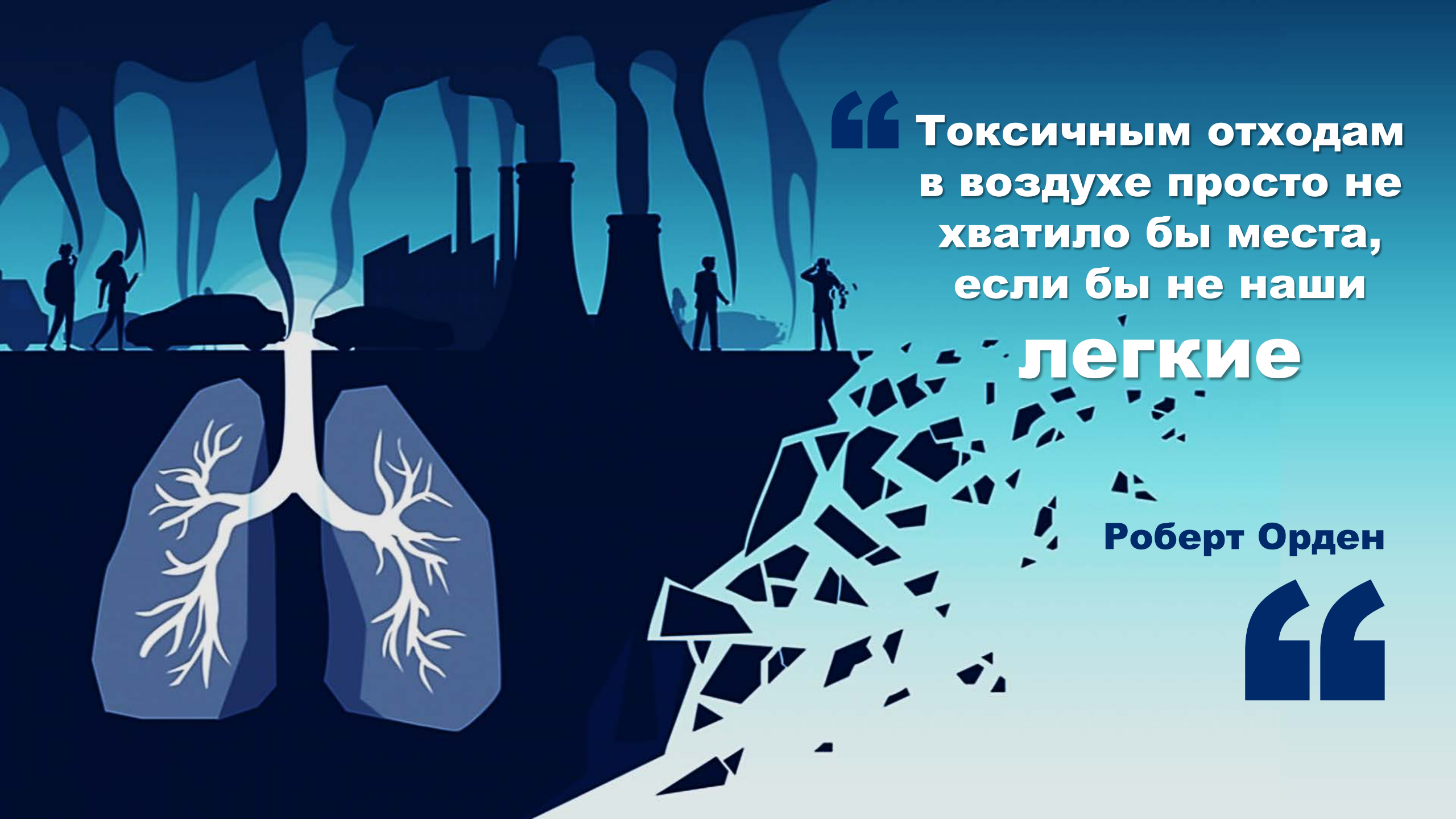


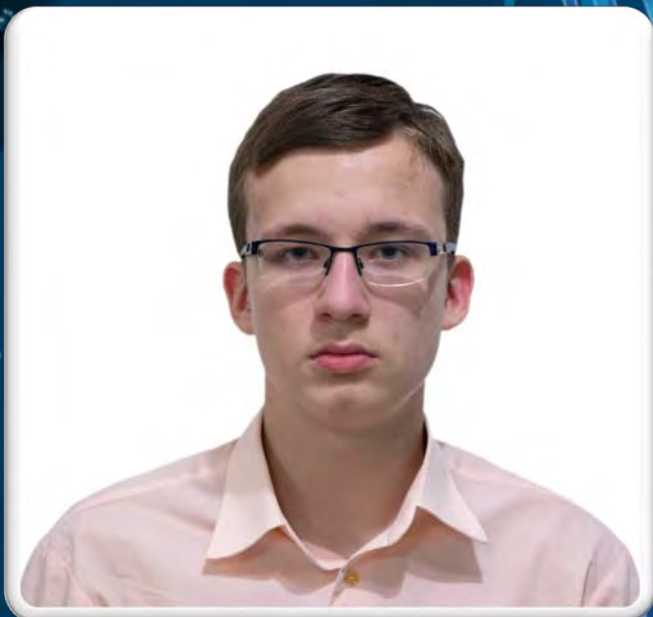


**“ Токсичным отходам
в воздухе просто не
хватило бы места,
если бы не наши
легкие**

Роберт Орден

“

Обнаружение малых концентраций соединений шестивалентного хрома в воде и воздухе и система очистки от этих веществ



Автор проекта:
Высочин Марк Витальевич,
ученик 7 класса,
МАОУ Лицей № 77
города Челябинска
Научный руководитель:
Вахидов Марс Нуриевич,
директор ресурсного центра
«Химия плюс»



Для нашего города, как и для многих промышленных городов России, серьёзнейшей проблемой является – загрязнение воздуха и водных объектов соединениями хрома (VI).

Предельно-допустимая концентрация в воде содержания соединений хрома (VI) - 0.05 мг/л

В воздухе нормой является содержание Cr (VI) на уровне среднегодовой концентрации не выше 5 мг/м³

Установлено, что соединения Cr (VI) обладают высокой проникающей способностью в ткани лёгких и однозначно являются канцерогенами (вещества вызывающие рак).

