



способствует формированию человека, активно и заинтересованно познающего мир, умеющего учиться, способного применять полученные знания на практике, сотрудничать для достижения общих результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лебедев, В.В. Новые цели космической географии / В.В. Лебедев, С.В. Юрина // Наука и жизнь. – № 8. – 2003. – С. 2-7.
2. Лебедев, В.В. Космос и экологически безопасное земледелие / В.В. Лебедев, В.Р. Заболоцкий // Экология и жизнь. – 1999. – № 2. – С. 44-47.

УДК 543.3.001.5

В.О. Стрельцова, М.В. Слесаренок, Н.М. Елинова, А.Н. Пахоменко
Учреждение образования «Могилевский государственный университет
имени А.А. Кулешова», г. Могилев, Республика Беларусь

РАЗРАБОТКА ТЕСТ-КОМПЛЕКТОВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ШКОЛЬНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

В последние несколько лет в Могилевской области значительно увеличилось количество школьных исследовательских работ, посвященных изучению гидрохимических характеристик малых и средних водных объектов. При этом качество таких исследований часто бывает невысоким. В качестве основных причин этого явления можно выделить следующие:

- невысокую материальную базу исследовательских коллективов, чаще всего основывающуюся на оборудовании и реактивах школьных кабинетов химии и биологии;
- недостаточный опыт педагогов в организации гидрохимических исследований и интерпретации полученных результатов.

Несмотря на это, исследования водных объектов можно отнести к важным направлениям естественнонаучной исследовательской деятельности учащихся. Это направление имеет ярко выраженный профориентационный характер, позволяет хорошо закрепить знания и навыки, полученные школьниками на занятиях по дисциплинам естественнонаучного цикла, а также помогает формировать картину окружающего мира.

Из разных направлений гидрохимических исследований и отдельно следует рассмотреть изучение комплекса показателей водных объектов, которые связаны с эвтрофикацией природных вод. Это обусловлено тем, что рост эвтрофированности водоемов ежегодно отмечается государственными службами, работающими в области экологического мониторинга поверхностных вод. В настоящее время эвтрофикация как экологическая проблема приобрела глобальный характер. Беларусь расположена на территории Балтийского и Черноморского водосборных бассейнов. Таким образом, сброс соединений биогенных элементов в природные воды на территории Беларуси вносит свой вклад в рост эвтрофикации Черного и Балтийского моря. Эти факты формируют повышенную актуальность работ, связанных с исследованиями эвтрофикации водных объектов, выявлением источников поступления соединений биогенных элементов.

К гидрохимическим показателям, которые связаны с эвтрофикацией, можно отнести снижение прозрачности воды за счет интенсивного цветения водорослей, температурную стратификацию воды, концентрацию растворенного в воде кислорода, повышенные концентрации соединений биогенных элементов, в первую очередь, азота и фосфора. Именно эти показатели чаще всего и включают в программы своих исследований школьные исследовательские экологические инициативы.

По данным РУП "ЦНИИКИВР", в гидрографической сети Беларуси малые и средние реки имеют общую протяженность более 38000 км, что во много раз превышает протяженность



крупных рек. Они собирают стоки с сельских и урбанизированных территорий и, следовательно, выступают основными коллекторами для водорастворимых соединений азота и фосфора и выносят их в крупные реки. Школьные инициативы чаще всего концентрируют свое внимание именно на малых и средних реках, тогда как государственные службы, работающие в сфере экологического мониторинга поверхностных вод, наиболее часто занимаются исследованиями крупных рек и трансграничных водных объектов.

Для школьных исследований видится очень удобным использование тест-методов анализа, основанных на визуальной колориметрии. Оборудование и реактивы для таких исследований в Беларуси не производится, а импортные образцы, как правило, очень дороги. Кроме того, стоит отметить трудности с приобретением таких комплектов, связанные с таможенными оформлением. Это приводит к тому, что лишь немногие школы могут себе позволить закупку таких тест-комплектов.

