

РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ШКОЛЬНИКОВ В ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ВОДОЕМОВ

Хованский И.Е.¹, Млынар Е.В.¹, Подлесная Е.Л.²

¹Межрегиональная общественная организация «Социально-Прогрессивный Альянс научно-теоретического и практического содействия социально-экономическому и культурному росту регионов «Рост Регионов», Хабаровск, e-mail: ikhovansky@mail.ru;

²МБОУ «СОШ пос. Сита», пос. Сита района имени Лазо Хабаровского края, e-mail: mlynar@bk.ru

Целью работы являлось апробирование и отработка на практике метода флуктуирующей асимметрии как экономичного способа мониторинга загрязнения водоемов, а также как одного из возможных методов обучения учащихся исследовательской работе. Перед учащимися стояла задача по отлову модельных объектов исследования, обработке статистических данных и объективной оценке современного состояния водного объекта на основе проведенного анализа. В ходе исследования было установлено полное отсутствие асимметричных признаков у гольца усатого. Сделано заключение, что стабильность развития гольца усатого не более 1 балла. Следовательно, качество среды обитания гольца усатого «Условно нормальное», и вода в среднем течении р. Сита не загрязнена. Данная работа была полезна для учащихся по многим аспектам: во-первых, школьники закрепили основные понятия, связанные с дисциплиной «Экология»; во-вторых, ознакомились с практическими методами организации и проведения мониторинговых работ; в-третьих, изучили методы работы с биологическими объектами (методику измерений и взвешиваний); в-четвертых, школьники ознакомились с методами статистической обработки данных. Последнее имеет мультипрофильный эффект, поскольку в школах на занятиях, как правило, не уделяется достаточно времени изучению методов математического анализа.

Ключевые слова: мониторинг, школьники, экспресс-метод, исследование, флуктуирующая асимметрия.

DEVELOPMENT OF THE RESEARCH CAPACITY OF THE STUDENTS IN THE PROJECT ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF RESERVOIRS

Khovansky I.E.¹, Mlynar E.V.¹, Podlesnaya E.L.²

¹Interregional public organization «Socially-Progressive Alliance scientific-theoretical and practical assistance to socio-economic and cultural rising regions «Rising Regions», Khabarovsk, e-mail: ikhovansky@mail.ru;

²School of Sita village, Khabarovsk region, e-mail: mlynar@bk.ru

The aim of the work was aprobovanie and practicing on practice method of fluctuating asymmetry as a cost-effective way of monitoring water pollution, as well as one of the possible methods of teaching students to research work. Before the students were challenged to catching model objects of research, statistical data processing and objective assessment of the current status of the water body on the basis of the analysis. The study found the complete absence of asymmetrical traits of fishes. Concluded that the stability of the development fishes not more than 1 point. Consequently, the quality of the Habitat is normal, and water in the middle reaches of r. Sita is not contaminated. This work was useful for students in many aspects: firstly, the consolidated basic concepts related to the discipline of ecology; Secondly, familiarized themselves with the practices of the Organization and carrying out monitoring work; Thirdly, have studied the methods of working with biological objects (method of measurement and weight measurements); Fourthly, the students got acquainted with the methods of statistical processing of the data. The latter has multiprofilnyj effect, because schools classes tended to not being given enough time to study methods of mathematical analysis.

Keywords: monitoring, schoolchildren, express-method, study, fluctuating asymmetry.

В последнее время в научной и образовательной сфере наблюдается обусловленный различными факторами недостаток квалифицированных специалистов, среди которых следует особо отметить невысокую оплату труда и слабое развитие исследовательских навыков, полученных в процессе обучения. Это особенно актуально для естественно-научной сферы деятельности. Немаловажным фактором состоявшейся научной карьеры является то, как специалист смог реализовать свой научный потенциал в процессе обучения

в школе и вузах. Научно-исследовательская работа (НИР) традиционно является одной из важнейших форм учебного процесса по естественно-научным дисциплинам в школе и вузах, зачастую материально-техническое оснащение этих заведений и отсутствие свободного времени не позволяют полноценно проводить исследовательские работы в период обучения.