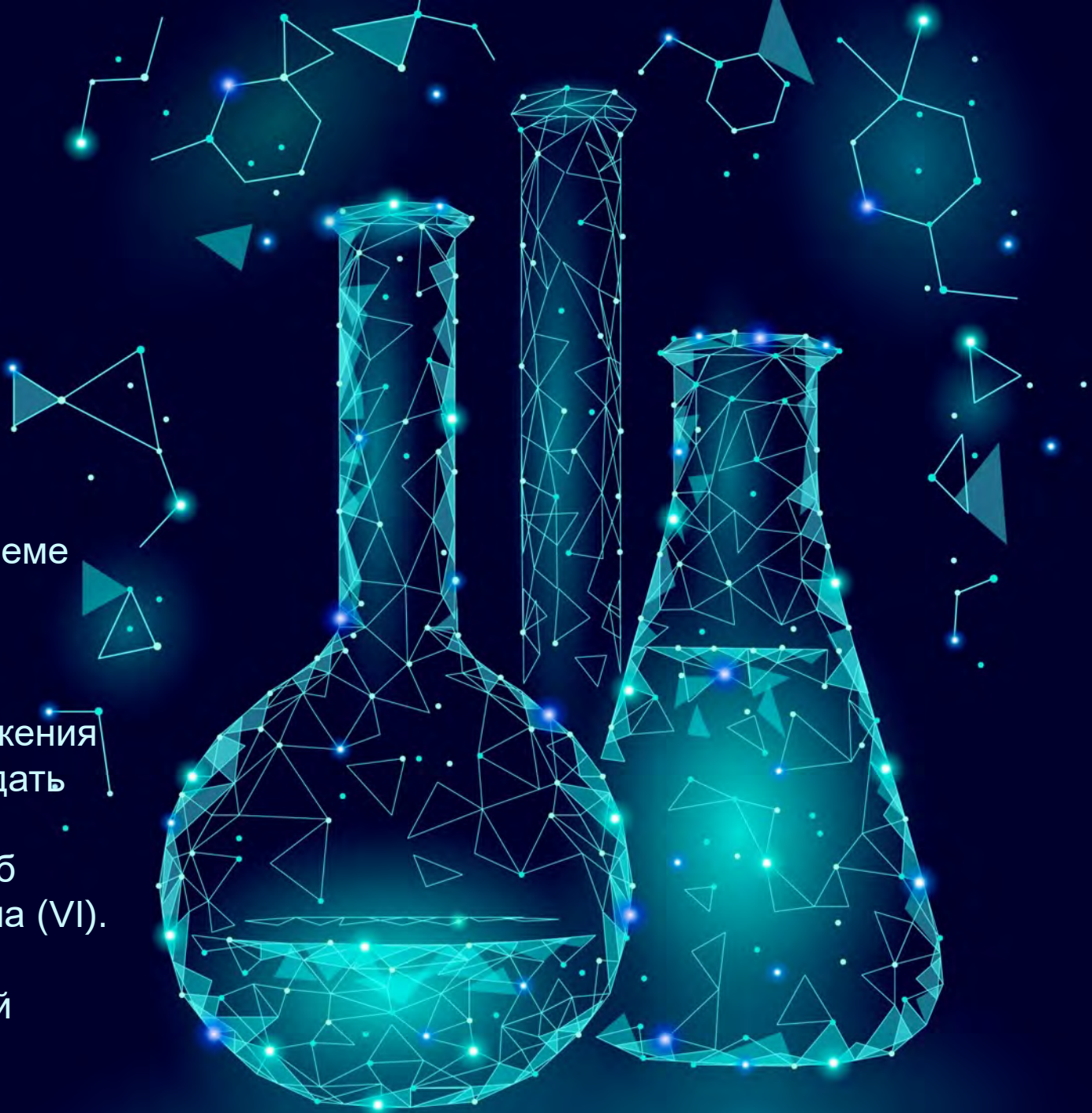
Cr (VI) – причина развития не только рака лёгких, но виновник целого ряда хронических эндокринных заболеваний и заболеваний нервной системы

Цель работы:

разработать высокочувствительную экспресс-методику обнаружения соединений шестивалентного хрома в воде и воздухе и предложить эффективный способ очистки воды и воздуха от таких соединений

Для реализации поставленной цели мы определили перед собой ряд задач:

1. Изучить литературные источники по проблеме загрязнения воды и воздуха соединениями шестивалентного хрома и по методикам обнаружения этих веществ.
2. Разработать селективную методику обнаружения соединений хрома (VI), которая будет обладать высокой чувствительностью.
3. Предложить простой и эффективный способ очистки воды и воздуха от соединений хрома (VI).
4. Апробировать предлагаемые методики обнаружения и обезвреживания соединений хрома (VI).



Объект исследования:

- воздух и вода, загрязненные соединениями шестивалентного хрома

Предмет исследования:

- реакции соединений Cr^{+6} , которые можно применить для обнаружения соединений шестивалентного хрома и превращения их в безопасные (полезные) продукты.

Рабочая гипотеза:

- состоит в том, что можно обнаружить малые концентрации соединений шестивалентного хрома, опираясь на каталитические свойства его соединений, а также очистить воду и воздух, взяв за основу методов очистки его химические взаимодействия с другими веществами.