Студенческая научно-исследовательская лаборатория «Химия в интересах устойчивого развития», работающая на кафедре химии Могилевского государственного университета им. А.А. Кулешова, проводит исследования с целью создания тест-комплектов для проведения анализа природных вод по гидрохимическим показателям, связанным с эвтрофикацией водных объектов. В настоящее время подготовлен комплект РКТП-01 и его модификация РКТП-01.2. В состав этого комплекта вошло устройство для отбора проб воды с разных глубин. Это устройство является модифицированным псевдобатометром Верещагина, закрепленным на телескопической алюминиевой штанге. Оно позволяет проводить отбор проб воды для определения содержания в ней растворенных газов и других веществ. Телескопическая штанга этого устройства также позволяет проводить исследования температурной стратификации воды. В комплект также входит диск Секки, позволяющий определять вертикальную прозрачность воды, и набор реактивов и оборудования для определения содержания кислорода в отобранной пробе воды по стандартному методу Винклера. При этом в качестве дозирующих устройств используются одноразовые медицинские шприцы.

Также разработан тест-комплект, позволяющий определять низкие концентрации нитрат-иона в поверхностных водах. Диапазон встречающихся концентраций этих соединений в чистых поверхностных водных объектах – 0,2-3 мг/л. При загрязнении природных вод неорганическими соединениями азота, концентрация нитрат-иона возрастает. Однако и при этом она редко достигает предельно допустимых значений (9,03 мгN/л или 40 мгNO₃⁻/л) за счет интенсивного поглощения нитратов растительными организмами. Однако практически все тест-комплекты для визуальной колориметрии, которые производятся промышленно, имеют цветовую шкалу, позволяющую определять концентрации 0, 10, 25, 50, 100 мгNO₃⁻/л и более. В интервале 0-10 мгNO₃⁻/л окраска реакционной зоны едва заметна. Таким образом, для анализа поверхностных вод эти тест-средства имеют очень ограниченную применимость. Их можно использовать только в условиях значительного загрязнения.

Тест-комплект, разработанный нами, позволяет проводить определения в интервале концентраций нитратов 0-10 мгNO₃⁻/л. При этом наиболее удобным для визуальных оценок оказался интервал 0-5 мгNO₃⁻/л.

Для проведения анализа тест-комплект использует метод Грисса, основанный на предварительном количественном восстановлении нитратов до нитритов с использованием металлического восстановителя. Ранее для этого наиболее часто применялся кадмиевый редутор. Мы заменили токсичный кадмий на более безопасный цинковый порошок, который добавлялся нами непосредственно в пробу. В таком случае реакция протекает в соответствии с уравнением (1).



При добавлении к полученному раствору реактива Грисса, содержащего сульфаниловую кислоту и α -нафтиламин образуется комплекс розово-красного цвета в концентрации, пропорциональной содержанию нитрат-иона. Проведенные нами эксперименты показали, что при концентрации нитрат-ионов, находящейся в диапазоне 0-5 мгNO₃⁻/л, нарастание окраски продолжается на протяжении 20-30 мин. После этого окраска стабильна, по крайней мере на протяжении часа.

Необходимое повышение чувствительности аналитической реакции было достигнуто за счет применения пробирочного варианта теста с большой длиной оптического пути – высотой столба анализируемого раствора (наблюдение за окраской происходит вертикально на белом фоне). Для этого были использованы пластиковые пробирки высотой 10 см с нанесенной шкалой длины оптического пути. При таком подходе серьезное мешающее влияние оказывают рассеивающие свет примеси. Такой примесью стал нерастворимый цинковый порошок. В связи с этим, нужно было подобрать такую навеску цинка, которая позволит провести реакцию и при этом не будет мешать проведению анализа. Для этого мы проводили аналитическую реакцию со стандартными растворами нитрат-иона 0,5, 2, 3 и 5 мг(NO₃⁻)/л и разными навесками цинковой пыли. При этом нами исследовалась зависимость абсорбции излучения от массы добавленной цинковой пыли. Абсорбцию определяли при помощи фотометра КФК-3 на длине волны 540 нм.

В диапазоне от 0 до 3-4 мг Zn наблюдается линейное нарастание оптической плотности. При больших навесках цинковой пыли эта зависимость теряется. Таким образом, для дальнейшей работы нами была выбрана навеска цинка, равная 3 мг.

Далее подбирали навеску реактива Грисса. В стандартные растворы нитрат-иона добавляли 3 мг цинка и навеску реактива Грисса, последовательно увеличивающуюся в интервале от 0 до 150 мг. Оптическую плотность полученных растворов измеряли при тех же условиях, что и в предыдущем случае. Результаты эксперимента показали, что оптимальная навеска реактива Грисса составляет 60 мг и увеличение концентрации нитрат-иона в растворе не требует повышения навесок реактива Грисса.

