации по ул.Дальневосточная. (3) 5 октября автобусная остановка пл.Ленина. (4) 9 октября ул.Советская у перехода к лицею. (5, 6)11 октября 2023 г. на соседних полосах парковки на пл.Ленина, (7) 14 октября 2023 на парковке ТЦ Фамилион (пятно стекает в ливневку).

В опрос с целью выяснения осведомленности людей о проблеме и их отношении к ней мы включили 3 вопроса:

1. Являетесь ли вы автовладельцем?
2. Обращаете ли вы внимание на пятна нефтепродуктов на дорогах и улицах нашего города?

3. Считаете ли вы пятна нефтепродуктов на дорогах и улицах города проблемой?

Для опроса в виде Яндекс-формы мы привлекли лицейстов и их родителей. Учеников было решено опросить, поскольку они регулярно используют общественный транспорт и вскоре сами будут автовладельцами. Результаты занесли в таблицу (Таблица).

Таблица

Результаты опроса		
Вопрос	Да	Нет
Являетесь ли вы автовладельцем	11	23
Обращаете ли вы внимание на пятна нефтепродуктов на дорогах и улицах нашего города?	25	9
Считаете ли вы пятна нефтепродуктов на дорогах и улицах города проблемой?	30	4
Всего опрошено	34	

Визуализировать смысл в ёмкой и лаконичной картинке удалось не сразу. Сначала мы воспользовались возможностью изобразить свой мурал возле ливневой решетки в день фестиваля «Живое море» (Приложение). На работу ушло порядка 3,5 часов. Это много, поэтому для изображения «напоминалки» выбрали формат трафарета. Оставили исходную фразу «разница есть – начинается здесь», добавили машину и 3 овала – красный, зеленый и синий, как расцветка попугая Ара, слева белый скелет рыбки, справа целую рыбку (Рис. 4).



Рис. 4. Вариант трафарета-«напоминалки».

Одних своих рук для распространения трафарета очевидно мало, поэтому одним из способов масштабирования своей идеи мы считаем обращение к единомышленникам. По рекомендации специалиста краевого МПРиЭ А.Юркова, нам следует обратиться к начальнику инспекции ГИБДД. По результату обращения мы надеемся на понимание и помощь юннатов из общественного движения молодёжи «Первые».

### Обсуждение и итоги

Потребление нефти в РФ в 2022 г. составило 161.5 млн тонн (19). Мы подсчитали, что если 7% от этого составят 11.3 млн тонн, то *«2.0 млн. т/год с бытовыми и ливневыми стоками»* должны составлять 3.25%.

При этом, на долю транспорта приходится 65% потребления, а в развитых странах -70-80% (20). Если в 2022 г. на 1000 россиян приходилось около 318 а/м, то на Камчатке эта цифра составила 576 а/м и достигла уровня Европы. Следовательно, справедливо считать долю потребления транспорта на Камчатке в потреблении нефти в расходах как близкую к развитым странам 80%, и можно применить для понимания вклада загрязнения с ливневыми стоками повышающий коэффициент 1.2 ( $65\% \times 1.2 = 80\%$ ), тогда получаем 3.9%. Дальше нужно понимать, что автопарк Камчатки хоть и меняется, но в целом здесь больше старых машин, плюс немалое бездорожье, а значит добавляется доля аварийных потерь, и справедливо округление до 4%.

По словам Ю.Трутнева (21), ДВФО с населением 8.2 млн человек в год потребляет 6 млн тонн нефти. Тогда Петропавловск-Камчатский с населением в 163 тыс.чел потребляет в год 119 268 тонн, и тогда его 4% потерь через ливнёвку составляют 4771 тонну.

Цифра ошеломляющая, однако, в книге камчатских альгологов Клочковой и Березовской мы нашли следующее: *«ПДК нефтепродуктов для водоемов рыбохозяйственного водопользования I категории, к которой относится Авачинская губа, - 0.05 мг/л, тогда как с конца 1990х концентрация нефтепродуктов в ср. была 0.45-0.70 мг/л на поверхности и 0.30-0.70 мг/л у дна. То есть в губе постоянно было 2000 т нефтепродуктов! В 1997 году средняя концентрация составила 0.17 мг/л, общее количество 700 т»*. Таким образом, чтобы уяснить, сколько из 4771 т может оставаться в бухте, нужно опереться на текущую концентрацию. Её мы нашли в обзоре УГМС за 2022 год (22): *«Наибольший вклад в загрязнение морских вод по-прежнему вносят нефтепродукты и фенолы, вместе с тем их средние показатели в 2022 году не превысили предельно допустимых значений»* (Рис. 5).