Существующие методики определения хрома в различных средах



**Реакция образования
надхромовой кислоты**



**Реакция с
дифенилкарбазидом**



**Обнаружение хромат-
ионов в присутствии
перманганат-ионов**

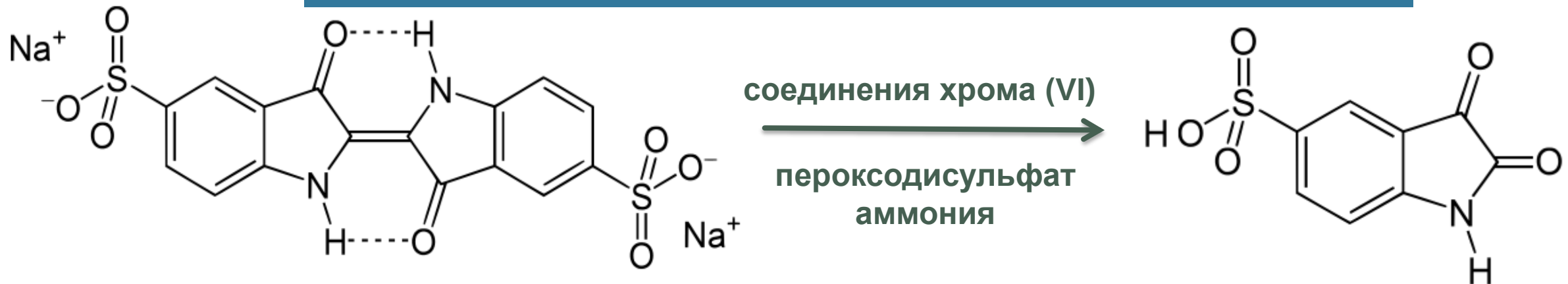
Обоснованность предлагаемой методики

мы пришли к идее обнаружения малых концентраций соединений Cr (VI), основанные на каталитических свойствах его соединений

соединения хрома (VI) катализируют реакции окисления некоторых органических хромофоров

в качестве такого хромофора мы выбрали индигокармин (индигоди-сульфовая кислота)

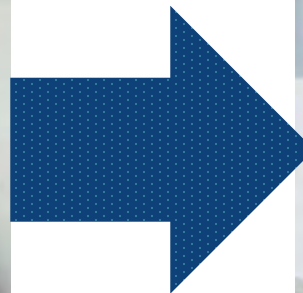
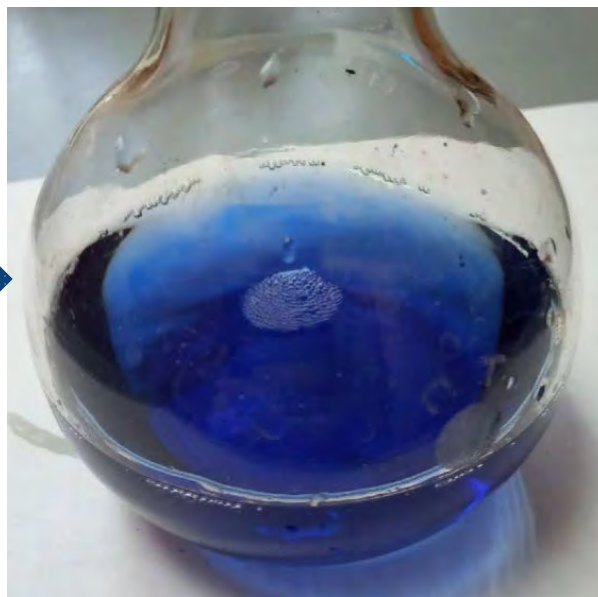
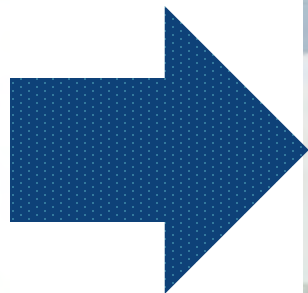
Схема реакции окисления индигокармина в изатинсульфовую кислоту, которая катализируется соединениями хрома (VI)



Выполнение реакции

0,2 М соляной кислоты, 0,04 % - го раствора индигокармина, 4 %-го раствора пероксодисульфата аммония, 0,03 % 2,2-дипиридила.