Следует подчеркнуть, что если в период обучения в вузе существуют научные сообщества, олимпиады и конференции, где студенты могут найти единомышленников, а также обменяться опытом и результатами своих исследований, то со школой ситуация несколько сложнее. Например, в старших классах такой важной дисциплине, как биология, отводится всего 1 час в неделю, что, несомненно, является недостаточным для развития творческого потенциала школьников в данной области. В то же время нагрузка в школе значительно ниже, чем в вузах, и у школьников существует дополнительное время, в которое активная молодежь способна найти область своих интересов и развить свои исследовательские навыки.

Рассматривая образовательный комплекс в целом, следует отметить, что в той или иной степени в процессе исследовательских работ могут быть задействованы практически все школьники. При этом навыки исследователя, которые будут привиты в процессе школьного обучения, развивают у обучающихся логическое мышление, систему «анализ - синтез» и в дальнейшем могут быть с успехом применены при проведении изысканий практически в любой дисциплине.

Это особо необходимо, поскольку в дальнейшем, уже будучи студентами и занимаясь более серьезно научной работой, они полностью несут персональную ответственность за свои результаты и качество выполнения поставленных задач, а полученные результаты студенческих исследований находят широкое применение в практической деятельности [1; 2]. Исследовательская работа служит для учащихся школ основой текущих проектов и рефератов, является базой создания курсовых и дипломных работ при дальнейшем обучении, а выполнение совместных исследовательских проектов стимулирует школьников к дальнейшему самообразованию и повышает их конкурентоспособность [3; 4]. В настоящее время образование и научное сообщество переживают непростые времена, поэтому необходимо акцентировать внимание на исследовательской деятельности обучающихся. Целесообразно задействовать потенциал обучающихся в исследовательских проектах по различным направлениям. Реализованные же при помощи школьников проектные идеи могут быть успешно применимы в повседневной жизни для решения текущих задач.

Целью представленной работы являлись апробирование и отработка на практике метода флуктуирующей асимметрии [5; 6] как экономичного способа мониторинга загрязнения водоемов, а также как одного из возможных методов обучения учащихся