Для построения цветовой шкалы использовали цифровой фотоаппарат Fujifilm FiniPix S 5600. Фотографирование полученных окрашенных стандартных растворов проводили в одинаковых условиях освещенности с защитой от бокового света. Полученные изображения обрабатывали с помощью программы ImageJ версии 2.0. При этом оценивали интенсивность красного (R), зеленого (G) и синего (B) каналов в цветовой модели RGB. Наибольший вклад в изменение окраски вносили зеленый и синий каналы. Это явление было использовано для оценки необходимой высоты столба жидкости в пробирке для визуальной колориметрии. Для этого было проведено несколько серий анализов с использованием стандартных растворов. При этом для каждого стандартного раствора применяли ряд пробирок с постепенно увеличивающимся столбом анализируемого раствора (увеличение длины оптического пути). После фотографирования и обработки полученного изображения оценивали зависимость интенсивности аналитического сигнала G и B-каналов от концентрации нитрат-ионов при определенной длине оптического пути (высота столба жидкости). При низких значениях высоты столба анализируемого раствора приемлемая чувствительность достигалась только при больших концентрациях аналита. Но, начиная уже с высоты столба жидкости 6 см, наблюдалась ярко выраженная линейная зависимость интенсивности окраски зеленого канала от концентрации нитрата. Такая же зависимость наблюдалась и для интенсивности синего канала. В связи с этим для проведения всех дальнейших исследований и для дальнейшей работы с этим тест-комплексом была принята за стандарт высота слоя жидкости, равная 6 см.

Полученные цветометрические данные использовали для моделирования цветных зон колористической шкалы сравнения тест-комплекта. Печать цветных шкал осуществляли с ис-



пользованием цветного лазерного принтера HP LaserJet Pro 200 Color после специальной его калибровки и подбора цветовых характеристик. Соответствие цветовых зон шкалы реальной окраске стандартных растворов проверялась при участии группы десяти добровольцев.

В результате проделанной работы был подготовлен тест-комплект, включающий в себя шприцы для дозирования пробы, штатив для пробирок, закрывающиеся мерные пробирки, содержащие дозированные реактивы, колористическая шкала и емкость с дистиллированной водой на 250 мл. Для проведения анализа с помощью разработанного тест-комплекта необходимо в мерную пробирку с реактивом добавить пробу воды при помощи шприца и тщательно перемешать. Определение концентрации нитрата в воде проводят, сравнивая окраску полученного раствора с окраской цветовых зон колористической шкалы.

Таким образом, нами создан пробирочный тест-комплект для определения нитрат-иона в поверхностных водах при его концентрации до 5 мг(NO₃⁻)/л. Тест-комплект используется для проведения школьных исследований малых рек Могилевской области. В совокупности с тест-комплексом РКТП-01 это позволяет улучшить исследовательскую материальную базу школьных экологических инициатив и повысить качество выполнения их работ.

В настоящее время в СНИЛ «ХИУР» заканчивается работа над тест-комплектами, позволяющими определять концентрации фосфат-иона и иона аммония в поверхностных водах.

УДК 37.009(100)+504:37.03

П.П. Строкач, Н.П. Яловая

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь

РОЛЬ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ВУЗОВСКОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ КОМПОНЕНТЕ

При изучении экологических дисциплин в учреждениях высшего образования особое внимание уделяется вопросам международного экологического сотрудничества. Важность международного сотрудничества как одного из инструментов, способствующих взаимопониманию, укреплению связей между государствами отмечалась во многих правительственных документах и резолюциях научных конференций. В заключительном докладе Тбилисской конференции по экологическому образованию отмечалось (1997), что «...образование в области окружающей среды должно способствовать укреплению мира, дальнейшему ослаблению международной напряженности, взаимопониманию между государствами и являться подлинным инструментом международной солидарности».

Глобальные экологические проблемы затрагивают жизненные интересы всего человечества и требуют для своего решения коллективных усилий всех государств и мирового сообщества в целом. Основы международного сотрудничества в области охраны окружающей среды разработаны в Стокгольмской декларации 1972 г., среди которых можно выделить следующие принципы [1]:

- неотъемлемого суверенитета над природными ресурсами;
- непричинения вреда природной среде;
- права на благоприятную окружающую среду;
- устойчивого развития;
- международной ответственности за причиненный ущерб;
- оценки и предотвращения трансграничных экологических последствий планируемой деятельности;
- запрещения экологической агрессии, экоцида;