

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московский государственный
областной университет
Центр по работе с одарёнными детьми и учителями Московской области

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ
КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Методическое пособие для школьников



Москва
2015

УДК 378.245:504

ББК 74.58:72

О 64

Печатается по решению кафедры методики преподавания биологии, химии и экологии МГОУ

Авторы:

В.А. Волков, Т.В. Дунаева, Е.А. Дунаева, Д.Б. Петренко, И.В. Хомутова

Рецензенты:

В.В. Пасечник – доктор педагогических наук, профессор
Московского государственного областного университета;

О.А. Савватеева – кандидат биологических наук, доцент кафедры
методики преподавания биологии, химии и экологии
Московского государственного областного университета

О 64

**Организация и проведение комплексного геоэкологического
обследования территории** : методическое пособие для школьников /
В.А. Волков и др. – М.: ИИУ МГОУ, 2015. – 52 с.

ISBN 978-5-7017-2371-7

В первой части методического пособия представлен адаптированный для школьников комплекс исследований для геоэкологической оценки участка территории; рассмотрен состав полевых и лабораторных работ, проводимых с целью выявления характеристик природных объектов современными инструментально-методическими средствами; приведены способы анализа, систематизации и интерпретации полученных данных. **Результаты таких исследований можно использовать, например, с целью решения проблем рационального природопользования, выявления биоразнообразия или создания основы для организации мониторинга динамики природных процессов и влияния на них антропогенных факторов.**

Во второй части дан пример комплексного геоэкологического обследования участка рекреационной территории долины р. Осётр, проведённого участниками слёта юных экологов Московской области «ЭКО-2013».

Пособие предназначено учителям, школьникам – авторам коллективных и индивидуальных экологических проектов, участникам муниципальных, региональных и всероссийских этапов экологических олимпиад и конкурсов и их руководителям.

УДК 378.245:504

ББК 74.58:72

ISBN 978-5-7017-2371-7

© Московский государственный
областной университет, 2015

© Оформление ИИУ МГОУ, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
----------------	---

I. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ

1.1. Геоэкологические исследования.....	6
1.2. Состав работ по сбору фактических данных для комплексной геоэкологической оценки территории.....	7
1.3. Инструменты и аппаратура для проведения натурных наблюдений и измерений школьниками.....	18
1.4. Общие требования к отбору, консервированию, транспортировке, хранению проб природного материала (воды, снега, воздуха, почв, биоматериала) и правила подготовки образцов к анализу	19
1.5. Исследования в лабораторных условиях и виды камеральных работ при проведении геоэкологических исследований	21
1.6. Статистическая обработка и анализ данных, картографирование результатов геоэкологического обследования территории.....	23

II. ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УЧАСТКА РЕКРЕАЦИОННОЙ ТЕРРИТОРИИ, ПРОВЕДЁННОГО В ДОЛИНЕ Р. ОСЁТР (ЛУХОВИЦКИЙ РАЙОН) УЧАСТНИКАМИ СЛЁТА ЮНЫХ ЭКОЛОГОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ЭКО-2013»

2.1. Состав натурных измерений на 8 опытных площадках поперечного профиля долины р. Осётр.....	27
2.2. Исследования в лабораторных условиях	32
2.3. Результаты геоэкологического обследования участка территории правого борта долины р. Осётр, их интерпретация, практическое и образовательное значение.....	34
Список литературы	36

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.....	40
Приложение 2.....	45
Приложение 3.....	47
Приложение 4	49

ВВЕДЕНИЕ

Методическое пособие посвящено вопросам организации и проведения силами школьников натуральных и лабораторных геоэкологических исследований с использованием современных инструментов и аппаратуры, позволяющих получить объективные фактические данные и практически значимые результаты, дающие представление о геоэкологической обстановке на изучаемом участке территории.

Кроме того, в нём освещаются вопросы организации мониторинга природных процессов и антропогенных факторов, а также даётся представление о методах анализа и интерпретации полученных данных.

Комплексное геоэкологическое обследование территории выполняется с целью изучения природных процессов и выявления свойств природных объектов: рельефа, геологического строения, почв, водоёмов, видового состава фауны и флоры, характеристик ландшафта, экосистем.

