



Г. Л. Осипенко,  
старший преподаватель кафедры экологии  
Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ВО ВНЕКЛАСНОЙ ПРОЕКТНОЙ И ОПЫТНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ

Успех обучения во многом зависит не только от выбора эффективных методов и форм обучения в классе на уроке, но и от организации внеклассной работы по предмету. Внеклассная работа отличается от урочной целями, содержанием, организационными формами и особенностями методики проведения. Образовательные цели внеклассной работы — расширить географический и экологический кругозор и углубить знания школьников в области географии и экологии, совершенствовать их умения и навыки. Эти цели осуществляются путём включения во внеклассные занятия внепрограммных вопросов и проблем географической и экологической наук, а также за счёт более высокого научного уровня и глубины раскрытия программного материала. Учитель, не ограниченный рамками учебного времени, во время проведения занятий может широко привлекать дополнительный материал, помогающий формировать новые представления о явлениях и процессах природы, вводить новые понятия, термины, раскрывать новые виды причинно-следственных связей [1].

Одна из задач внеклассной работы по географии и экологии состоит в обогащении школьников новыми интересными фактами, понятиями, отражающими раз-

личные стороны жизни природы и общества. Повысить качество экологического и географического воспитания можно, умело сочетая работу на уроке с внеклассной работой по предмету. Внеклассная работа много даёт учащимся в плане развития их экологических интересов, формирования профессиональной направленности, расширения общего кругозора, развития познавательной самостоятельности. Специфика содержания предмета во многом определяет вклад внеклассной работы в дело воспитания и образования. Её значение определяется тем, что она способствует формированию таких важных качеств личности, как активность, инициативность, творчество и способность к саморазвитию. Вся внеурочная работа направлена на расширение и углубление базовых знаний и умений ребят, на развитие познавательного интереса к исследовательской работе по изучению родного края. Обучение и воспитание в области естественных наук, к которым относится и экология, невозможно без практической деятельности на природе. Именно на практическую деятельность ориентировано внеклассное обучение, которое отличается особенной технологией, организационными формами. Внеклассные мероприятия, которые связаны с окружающей природой, позволяют учителю наблюдать,



как формируются и проявляются у детей такие человеческие качества, как симпатия, равнодушие, доброта и др. Формирование у учеников ответственного отношения к природе возможно тогда, когда ученик сам принимает активное участие в действиях, прямо или косвенно связанных с жизнью в природе. Одним из средств, способствующих экологическому воспитанию, является проектно-исследовательская деятельность учащихся. Метод проектов — это уникальный способ обучения, поскольку обязательное условие каждого проекта: наличие исследовательской деятельности учащихся. Проектная экологическая деятельность заключается в создании условий для самостоятельного освоения учащимися какой-либо экологической информации в процессе выполнения проектов теоретического или практического характера [2; 3].

Проблема сохранения среды обитания в пригодном для успешной жизнедеятельности организмов состоянии в условиях технократического развития общества и связанных с этим антропогенных нагрузках на окружающую среду базируется на основе информации экологического мониторинга.

Биологическая индикация — определение состояния среды по наличию или отсутствию в ней тех или иных организмов, называемых индикаторами. Согласно этому определению биоиндикацию следует понимать как метод экологических исследований, позволяющий с помощью биологических систем с определённой точностью устанавливать основные качественные и количественные характеристики среды обитания.

Биоиндикация как метод применяется при исследовании биологических систем разного ранга. При индикации на

низших уровнях организации биосистем преобладают прямые и часто специфичные виды биоиндикации, что обусловлено относительной простотой реакций живых организмов этого уровня организации. Биоиндикаторы — организмы или сообщества организмов, жизненные функции которых так тесно коррелируют с определёнными факторами среды, что могут применяться для их оценки.

При организации внеклассной работы с использованием опытнической и проектной деятельности школьникам можно предложить биоиндикацию окружающей среды с помощью высших растений. Опыты и наблюдения удобнее проводить в весенне-летний период, когда вегетация растений достигает предела. Биоиндикаторы учитель может рекомендовать сам либо их могут выбрать учащиеся, учитывая возможность доступа к ним. Удобнее всего использовать сосну обыкновенную, которая распространена повсеместно и поистине является «кроликом для наблюдений». В таблицах 1, 2 приведены примеры чувствительности древесных пород к загрязнению воздуха различными веществами, а также морфологические изменения, которые школьники могут самостоятельно изучать в своих наблюдениях и опытах. Биоценозы для исследований целесообразно выбирать по расположению к источникам антропогенного воздействия (завод, фабрика, а также школа либо спальный район города для сравнения). Расчёт изменений, например серебристый налёт хвои сосны, можно производить на деревьях, с которых собрана хвоя на трёх экспериментальных площадках, а затем рассчитать процентное соотношение повреждённых листьев к неповреждённым на каждом опытном участке.