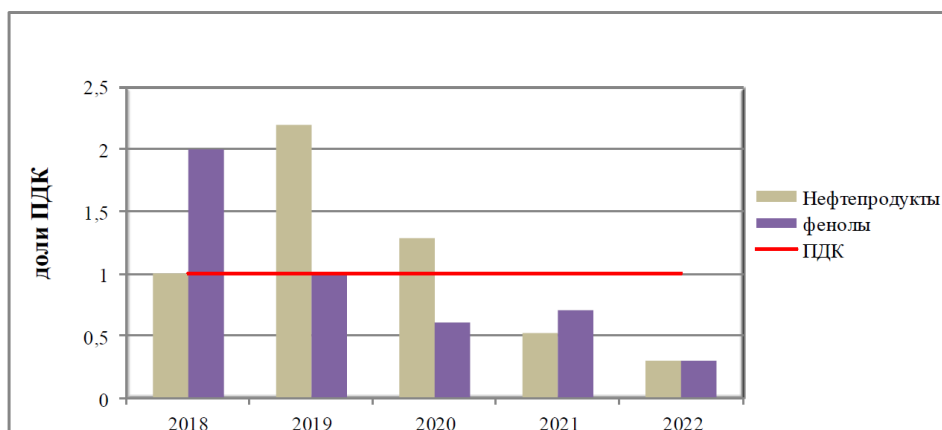


Рис. 5. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов и фенолов в водах Авачинской губы в 2018-2022 гг. и в прибрежных водах Авачинского залива в 2022г.

Видно, что концентрация растворенных нефтяных углеводородов по отношению к 2022 году снизилось в 2 раза и в среднем за год составило 0,3 ПДК. Однако в УГМС отмечают, что превышение нормы зафиксировано в 4% от всех отобранных проб при максимальной разовой величине 6,8 ПДК в мае на промежуточном горизонте приустьевой зоны реки Паратунка (станция № 48) (Рис. 6). Еще две существенные концентрации выявлены в июле вовсе не на тех станциях, где расположены городские ливневые стоки (станция № 4) у дна и в районе Авачинского залива (станция № 1) на поверхности – 3,0 и 2,2 ПДК, соответственно.

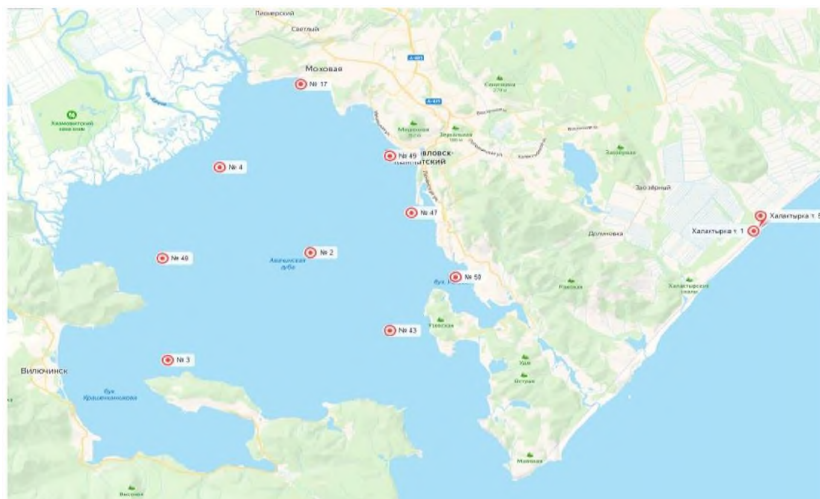


Рис. 6. Расположение станций отбора проб УГМС. (Характеристики Авачинской губы – 18-28м, 70% - 15-25м, близко к берегу 7-10м, в горле 10-16, котловина. У берега песок, гравий, галька, в котловине ил. Годовой сток – 6 км<sup>3</sup>, макс. в июне, мин. в марте.)

На наш взгляд, если снижение в 2020 году относительно 2019 г. на Рис.5 можно объяснить понижением активности из-за эпидемии COVID, то в 2021 и 2022 активность восстановилась. Возможно, эффекты и отсрочены, но необъяснимым является отсутствие превышения ПДК на всех станциях вблизи ливнёвок и прибрежных экосистем, куда попадает нефтяная пленка.

Чем же можно было бы объяснить снижение? Статистики снижения аварийных разливов мы не нашли. Зато данные учёных (23) говорят о превышении ПДК в 2022-2023 гг. в большинстве проб воды и о хроническом нефтяном загрязнении!