Особенности использования школьниками методических подходов и практической реализации комплексных геоэкологических исследований рассматриваются на примере организации такого обследования в рамках программы слёта юных экологов Московской области «ЭКО-2013» в Луховицком районе в августе 2013 г.

Адекватные решения по управлению устойчивым развитием урбанизированных территорий и своевременные действия по обеспечению экологической безопасности населения предпринимаются, как правило, ответственными и экологически образованными людьми. Формирование же экологического мировоззрения, основанного на принципах устойчивого развития, осуществляется пока лишь путём внеклассной работы в школе и в ходе занятий в учреждениях дополнительного образования.

Актуальность создания пособия для школьников такой тематики определяется тем, что результаты комплексного геоэкологического обследования, организованного с учётом соответствующих требований, могут составлять основу проектов учащихся, а исследовательская и проектная работа со школьниками закреплена последними Федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) в качестве обязательного вида деятельности, включённого в учебный процесс.

Предлагаемое авторами методическое пособие предназначено для практического использования школьниками, их научными руководителями и консультантами при проведении экологического обследования участка территории с целью выявления его геоэкологических особенностей, понимания экологической ситуации и практической значимости

его природного потенциала. Такие исследования могут быть организованы по инициативе школьников в виде комплекса полевых и лабораторных практикумов, связанных между собой изучением свойств природных процессов и объектов. Выполняться они могут, например, в рамках «социального заказа», т. е. по запросу населения, реализующего своё право на общественный экологический контроль, или по заказу муниципальных органов власти, обеспокоенных местными экологическими проблемами.

Электронные версии адаптированных для школьников методик исследования природных объектов, разработанных экологическим центром «Экосистема» и размещённых на его официальном сайте (www.ecosystema.ru), перечень которых приведён в Приложении 4, помогут руководителям и консультантам более профессионально подойти к организации проектной деятельности обучающихся.

I. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ

1.1. Геоэкологические исследования

Геоэкология – практический раздел науки, занимающийся изучением свойств компонентов природной среды (составные части экосистем: приземная атмосфера, почвы, поверхностные и подземные воды, горные породы) и их региональных и глобальных изменений, обусловленных техногенным воздействием [47].

Геоэкологическое обследование и оценка территории проводятся с целью выявления результатов взаимодействия природы и общества. Оценка осуществляется путём изучения и анализа свойств природных объектов, особенностей протекания естественных природных процессов, характера и степени антропогенного воздействия на геосистему – комплекс из следующих компонентов: литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы, находящихся в системной связи друг с другом и выступающих как целостность по отношению к другим системам и к человеку [19].

Методика геоэкологической оценки участков территорий может изменяться в зависимости от их площади, т. е. масштаба исследования, от вида и степени антропогенных воздействий, т. е. от характера и интенсивности их использования человеком. В.Г. Заиканов [19] предлагает разные методики геоэкологической оценки: для территорий регионов; для городских или урбанизированных территорий; для зон влияния крупных промышленных объектов; для рекреационных территорий и пр.

В настоящем методическом пособии мы рассматриваем упрощённую методику проведения комплекса исследований для геоэкологической оценки участка территории, адаптированную для школьников. Этими исследованиями охватываются свойства и особенности следующего комплекса природных объектов: характер и формы рельефа, состав и генезис четвертичных отложений, особенности гидрологических объектов (открытых водоёмов и подземных вод), характеристики почвенного разреза, видовой состав фауны и флоры, состояние экосистем, и другие характеристики ландшафта.

1.2. Состав работ по сбору фактических данных для комплексной геоэкологической оценки территории

Геоэкологическое обследование территории, проводимое с целью изучения свойств и состояния компонентов природной среды или составных частей экосистем (приземной атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод, горных пород) и их изменений под влиянием антропогенных воздействий, должно носить комплексный характер.

Состав, детальность и масштаб работ по геоэкологическому обследованию могут меняться в зависимости от цели и задач проводимых исследований.