Таблица 1 — Чувствительность некоторых древесных пород к длительному загрязнению воздуха

Виды	SO <sub>2</sub>	HF	NH <sub>3</sub>	HCl, Cl <sub>2</sub>
1	2	3	4	5
Ель обыкновенная	+++	+++	++	+++
Сосна обыкновенная	+++	++	++	+++
Пихта белая	+++	+++	++	+++
Сосна Веймутова	++	++	.	++



Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Лиственница европейская	++	++	++	++
Граб обыкновенный	++	++	+++	+++
Липа мелколистная	++	.	.	.
Рябина обыкновенная	++	+	++	.
Берёза повислая	++	++	.	.
Берёза пушистая	+	.	.	.
Вяз шершавый	+	.	.	+
Осина дрожащая	+	+	.	.
Сирень обыкновенная	+	+	.	.
Роза собачья (шиповник)	-	-	-	++
Дуб черешчатый	-	+	+	.
Клён ясенелистный	-	-	-	.
Бузина чёрная	-	-	-	.
Бузина красная	-	.	-	.
Бересклет европейский	-	.	-	.
Слива садовая	.	+++	.	.
Лещина обыкновенная	.	++	.	.
Яблоня домашняя	.	++	.	.
Каштан конский	.	+	.	.

«-» — нечувствительные, «+» — малочувствительные, «++» — чувствительные, «+++» — очень чувствительные, «.» — реакция недостаточно изучена.

Таблица 2 — Признаки изменения ассимиляционного аппарата под действием избытка некоторых элементов

Элемент, находящийся в избытке	Концентрация	Признаки отравления	Биоиндикаторы
1	2	3	4
Двуокись серы	Влияние длительного воздействия $SO_2$ в концентрации менее $0,5 \text{ мг/м}^3$ . Длительное влияние слабых концентраций двуокиси серы (менее $0,1 \text{ мг/м}^3$ )	У растений появляются слабые повреждения, обнаруживающиеся по общему обесцвечиванию листа. Межжилковые некрозы и хлорозы. Наблюдается деформация листовых пластинок в виде морщинистости, скручивания без заметного изменения их окраски. На листьях образуются наросты, края становятся коричневыми, а затем бледно-жёлтыми	Люцерна, гречиха, подорожник большой, горох
Хлор		Появление различного рода пятен и красноватого оттенка листьев. Побледнение листьев, деформации хлоропластов	Шпинат, фасоль, кресс-салат
Озон		Появление на листьях тёмно-коричневых пятен и точечных некрозов на верхней стороне листьев	Табак, шпинат, соя



1	2	3	4
Фтор, фторидионы, ионы металлов	Невысокие концентрации	На листьях появляются узкие некротические светло-жёлтые полосы, распространяющиеся по периферии листа от верхушки к его основанию. Ионы накапливаются в сухом веществе	Райграс многоцветковый, полевица ползучая, полевица тонкая, горчица белая, листовая капуста, кофский каштан, мхи
Окислы азота, аэрозоли, азотистая кислота	Концентрация, превышающая $2 \text{ мг/м}^3$	Сильные повреждения ассимиляционных органов, которые схожи с повреждениями, вызванными $\text{SO}_2$ . Отличительной особенностью являются участки, чаще всего возникающие в верхней части, реже — в середине листовой пластинки. Межжилковые некрозы	Шпинат, сельдерей
Этилен	Слабая концентрация	Отмирание цветочных почек, мелкие размеры цветков, закручивание краёв листьев, повышение пероксидазной активности	Перуния, салат, томаты
Пероксиацетилнитрат	Длительное влияние слабых концентраций (менее $0,1 \text{ мг/м}^3$ )	Полосчатые некрозы на нижней стороне листьев	Крапива жгучая, мятлик однолетний
Радионуклиды	Невысокие концентрации	Накопление в сухом веществе	Олений мох, исландский мох
Сочетание вредных веществ в воздухе, смог	Высокие концентрации смога (основные компоненты: озон и пероксиацетилнитрат)	Поражаются субэпидермальные клетки нижней стороны листа, появляются вздутия и серебристый налёт листьев, образуются некротические пятна, сосредоточенные посреди и по краям листа. Уменьшение прироста клеток	Пихта, ель, сосна, выводковые почки

От загрязнения воздуха страдают биологические системы разного происхождения. Но следует иметь в виду, что животные и человек адаптированы к постоянному содержанию в воздухе кислорода, в то время как растения с их ассимиляционным аппаратом приспособлены к значительно более низким концентрациям в атмосфере  $\text{CO}_2$  и поэтому более чувствительны к концентрациям вредных веществ в воздухе. По этой причине растениям придаётся особое значение как биоиндикаторам атмосферного загрязнения.