Если верить токсикологам и альгологам (Рис. 7), организмы при хроническом загрязнении (много десятков лет) вряд ли могли сильно усилить фильтрационную активность на стадии резистенции, тем более истощения. Для массового развития нефтеразрушающих бактерий слишком низка температура. Не изменилась существенным образом и гидрология (вымывание). Если предполагать усиление очистных сооружений, то 80 км ливневки туда не попадают просто потому, что назначение ливневой канализации – быстрый отвод воды без задержки на фильтрование. Проблемой является даже очистка решеток, не говоря о песколовках (которые в 2023 году взялись чистить только с середины октября).

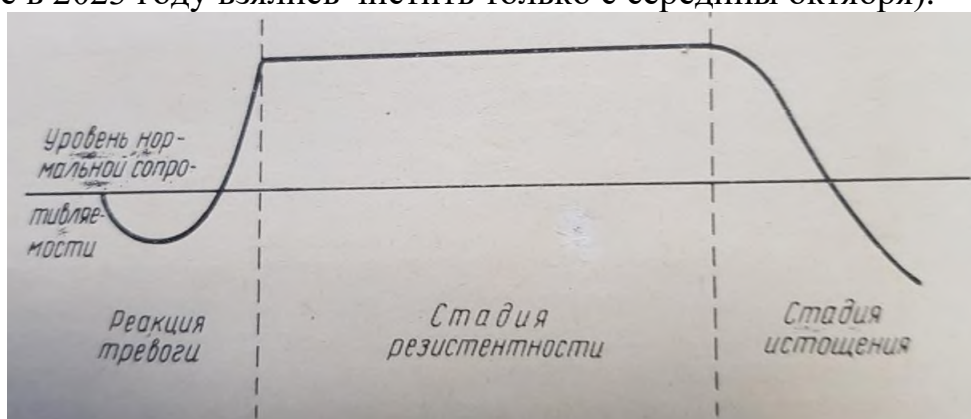


Рис. 7. Схема фаз общего адаптационного синдрома.

Помимо данных о сокращении биоразнообразия водорослевых макрофитов, показательнее всего для нас оказалась найденная информация о буром морском петушке *Alectrias alectrolophus*, обыкновенном представителе ихтиофауны осушной зоны Авачинской губы и побережья с выходами ливневки. Много десятилетий петушок лучше всех других видов рыб переносил антропогенное загрязнение, оставшись к концу 1980х практически единственным представителем ихтиофауны, и тогда его численность достигала 4 экз./м<sup>2</sup>, тогда как в 2014 она составила всего 0.45 экз./м<sup>2</sup>. К тому же, поскольку это – бентофаг, основной пищей которого являются гаммарусы, очень настораживает зафиксированное впервые поедание петушком своей молоди (16, 17, 18), что противоречит стратегии вида при существенном снижении численности и говорит о скудности привычного корма. Амфиподы особенно быстро элиминируются в условиях нефтяного загрязнения (уязвимы так же гастроподы и усконогие раки), и даже есть специальный индекс соотношения полихеты/амфиподы.

Если аварийные разливы и уменьшились, то «попугаев» (эксплуатационных потерь) скорее всего, стало только больше ввиду отмены обязательного техосмотра личного транспорта в конце 2021 г., о чем и свидетельствует подборка наших снимков.

Мы обратили внимание, что средства ликвидации нефтяных разливов имеются не только у МЧС, но и в продаже для обычных граждан по приемлемым ценам и рекламируемые как «экологичные» (Рис.8).



Рис.8. Часть ассортимента средств для удаления пятен нефтепродуктов.

Анализ нашего опроса показывает, что из 34 ответивших замечают проблему 74%. Однако нельзя исключить, что заметили они её именно ввиду опроса, что само по себе неплохо, учитывая активное участие (68%) будущих автовладельцев.

Надеемся, что «напоминка» поможет заострить внимание людей еще больше, особенно если к её распространению подключатся единомышленники не только из государственных систем, но и молодежь.

Коротко подытоживая всю собранную и проанализированную информацию, мы можем выделить следующее:

- задача снижения разливов нефтепродуктов входит в круг задач нацпроекта Экология, что должно являться дополнительным сигналом для госструктур,
- чтобы сделать решение проблемы делом каждого, надо, как минимум, заострить на ней внимание людей, что показал опрос,
- необходимо усилить общественный и административный контроль за техническим состоянием транспорта в нашем городе,
- дорожное покрытие возле автобусных остановок и парковки торговых центров необходимо обрабатывать очистителями,
- ливневую канализацию нужно снабдить нефтяными ловушками.