Например, при проведении рекогносцировочных (ознакомительных) исследований требуется быстро и с минимальными затратами получить общее представление о геоэкологической обстановке на обследуемом участке территории. В этом случае организуется визуальное экспресс-обследование с минимальным набором измерений, которое выполняется по маршрутам, намечаемым при дешифрировании космических снимков или аэрофотоснимков.

Для определения сложившейся экологической обстановки и причин имеющихся здесь проблем производятся детальные дорогостоящие съёмочные работы, результаты которых позволяют получить представление об особенностях развивающихся здесь процессов, определяющих проблемную ситуацию.

Работы по геоэкологическому обследованию территории можно условно разделить на **«полевые работы»** (или натурные исследования) и **«камеральные работы»** (аналитические и лабораторные исследования), проводимые в лабораторных условиях.

Выполнение полевых работ (натурных исследований) позволяет собрать фактические данные для последующей их систематизации, статистической обработки, визуализации, картографирования и анализа. Их проводят в тех случаях, когда надо понять реальную ситуацию на исследуемом участке территории, которая неизвестна или быстро меняется и резко отличается в разных частях обследуемой территории под влиянием факторов природного или антропогенного характера. Все данные, полученные в ходе натурных исследований, фиксируются в соответствующих специальных бланках и (или) путём записей результатов в полевой дневник. Кроме того, они обязательно должны иметь «адресную привязку», т. е. необходимо зафиксировать географические координаты мест наблюдений и взятия проб и (или) отметить их на карте в виде точек или маршрутов.

Камеральные работы проводятся в стационарных условиях. Они, как правило, включают: изучение в лабораторных условиях химического состава и других свойств проб, отобранных на природных объектах обследуемых участков территории; обработку, визуализацию, оформление, картографирование и комплексный анализ полученных данных; обсуждение и интерпретацию результатов; формирование рекомендаций и предложений по их практическому использованию.

Полученные данные должны дать фактическое основание для анализа происходящих процессов, для понимания и оценки экологической ситуации, сложившейся на исследуемой территории, для разработки предложений по её стабилизации и улучшению, а в случае необходимости – для принятия неотложных мер по её нормализации.

Комплекс наблюдений и измерений в рамках геоэкологического обследования, которые проводятся силами школьников для получения фактических данных, может включать следующие виды работ:

- 1) **Выполнение географической привязки точек наблюдений (исследовательских маршрутов)**, фиксирование времени наблюдений и погодных условий.
- 2) **Описание рельефа обследуемого участка территории и построение профиля рельефа местности.**
- 3) **Описание почвенного разреза и отбор образцов почвы.**
- 4) **Исследование флоры и фауны территории или акватории (определение и составление перечня видового разнообразия, описание лугового и лесного растительных сообществ, проведение биоиндикации и биотестирования).**
- 5) **Измерение физических параметров среды.**
- 6) **Обследование и описание водных объектов, сопровождающееся измерением их физических характеристик и химических параметров, а также отбором проб воды для лабораторного химического и микробиологического анализа.**
- 7) **Организация мониторинговых исследований качества компонентов окружающей среды и состояния природных объектов.**

Все отобранные пробы передаются в лабораторию для химического анализа. Фактические данные обследования, полученные в ходе описанного комплекса работ, систематизируются, обрабатываются, визуализируются в виде графиков, диаграмм, наносятся на карту с целью последующего их комплексного анализа и интерпретации. В результате формулируются выводы и оформляются результаты геоэкологической оценки, составляются рекомендации по их возможному практическому использованию.

Далее кратко поясним, как и в какой последовательности может быть организована исследовательская деятельность школьников по каждому виду перечисленных работ.

1) Выполнение географической привязки точек наблюдений и исследовательских маршрутов, фиксирование времени наблюдений и погодных условий

Географической привязкой точек проведения наблюдений и трасс исследовательских маршрутов принято называть определение их положения на карте или детальном космическом снимке исследуемого участка территории, т. е. установление их географических координат: широты и долготы.