Если в воде, после пропускания через неё загрязнённого воздуха, оказались соединения Cr(VI), мы наблюдаем, сначала усиление синей окраски, а далее быстрое обесцвечивание раствора





Данная методика позволяет не только обнаружить малые концентрации соединений шестивалентного хрома, но и с неплохим приближением оценить их концентрацию. Концентрация определяется в зависимости от времени исчезновения окраски раствора и представлена в таблице

**Содержание Cr^{+6}
в воде (мг/л)**

Время обесцвечивания синей окраски раствора (в сек) с учётом разброса значение в серии опытов (20 повторений для каждого значения концентрации Cr^{+6}) при температуре 20° С

0,1	580 - 610
0,2	279 - 305
0,3	201 - 204
0,4	150 - 160
0,5	121 - 125
0,6	99 - 103
0,7	84 - 82
0,8	74 - 77
0,9	66 - 68
1	58 - 60



Для того чтобы обычный человек мог реально применить предлагаемую методику, мы использовали стандартные ёмкости (флаконы, называемые пенициллинками)

В эти ёмкости мы помещаем расчётные количества индигокармина, пероксодисульфата аммония и гидросульфат калия (источник сильноокислой реакции среды).

Способ очистки воды от соединений шестивалентного хрома

Для очистки воды от соединений шестивалентного хрома (присутствуют в форме дихромат-анионов) мы предлагаем применить обменные реакции в колонке.



В качестве основного наполнителя в колонке применяется сплав Деварда, содержащий 50% меди, 45% алюминия, 5% цинка



Ниже идёт слой (1/5 от объёма колонки) крошки катионита в Н-форме (протекают окислительно-восстановительные реакции катионов металлов на катионы водорода)



Самый нижний слой (1/5 объёма колонки) идёт слой анионита в ОН-форме. В этом слое происходит реакция обмена (анионы различных кислот на гидроксид-ионы)





Когда в колонку поступает вода (нейтральная реакция среды), содержащая соединения хрома Cr(VI) , происходит окислительно – восстановительная реакция, в ходе которой соединения Cr(VI) переходят в менее опасные соединения Cr (III)