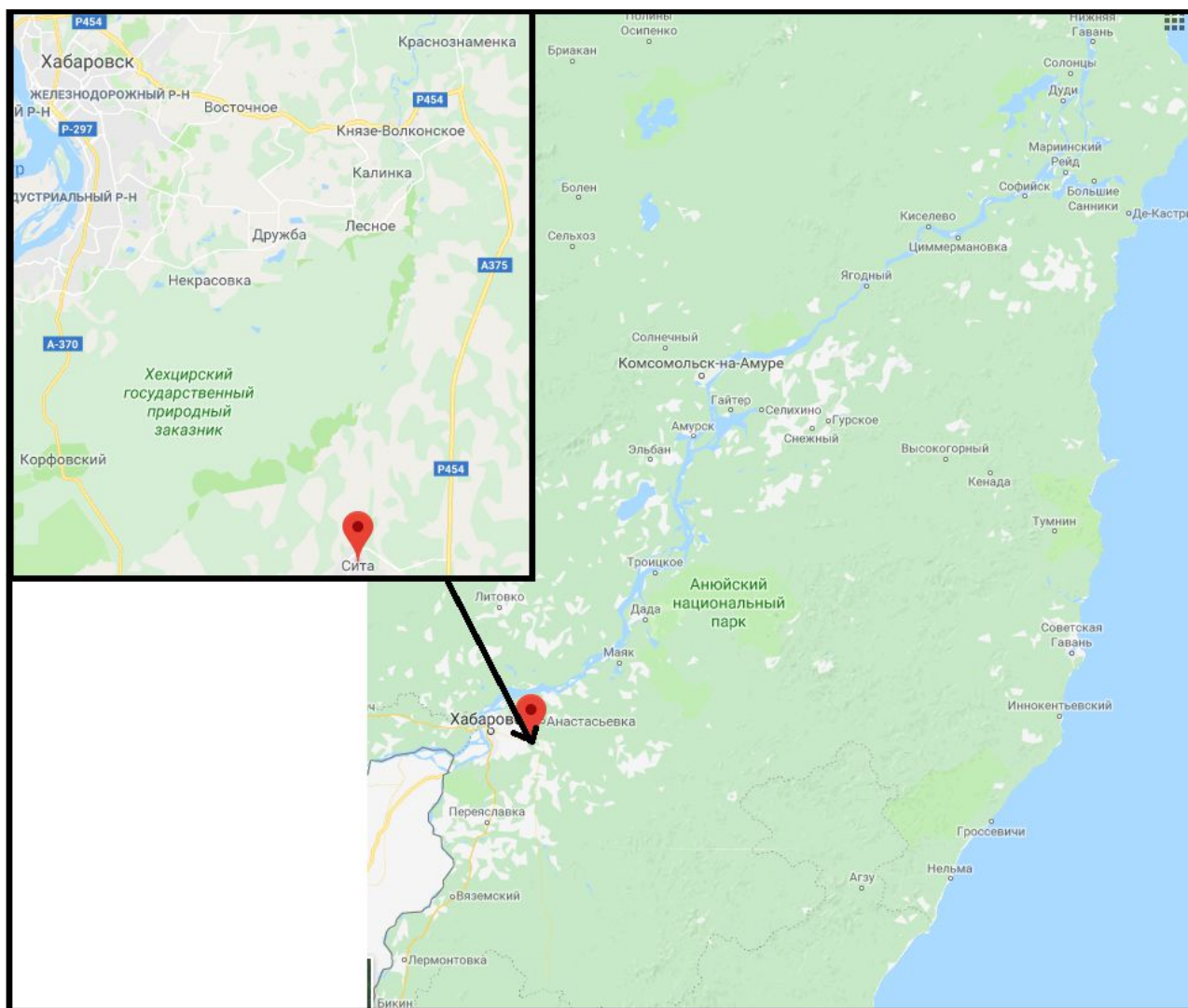
исследовательской работе.

Информация о возможном загрязнении водоемов всегда беспокоит местных жителей, традиционно использующих ресурсы этих водоемов для питания. Но часто эта информация отсутствует, так как анализ загрязнённости воды – дорогостоящая процедура. Рассматриваемый проект предлагал решение данной проблемы общедоступным, научно обоснованным и недорогим методом. Следует отметить, что результаты работы вошли в информационную базу по экологическому состоянию водоемов Хабаровского края и послужили исходной точкой для организации масштабных мониторинговых работ в данном направлении.

Материалы и методы исследования

В качестве исследовательской площадки был выбран приток реки Амур – река Сита (рисунок). К научно-исследовательской работе были привлечены 5 школьников, проживающие в поселке Сита, территориально расположенном в пределах интересующего водотока. Перед учащимися стояла задача по отлову модельных объектов исследования, обработке статистических данных и объективной оценке современного состояния водного объекта на основе проведенного анализа.

Для возможности проведения оценки экологического состояния водотоков школьники были детально ознакомлены с рядом относительно несложных методик. Кроме указанного выше метода флуктуирующей асимметрии [5; 6], им были предложены в том числе общепринятые методы ихтиологических исследований (анализ по состоянию объектов животного мира – рыб) [7]. В качестве индикатора при этом был выбран голец усатый круглохвостый *Barbatula nudus* (Bleeker, 1865), отлов которого осуществлялся учебными снастями в осенний период 2017 года. Данный вид был выбран и использован в качестве индикатора, поскольку он не является далеко мигрирующим, ведет придонный образ жизни, может служить фоновым объектом.