Расположение точки наблюдения можно определять следующими способами:

1. В натуре выбирается характерный объект, хорошо распознаваемый на крупномасштабной карте или на детальном космическом снимке, который расположен на минимальном удалении от точки. С точки фиксируется азимут на этот объект и измеряется расстояние от точки до него. Полученные данные позволяют нанести точку на карту, отложив на ней с учётом масштаба длину фактического расстояния от объекта до точки по линии измеренного азимута.

2. Координаты точек наблюдений можно определять с помощью GPS-приёмника (навигатора).

Нанесение на карту исследовательских маршрутов производится следующим образом. До проведения исследования по крупномасштабной карте или детальному космическому снимку исследуемого участка местности намечается планируемая трасса исследовательского маршрута с учётом поставленной цели и задач. При движении по маршруту в натуре прокладывается его фактическая уточнённая трасса, фиксируются координаты начальной, промежуточных и конечной точек маршрута, а их положение наносится на карту или снимок. Промежуточными точками отмечаются места изменения азимута маршрута или смены ландшафтных характеристик на исследуемом участке территории.

2) Описание рельефа обследуемого участка территории и построение профиля рельефа местности

Рельеф является ведущим фактором, контролирующим перераспределение влаги и тепла по земной поверхности, поэтому характер рельефа определяет условия формирования почвенного и растительного покрова, интенсивность и скорость протекания экзогенных процессов,

которые часто создают проблемные ситуации и могут представлять опасность как для природных объектов, так и для объектов хозяйственной деятельности на урбанизированных территориях.

Описание форм рельефа и картографирование его особенностей в комплексе работ по геоэкологическому обследованию может содержать характеристики и названия форм рельефа разного порядка: мезорельефа, микрорельефа и нанорельефа (см. приложение 1 «Глоссарий»).

Рельеф на обследуемом участке территории можно описывать в произвольной форме, указывая при этом наличие форм мезорельефа и наиболее характерные их черты (например, крутизну и экспозицию склонов), а также наиболее распространённые и специфические формы микро- и нанорельефа, отмечая особенности их сочетания.

В ходе проведения геоэкологических исследований изучаются природные комплексы. При этом важно отражать не только особенности, но и взаимосвязь основных компонентов среды – геологической основы, состава четвертичных отложений, форм рельефа, характеристик почвы, видового состава флоры и фауны. Это можно сделать путём построения комплексных профилей, которые нагляднее, чем карты, дают представление о характере взаимосвязей компонентов ландшафта. Вначале осуществляется выбор участка для вертикальной съёмки. Затем путём выполнения комплекса простейших геодезических измерений проводится нивелирная съёмка, по результатам которой производится построение гипсометрического или геоморфологического профиля рельефа местности. Способ построения простейшего геоморфологического профиля (поперечного профиля долины небольшой реки) по данным, полученным с помощью школьного нивелира, описан в пособии А.С. Боголюбова [6]. Построение профиля рельефа – одна из форм «вертикальной» съёмки местности, которая, в отличие от «горизонтальной» съёмки (построение плана местности), позволяет наглядно отразить рельеф изучаемого участка. Часто профиль строят по линии, пересекающей поперек основные характерные формы рельефа, расположенные на исследуемом участке. Примером может служить поперечный профиль долины реки. Профиль рельефа – наглядное отображение местности в разрезе – может составить основу комплексного профиля. Комплексный ландшафтный профиль помимо рельефа включает отображение основных компонентов среды (состав и генезис четвертичных отложений, тип почвы, состав растительности). Описания комплексных исследований на ландшафтном профиле приведены в пособии А.С. Боголюбова

«Комплексные исследования на ландшафтном профиле» (см. Приложение 4, методика 3).

3) Описание почвенного разреза и отбор образцов почвы

Следующим логически обусловленным этапом комплексного геоэкологического обследования территории является исследование почв и подпочвенных отложений («материнской породы»). В условиях Подмосковья это, как правило, четвертичные отложения ледникового, водно-ледникового или аллювиального происхождения (генезиса).