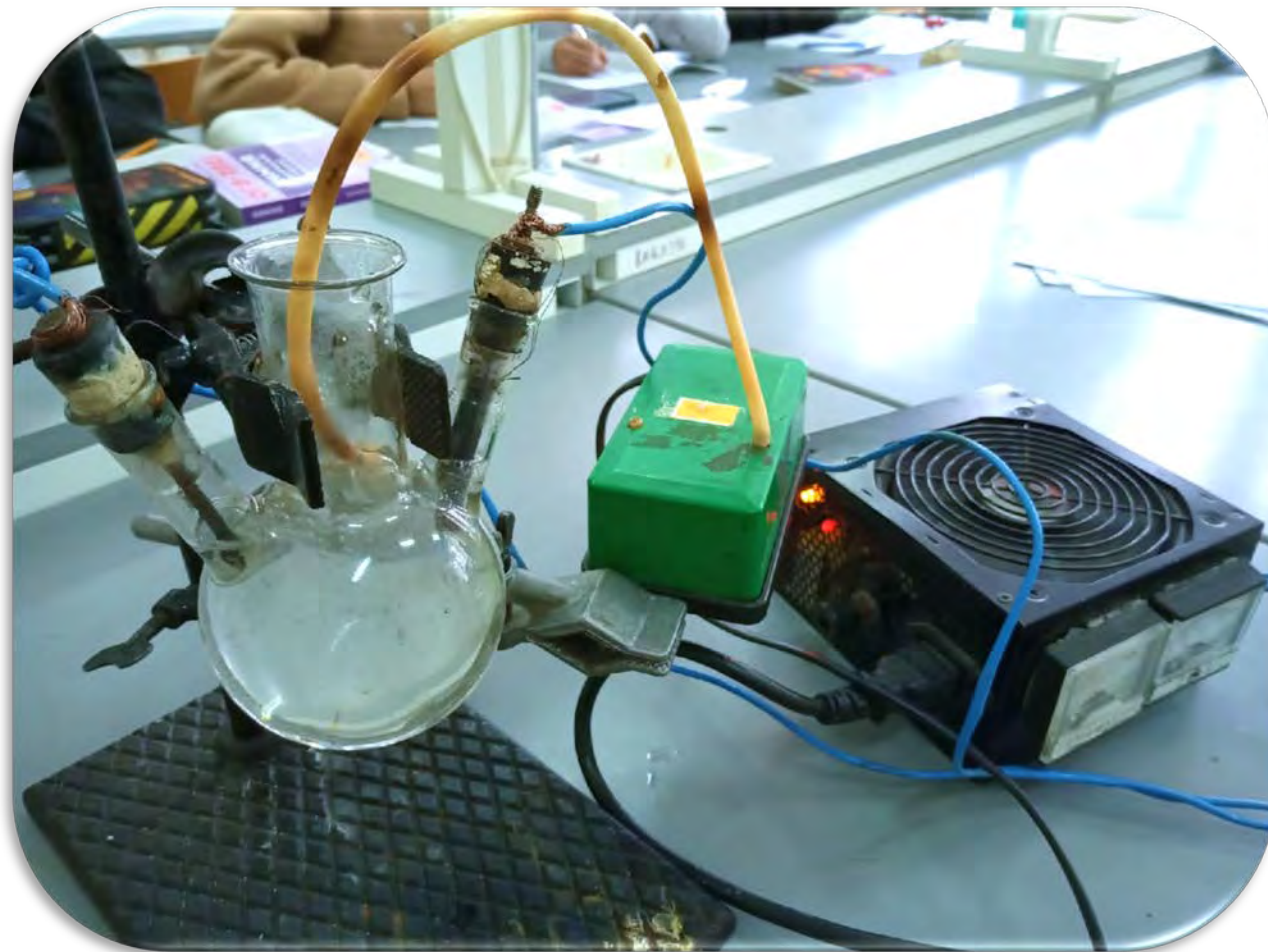
В этой схеме продукты, нерастворимые в воде, могут образовывать и растворимые соединения алюминия и Cr (+3)

На выходе из колонки получается вода, которая избавлена не только от соединений Cr(VI), но и от других загрязнителей воды, а именно от анионов (нитрат, нитрит, фторид, фосфат и др.) и от катионов (свинец, ртуть, кадмий, медь и т.д.)

Способ очистки воздуха от соединений шестивалентного хрома

Через водный раствор, содержащий 5 % сульфата железа (II) и 10 % серной кислоты, пропускаем воздух.

Соединения Cr(VI) поглощаются раствором и вступают в окислительно-восстановительную реакцию с сульфатом железа (II) по схеме:





В процессе окислительно-восстановительной реакции хром (VI) переходит в хром (III), что сопровождается образованием раствора, имеющего различные зеленые оттенки

Регенерировать сульфат железа (II), можно применив метод электролиза по схеме:



Отработанные растворы извлекают и осаждают в фосфорные соли, которые можно применять в качестве комплексного удобрения (фосфат хрома + фосфат железа)

Заключение



Мы решаем одну из актуальных экологических проблем - очистку воды и воздуха от загрязнения соединениями шестивалентного хрома:

Нами была разработана методика, позволяющая обнаружить малые концентрации шестивалентного хрома в воздухе и в воде



Для очистки воды от соединений шестивалентного хрома мы предлагаем применять поглощающую колонку с тремя слоями наполнителя (карбонат бария, катионит и анионит)



Для очистки воздуха от частиц, содержащих соединения шестивалентного хрома мы применили «мокрый» метод, используя электролит, содержащий сульфат железа (II) и серную кислоту. В ходе окислительно-восстановительной реакции соединения шестивалентного хрома превращаются в сульфат хрома (III). Катионы Cr^{+3} мы осаждали фосфат-анионами.