В настоящее время трафарет-«напоминка» нужно активно обсуждать и постараться реализовать весной 2024 года.

## Литература

1. Владимирова Е. Горбоносые интеллектуалы. Журнал «Вокруг света» №11 (2770), 2004. Стр.90
2. <https://eni-oils.ru/pochemu-ot-benzina-na-vode-poyavlyayutsya-raduzhnyye-ryatna/>
3. <https://fb.ru/article/464047/pdk-uglevodorodov-himicheskie-factoryi-proizvodstvennoy-sredyi>
4. Камчатка сравнялась с Европой по количеству машин, но не по их возрасту <https://kam24.ru/news/main/20231030/101379.html>
5. <https://ria.ru/20211222/tekhnosmotr-1764860728.html>
6. Нацпроект Экология <http://global-aqua.ru/ochistka-stochnykh-vod/ochistka-stochnykh-vod-ot-nefteprodukto.html>
7. «What's the problem with motor oil?»  
«Oil does not dissolve in water. It lasts a long time and sticks to everything from beach sand to bird feathers. Oil and other petroleum products are toxic to people, wildlife and plants. One pint of oil (0,568 л) can make a slick larger than a football field (7140 м<sup>2</sup> FIFA). Oil that leaks from our cars onto roads and driveways is washed into storm drains, and then usually flows directly to a lake or stream. Used motor oil is the largest single source of oil pollution in our lakes, streams and rivers. Americans spill 180 million gallons (1 галлон – 3,8 л, то есть 684 тыс. тонн) of used oil each year into our waters. This is 14 times the amount (около 41 тыс. тонн) spilled by the Exxon Valdez in Alaska.»
8. <https://fb.ru/article/464047/pdk-uglevodorodov-himicheskie-factoryi-proizvodstvennoy-sredyi>
9. <http://global-aqua.ru/ochistka-stochnykh-vod/ochistka-stochnykh-vod-ot-nefteprodukto.html>
10. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=5956>
11. Лукьяненко В.И. Токсикология рыб. Пищевая промышленность, 1967. 216 с.
12. <https://expeducation.ru/ru/article/view?id=5956>
13. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток: Дальнаука, 2001. 208 с.
14. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. М: Пищепромиздат, 1979. 305 с.
15. Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. М.: Изд-во ВНИРО, 2008. 508 с.
16. Токранов А.М. 2014. Некоторые черты биологии бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Тез. докл. XV Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня основания Кроноцкого гос. природного биосферного заповедника. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 209–213.

17. Токранов А.М. 2020. Ихтиофауна литорали прикамчатских вод и сопредельной северо-западной части Берингова моря // Вестник КамчатГТУ. Вып. 53. С. 66–80.
18. Токранов А.М., Мурашева М.Ю. 2016. Размерный состав бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XVII Межд. науч. конф., посвящ. 25-летию организации Камчатского института экологии и природопользования ДВО РАН (16-17 ноября 2016 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 252–256.
19. <https://topic.ru/statistics/chemicals/oil-and-gas/potreblenie-nefti-v-rossii-pogodam/>
20. <https://wheelnews.ru/kakoy-protsent-nefti-idet-na-toplivo-dlya-avtomobiley/>
21. Оценки динамики потребления нефтепродуктов в Дальневосточном федеральном округе. Институтом развития технологий ТЭК (ИРТТЭК). Март, 2021 <http://neftianka.ru/ocenki-dinamiki-potrebleniya-nefteproduktov-v-dalnevostochnom-federalnom-okruge/>
22. Обзор состояния загрязнения окружающей среды по результатам наблюдений ГНС ФГБУ «Камчатское УГМС» за 2022 год. <http://www.kammeteo.ru/obzor/cms-god.pdf>
23. Мартыненко Д.О., Позолотина Л.А., Кузьмина А.А., Климова А.В. Уровень загрязнения нефтепродуктами вод Авачинской губы (Авачинский залив) в 2022-2023 гг. охранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Материалы XXIV международной научной конференции, посвященной 300-летию Российской академии наук. Петропавловск-Камчатский; Камчатпресс, 2023, с.146-151

## Приложение

Наш мурал «Разница есть, начинается – здесь!» на Никольской сопке в день фестиваля «Живое море» в сентябре 2023 г., на основе которого родилась идея о создании трафарета-«напоминалки».