Рельеф и состав четвертичных отложений во многом определяют почвообразовательные процессы и являются ведущими факторами для формирования почв той или иной разновидности. Роль рельефа для формирования почв важна, т. к. он определяет водный и тепловой баланс в каждой точке земной поверхности. Происхождение и состав четвертичных отложений определяют многие свойства почв, т. к. являются для них вещественной основой, подвергающейся воздействию почвообразующих процессов.

Изучение и описание почвенного разреза производится по уже устоявшимся и общепринятым стандартным методикам, приведённым на сайте экологического центра «Экосистема» (Приложение 4, методика 2). Оно сопровождается отбором образцов почвы из разных горизонтов почвенного разреза для последующего химического анализа. Определения основных понятий, используемых при описании почвенного разреза, приведены в приложении 1 «Глоссарий».

Изучение и описание почвенного разреза выполняется следующим образом:

- закладывается почвенный шурф размером 0,5 м Ч 1 м и глубиной 1–2 м, лопатой или почвенным ножом зачищается (выравнивается) одна из его стенок для документирования;
- выполняется зарисовка и фотофиксация почвенных горизонтов, составляется описание строения почвенного профиля по зачищенной стенке шурфа, как правило, обращённой к солнцу;
- выявляется механический состав разных горизонтов почвы;
- определяется тип почвы;
- выявляются исходные данные для определения степени рекреационной нагрузки на исследуемом участке: степень уплотнения почвы и её пористость;
- производится отбор образцов почвы из верхнего почвенного горизонта А и из самого нижнего горизонта С для последующего анализа химического состава в лабораторных условиях (методики

хранения, транспортировки, подготовки проб приведены в разделе 1.5 настоящего пособия).

Все данные, полученные в ходе натуральных исследований на точках наблюдений, включая характеристики почвенных горизонтов, фиксируются в специальных бланках для записи результатов исследований. Образец такого бланка приведён в приложении 2. Пример фиксирования результатов наблюдений на одной из точек профиля дан в приложении 3.

4) Исследование флоры и фауны территории или акватории

Исследование флоры и фауны проводится с целью выявления видового разнообразия и экологических особенностей изучаемых групп живых организмов, распространённых на обследуемом участке территории или акватории, а также для количественного учёта их видов.

Д.В. Моргун разработал «Методику анализа видового разнообразия в эколого-фаунистической исследовательской работе», которая опубликована в сборнике «Методы полевых экологических исследований» [24].

Геоботанические исследования флоры лугового и лесного растительных сообществ организуются на пробных площадках ключевых участков, расположение которых выбирается по результатам рекогносцировочного (предварительного) обследования территории или на точках комплексных наблюдений, расположенных вдоль выбранного профиля рельефа исследуемой местности.

Составление геоботанического описания на пробных площадках ключевых участков

Выбор ключевых участков и закладка пробных площадок для составления геоботанического описания производятся на основе данных рекогносцировочного обследования территории.

Ключевой участок характеризуется однородным видовым составом растительности. Он должен представлять один из наиболее типичных для изучаемой территории биогеоценозов, т.е. на каждом участке должны быть однородные условия (тип почвы, литологический состав почвообразующих пород, тип рельефа, характер увлажнения территории, микроклимат). Площадь такого участка обычно составляет от 500 до 650 м².

Каждый из ключевых участков нумеруется, а его расположение наносится на топографическую основу (план местности). Геоботаническое описание составляется на пробных площадках выбранного ключевого участка.

Пробная площадка – это отграниченная часть земельного участка, на которой проводится изучение растительности. На ключевом участке размещается несколько пробных площадок. Их количество определяется изучаемым фитоценозом.

Для лесного фитоценоза размеры площадки составляют 25×25 м, т. е. могут совпадать с размерами ключевого участка. Если же закладываются площадки 10×10 м, то их на ключевом участке может быть до 6 штук. Для подсчёта количества подроста и кустарников рекомендуется выбрать ключевой участок площадью 400–600 м², пробную площадку 100 м² и 3–5 площадок по 1 м² для оценки травяного и кустарничкового покрова. При изучении луговой растительности в пределах ключевого участка для количественного учёта видов закладываются 3–5 площадок площадью 1 м² или 8–12 площадок площадью по 0,25 м² [24].