Также можно предложить учащимся провести оценку состояния гумуса в

лесах и лесопосадках с использованием растений-индикаторов грубого, умеренного и мультгумуса, а на полях — экологических групп растений, отдающих предпочтение хорошей технологической готовности почвы (табл. 3). По их появлению или исчезновению можно судить о результатах вмешательства человека в гумусовый баланс почвы. Выделение эколого-ценотических групп даёт в распоряжение сельского и лесного хозяйства организмы-индикаторы, которые в случае вмешательства человека в природные процессы относительно быстро и надёжно свидетельствуют о биологическом воздействии.



Таблица 3 — Растения — индикаторы разных типов местообитаний

Параметр состояния 1	Виды-индикаторы 2
<b>Индикаторы временно пересыхающих почв</b>	
Кислые и бедные почвы	Cladonia sp., Dicranum spurium, Politrichum uniperium, Politrichum piliferum
Умеренно кислые почвы	Буквица лекарственная, колокольчик персиколистный, виды рода астрагал, ландыш майский
Известковые почвы	Фиалка трёхцветная, Rhytidium rugosum
<b>Индикаторы сырых почв</b>	
Очень кислые почвы	Виды рода клюква, родов Sphagnum, Polytrichum
Кислые почвы	Лапчатка болотная, щитолистник обыкновенный, виды рода Sphagnum
Основные	Калужница болотная, зюзник европейский, некоторые виды шлемника
Индикаторы переменено сухих, глинистых местообитаний	Вейник, осока низкая
<b>Индикаторы очень кислых почв</b>	
Почвы от сухих до умеренно влажных	Вереск обыкновенный, черника обыкновенная, брусника, Dyscranium scorarium, Pleurozium schreberi
Почвы от умеренно влажных до влажных	Ptilium crista-castrensis, Ptilidium ciliare
Почвы от влажных до сырых	Лапчатка примостоячая, багульник болотный, голубика, Polytrichum commune, sphagnum acutifolium
<b>Индикаторы на удобряемых свежих лугах</b>	
Индикаторы сухости	Шалфей, тимьян обыкновенный, чабрец, скабиоза голубиная, лядвенец рогатый, ожика равнинная, трясунка средняя, смолевка обыкновенная, подорожник средний, колокольчик круглолистный
Индикаторы обеднения почвы	Ясколка полевая, очиток едкий, ястребинка волосистая
Индикаторы кислотности	Щавель обыкновенный, гипохерис укореняющийся
Индикаторы нарушения дернины	Пырей ползучий, вейник наземный
Индикаторы влажности	Калужница болотная, осока заострённая
<b>Индикаторы на удобряемых влажных лугах</b>	
Индикаторы сырости	Калужница болотная, дербенник иволистный, осока просяная, подмаренник болотный, лютик жгучий, лютик ползучий
Индикаторы сухости	Подорожник средний, бедренец обыкновенный, овсяница овечья, истод обыкновенный, фиалка собачья, гвоздика травяная
<b>Индикаторы на пастбищах</b>	
Индикаторы местообитаний с поступлением азота и вытаптыванием	Лебеда раскидистая, горец птичий, подорожник большой, ромашка пахучая, мятлик однолетний

Пазакласная работа

Окончание таблицы

1	2
Индикаторы местообитаний, богатых азотом и фосфором	Клевер белый, мятлик обыкновенный, пырей ползучий, бодяк полевой, будра плющевидная, лапчатка ползучая, лапчатка гусиная, лютик ползучий
Индикаторы влажности	Осока заячья, ситник развесистый, бодяк болотный, горлицевидный, кукушкин цвет
<b>Индикаторы на пахотных землях</b>	
Индикаторы сильного подкисления	Щавель обыкновенный, дивала однолетняя, баранец малый, клевер пашенный
Индикаторы азота	Крапива жгучая, желтушник левкойный, паслён чёрный, молочай огородный
Индикаторы, предпочитающие карбонаты	Петрушка собачья, овсюг

**Список цитированных источников**

1. Осипенко, Г. Л. О развитии внеурочных форм обучения географическим и экологическим дисциплинам в средней школе / Г. Л. Осипенко, Н. А. Ковзик // Географические аспекты устойчивого развития регионов: материалы междунар. научно-практ. конференции: в 2 ч. Ч. 2. / под общ. ред. А. И. Павловского. — Гомель : ГГУ им. Ф. Скорины, 2015. — С. 160—163.
2. Осипенко, Г. Л. Роль классной и внеклассной работы в экологическом образовании и воспитании учащихся / Г. Л. Осипенко, Н. А. Ковзик // Біялогія: праблемы выкладання. — 2011. — № 6. — С. 32—34.
3. Осипенко, Г. Л. Пути развития экологического воспитания и образования учащихся / Г. Л. Осипенко // Геаграфія: праблемы выкладання. — 2016. — № 6. — С. 56—59.