*Район проведения исследований школьниками поселка Сита в 2017 году
(река Сита, Хабаровский край)*

Оценка стабильности развития рыб и состояние водоема проводились на основе методических рекомендаций В.М. Захарова, утвержденных Распоряжением Государственной службы охраны окружающей природной среды МПР РФ от 16 октября 2003 г. N 460-р [6]. У рыб (30 экземпляров) были проанализированы следующие признаки: число лучей в грудных плавниках, число лучей в брюшных плавниках, число жаберных тычинок в каждой из четырех жаберных дуг.

Для анализа асимметричных качественных признаков просчитывалось среднее число асимметричных проявлений признака (ЧАПП), а также число асимметричных признаков на особь (ЧАПО):

$$\text{ЧАПО} = \frac{\sum_{i=1}^k A_i}{nk},$$

где A_i – число асимметричных проявлений признака i (число особей асимметричных по признаку i); n – численность выборки; k – число признаков.

Качество среды обитания оценивалось в соответствии с пятибалльной шкалой оценки отклонений состояния организма от условной нормы по величине интегрального показателя стабильности развития [5]. При этом под качеством среды понималось ее состояние, необходимое для обеспечения здоровья человека и других видов живых существ. Степень отклонения среды от нормы анализировалась по состоянию населяющих ее живых организмов, которое, в свою очередь, определялось по нарушению стабильности развития наиболее массовых (фоновых) видов, и оценивалась по пятибалльной шкале (таблица 1).

Таблица 1

Оценка качества среды по стабильности развития [6]

Стабильность развития в баллах	Качество среды
1-й балл	Условно нормальное
2-й балл	Начальные (незначительные) отклонения от нормы
3-й балл	Средний уровень отклонений от нормы
4-й балл	Существенные (значительные) отклонения от нормы
5-й балл	Критическое состояние

Результаты исследования и их обсуждение

Все привлеченные к исследованию школьники показали хорошие способности к обучению предложенным методам исследований, проявляли любознательность и интерес. Обучение проходило как во время запланированной внеурочной деятельности, так и при домашней подготовке. Затруднений в освоении нового материала у обучающихся не отмечено.

Стабильность развития как способность организма к нормальному развитию (без нарушений и ошибок) является чувствительным индикатором состояния природных популяций и позволяет оценивать суммарную величину антропогенной нагрузки [6]. Определение величины флуктуирующей асимметрии билатеральных морфологических признаков может служить одним из наиболее простых и доступных для широкого использования способом оценки стабильности развития. При способе учитываются отклонения от строгой билатеральной симметрии вследствие несовершенства онтогенетических процессов, что проявляется в незначительных ненаправленных различиях между сторонами (в пределах нормы реакции организма) [6]. Получаемая интегральная оценка качества среды является ответом на вопрос – какова реакция живого организма на

неблагоприятное воздействие, которое имело место в период его развития.

При анализе полового состава улова было выяснено, что в реке Сита у гольца усатого круглохвостого, как и в других водоемах, соотношение полов было близко к равновесному. Доля самок в выборке составила 45%, доля самцов была несколько выше, и достигала 55%. Полная длина гольца усатого круглохвостого (АВ) в выборке колебалась от 9,2 до 15 см, составив в среднем 12,5 см. Длина до конца чешуйного покрова (AD) варьировала в пределах от 8,4 до 13 см, составив в среднем 10,6 см. Средняя масса гольца в выборке составляла 13,2 г при вариациях от 5 до 25 г. Наибольшая высота тела (Н) у гольца изменялась в пределах от 1 до 2,5 см, в среднем составив 0,97 см. Основные морфологические показатели исследованных рыб приведены в таблице 2.