Описание растений на ключевом участке в лесу

После выбора и разметки пробной площади на ключевом участке лесного фитоценоза проводят геоботаническое описание.

Результаты описания фитоценоза и параметров среды на каждой пробной площадке фиксируются в заранее заготовленном бланке описания участка растительного покрова, представляющего собой таблицу с графами для каждого описываемого параметра объекта.

Бланк описания растительного покрова пробной площади лесного участка содержит 2 части:

- общие сведения (дата, время проведения работы на пробной площадке, исполнитель, номер описания, месторасположение площадки с привязкой к постоянным ориентирам – географическое положение, положение в рельефе, характерные черты окружающей местности, размер заложённой площадки или описываемого биотопа);

- перечень параметров исследуемого объекта (название сообщества, фитоценоза, перечень и наименование ярусов, или тип леса с перечислением основных экологических групп растений и т.д.).

Методики геоботанического описания лесной растительности, образцы рабочих таблиц, бланков геоботанического описания и порядок их заполнения представлены на сайте «Экосистемы» (см. Приложение 4, методика 4). В методике 5 приводятся способы определения высоты деревьев [38, 44].

Описание ярусов лесной растительности производится с целью определения видового состава каждого яруса и выявления доминирующих видов при определении названия ассоциации, а также для характеристики экологического состояния фитоценоза в целом.

Так, характеристика древостоя включает следующие описания: степень сомкнутости крон, характеристику и состояние подроста, состав древостоя, определение типа растительного сообщества (ассоциации), определение высоты древостоя и класса бонитета, возобновление древостоя [2, 21, 45].

Описание кустарникового яруса включает определение видового состава кустарников, их проективное покрытие, обилие общее и по видам, высоту (среднюю, максимальную), фенологическую фазу, жизнённость. [2, 3, 10, 23, 31, 45].

Описание травяно-кустарничкового яруса включает составление списка видов растений на данном участке с указанием аспектирующих (доминирующих) видов, указывается их обилие, высота в подъярусах, а также фенофаза и жизнённость [2, 10, 31, 45].

При описании мохово-лишайникового яруса рассматриваются такие показатели, как покрытие почвы моховым или лишайниковым покровом (% или балл), характер его распределения, мощность (в см), видовой состав (если возможно определить), указываются преобладающие виды. Для лишайников отдельно указывается процент занимаемой площади в пределах ассоциации и процент частоты встречаемости, а также размер розеток, жизнеспособность, состояние слоевища, фенологическая фаза и характеристика субстрата. При описании используются методики вышеуказанных авторов.

Описание флоры лугового растительного сообщества

Луга – широко распространённые сообщества многолетних травянистых растений, в нашей местности подразделяются на **суходольные** луга, характерные для водоразделов и их склонов, и **пойменные**, испытывающие воздействия речных систем.

Суходольные луга делят на **абсолютные** – сухие луга водоразделов, **нормальные** – умеренно увлажнённые луга склонов и **низинные** – луга понижений в рельефе с богатыми почвами, но переувлажнёнными грунтовыми водами.

Пойменные луга делятся на 3 типа: **приуловой** (с песчаными, хорошо дренированными почвами, с засухоустойчивыми видами растений), **центральный** (с типичными и богатыми растительными сообществами заливных лугов) и **притеррасный** (с переувлажнённой почвой почти без плодородного ила с влаголюбивыми растениями).

Для описания **фитоценоза луга** закладываются ключевые участки размером 10Ч10 м, внутри которых для количественного учёта закладываются три площадки 1Ч1 м или 8–10 площадок 0,5Ч0,5 м. В

описание характеристик фитоценоза луга включают: географическое положение ключевых участков; описание рельефа, условий увлажнения; тип почвы; перечень названий растений каждого яруса травяного покрова, наличие деревьев и кустарников; тип луга; заочкаренность.

Для описания лугового растительного сообщества и составления перечня растений производится определение видового разнообразия флоры исследуемого участка территории, которое выполняется с использованием определителей [20, 26, 29, 30].