Таблица 2

Морфологические показатели исследованных рыб

Показатели	Масса, г	Масса без внутренних, г	AD, см	AB, см	КУК	КУФ
Среднее	13,2	10,6	10,6	12,2	0,89	1,12
Стандартная ошибка	1,0	0,7	0,2	0,3	0,05	0,05
Минимум	5,0	4,2	8,4	9,2	0,71	0,84
Максимум	25,0	20,0	13,0	15,0	0,91	1,14

Показатели упитанности (коэффициенты упитанности по Кларк – КУК и Фультону – КУФ (таблица 2) круглохвостого гольца в целом соответствуют литературным данным по гольцам семейства балиторовых (*Burbotula*) из других регионов и свидетельствуют о хорошей кормовой базе рыбы, вполне благополучном экологическом состоянии биоценоза водоема [8].

Для оценки экологического состояния водной среды школьниками были также проанализированы следующие билатеральные признаки у 30 особей гольца усатого: число лучей в грудных плавниках, число лучей в брюшных плавниках, число жаберных тычинок в каждой из четырех жаберных дуг. Затем было посчитано среднее число асимметричных проявлений признака (ЧАПП), число асимметричных признаков на особь (ЧАПО).

В ходе исследования было установлено полное отсутствие асимметричных признаков у гольца усатого. Сделано заключение, что стабильность развития гольца усатого не более 1 балла. Следовательно, качество среды обитания гольца усатого «Условно нормальное», и вода в среднем течении р. Сита не загрязнена.

Затем школьникам была поставлена еще одна задача – проанализировать стоимость

проведенного исследования по изучению загрязнения воды и сделать вывод о его экономической эффективности.

Под загрязнением воды принято понимать изменение её химического или физического состава, биологических характеристик. Это определяет ограничения при дальнейшем использовании ресурса. Для того чтобы определить состояние воды, измеряется целый ряд показателей. Среди них: цветность; степень мутности; запах; рН уровень; содержание тяжёлых металлов, микроэлементов и органических веществ; титр кишечной палочки; гидробиологические показатели; количество растворённого в воде кислорода; окисляемость; наличие патогенной микрофлоры; химическое потребление кислорода и др.

В ходе выполнения проекта школьники рассчитали, что для проведения основных лабораторных исследований воды из реки потребуются следующие финансовые затраты в соответствии со стоимостью услуг в Хабаровском крае (таблица 3).

Таблица 3

Стоимость услуг лабораторных исследований воды в Хабаровском крае

№ п.п.	Определяемые показатели	Базовая цена, руб.
1	Отбор образцов	750-1000
2	Органолептические показатели	1300-1500
3	Показатели органического загрязнения	20500-23000
	Итого:	22550-25500

Для определения загрязнения реки по предложенному методу флуктуирующей асимметрии необходимы следующие финансовые затраты (таблица 4).

Таблица 4

Стоимость затрат по предложенному методу флуктуирующей асимметрии

№ п.п.	Показатель	Стоимость, руб.
1	1 кг рыбы (например, голян), приобретенный у рыбаков, чтобы в улове было не менее 20 особей одного вида	50-100
2	Самостоятельно выловить в реке рыбу, чтобы в улове было не менее 20 особей одного вида	0
	Итого:	50-100

На основании проведенного расчета было сделано заключение, что затраты для определения загрязненности воды апробированным школьниками методом на два порядка ниже по себестоимости. Кроме того, данный метод является экспресс-методом и служит для получения общей информации о загрязнении реки.

Так как проект выполнялся в МБОУ «СОШ пос. Сита», то для выполнения исследований была задействована школьная биологическая лаборатория. Определение загрязнения воды методом флукутуирующей асимметрии экономически выгоден, научно обоснован. Данный проект общедоступен, может широко применяться в любом регионе. Его могут выполнять школьники.

Заключение

В связи со сложившейся тяжелой обстановкой в научно-исследовательской среде и отсутствием необходимого числа квалифицированных специалистов значимым механизмом реализации различных исследований может стать привлечение к ним школьников. Опыт работы школьников по реке Сита в 2017 году в настоящее время используется при проведении аналогичных статистических сборов и на других реках региона. Полученные мониторинговые сведения в значительной мере дополняют имеющиеся материалы по загрязнению окружающей среды.

Необходимо отметить, что данная работа была полезна для учащихся по многим аспектам:

- во-первых, школьники закрепили основные понятия, связанные с дисциплиной «Экология»;
- во-вторых, ознакомились с практическими методами организации и проведения мониторинговых работ;
- в-третьих, изучили методы работы с биологическими объектами (методику измерений и взвешиваний);
- в-четвертых, школьники ознакомились с методами статистической обработки данных.

Последнее имеет мультипрофильный эффект, поскольку в школах на занятиях, как правило, не уделяется достаточно времени изучению методов математического анализа.

Особо следует оговорить, что учащимися впервые были самостоятельно задействованы навыки компьютерной грамотности, в частности способы построения диаграмм различного вида. Это тем более актуально, что в сельской местности далеко не все дети имеют возможность полноценно взаимодействовать с мультимедийным оборудованием (компьютером).

Кроме того, школьники начали формировать соответствующие компетенции, что, безусловно, пригодится им при выборе дальнейшего пути профессионального развития [9; 10].

Нужно упомянуть и о предварительных результатах проведенной работы. Так, группа школьников, выполнявшая данный проект, успешно смогла выступить на региональном этапе Всероссийского конкурса юношеских исследовательских и проектных работ им. В.И. Вернадского, где они завоевали 1 место. В дальнейшем на всероссийском этапе конкурса школьники стали призерами.

В настоящее время учащиеся курируют выполнение целого комплекса подобных работ, т.е. данное исследование послужило началом школьных мониторинговых работ по изучению малых

рек Хабаровского края.

Список литературы

1. Хованский И.Е., Млынар Е.В. Оценка биоресурсного потенциала региона и научно-исследовательская работа студентов // Успехи современного естествознания. 2014. № 10. С. 25-27.
2. Млынар Е.В., Трускова Г.М., Хованский И.Е. Экологические факторы зараженности амурского язя *Leuciscus waleckii* (Dybowski, 1869) метоцеркариями трематод в бассейне реки Амур // Современные проблемы науки и образования. 2016. № 3. [Электронный ресурс]. URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=24560> (дата обращения: 05.02.2019).
3. Шафранов-Куцев Г.Ф., Гуляева Л.В. Исследование конкурентоориентированности современных старшеклассников: актуальные тенденции и перспективы формирования (на примере Тюменской области) // Интеграция образования. 2017. Т. 21. № 4. С. 651-668.
4. Левицкая И.А. Конкурентоспособность будущего специалиста как социально-педагогическая категория // Современные исследования социальных проблем (электронный научный журнал). 2016. № 1. С. 110-124.
5. Захаров В.М. Асимметрия животных. М.: Наука, 1987. 216 с.
6. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур) (утв. Распоряжением Государственной службы охраны окружающей природной среды МПР РФ от 16 октября 2003 г. N 460-р). [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901879474> (дата обращения: 11.02.2019).
7. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
8. Аблайсанова Г.М. Современное состояние семейства балиторных рыб р. Кызылагаш. [Электронный ресурс]. URL: <http://nblib.library.kz/elib/library.kz/journal/Ablaisanova.pdf> (дата обращения: 05.02.2019).
9. Семенова Л.А. Особенности профессионально-трудового самоопределения молодежи / Л.А. Семенова // Вестник института социологии. 2012. № 2. С. 100. [Электронный ресурс]. URL: http://www.vestnik.isras.ru/files/File/Vestnik_2011_02/Semenova.pdf (дата обращения: 15.02.2019).
10. Арон И.С. Профессиональное самоопределение старшеклассников в контексте социальной ситуации развития // Национальный психологический журнал. 2013. № 3. С. 20-27.