Методика и техника геоботанических описаний луговой растительности с целью оценки экологических характеристик лугов приведена в пособиях, которые указаны в Приложении 4 (методики 4 и 18).

Проведение биоиндикации и биотестирования

Биоиндикация – метод выявления качественных характеристик компонентов окружающей среды путём анализа реакции живых организмов-индикаторов на негативные внешние условия.

Метод биоиндикации основан на изучении реакции живых организмов на негативные внешние воздействия.

Биотестирование – метод выявления и оценки степени воздействия факторов окружающей среды на организм путём использования биологических «тест-объектов» в условиях, контролируемых постановщиками эксперимента.

Применение методов биоиндикации и биотестирования наряду с методами химического анализа содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, грунтовых водах и почве может дать исследователю целостное представление о состоянии компонентов экосистемы как объекта исследования. Они могут применяться для оценки антропогенного воздействия на живые организмы (или сообщества).

Преимуществом методов биоиндикации и биотестирования перед физико-химическими методами является то, что ответные реакции организмов суммируют все без исключения биологически важные данные об окружающей среде и отражают её состояние в целом, выявляют наличие в окружающей природной среде комплекса загрязнителей. Кроме этого, в условиях хронической антропогенной нагрузки биоиндикаторы могут реагировать на очень слабые воздействия в силу аккумуляции дозы.

Отражая степень негативного воздействия среды на организм, биоиндикация не объясняет, какими именно факторами оно вызвано, поэтому оценка компонентов окружающей среды может производиться

более эффективно в сочетании методов биоиндикации с физико-химическими методами.

Подробно ознакомиться с методами биоиндикации и биотестирования можно в пособиях А.В. Пчёлкина и В.Б. Слепова «Об использовании лишайников в экологическом мониторинге и биоиндикационных исследованиях» [34] и Ю.Г. Полозова «О проведении мониторинга атмосферного воздуха методом биоиндикации по состоянию хвои ели и сосны» [33], а также в методических пособиях, указанных в Приложении 4 (методики 8–11):

Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация [42];

Бубнов А.Г. и др. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды [5];

Боголюбов А.С., Буйволов Ю.А., Кравченко М.В. Оценка жизненно-го состояния леса по сосне;

Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации.

5) Измерение физических параметров среды

Измерение физических параметров среды (температуры, давления, влажности, величины радиационного излучения, уровня электромагнитного излучения, уровня шума) производится в рамках комплексного геоэкологического обследования с целью выявления комплекса физических параметров среды, которые определяют условия жизнедеятельности человека и представителей флоры и фауны в пределах исследуемой территории и могут негативно сказываться на их развитии.

Физические параметры среды можно определять с помощью специальной аппаратуры, которая должна быть сертифицирована и иметь диапазон точности измерений, соответствующий поставленным задачам.

Для измерения температуры, давления, влажности подходят известные и широко применяемые приборы различных производителей (термометры, барометры, психометры), а для определения уровней шума, радиационного фона и электромагнитного излучения в точках исследования используются дозиметры-радиометры, измерители уровня электромагнитного фона, измерители напряженности электромагнитного поля, мультиметры – многофункциональные цифровые измерительные приборы.

б) Обследование и описание водных объектов, сопровождающееся отбором проб воды для химического анализа

С целью выявления экологического состояния водных объектов и прилегающих к ним территорий могут быть организованы работы по их комплексному обследованию, включающему:

- визуальное обследование водных объектов, по итогам которого составляется паспорт водоема (реки, озера) или родника;
- измерение и оценку их гидрологических и гидрофизических параметров;
- выявление гидрохимических и микробиологических показателей качества их вод;
- определение качественных характеристик воды методами биоиндикации.

Методика комплексного исследования водоемов, составленная по материалам сайта детского коммуникационного проекта «Экологическое содружество» (www.ecosoop.ru) указана в Приложении 4 (методика 13).

Для изучения качества воды в открытых водоёмах, в природных источниках и в системах питьевого водоснабжения производится отбор проб воды для химических и микробиологических анализов. Методы сбора фактического материала, включая отбор, фиксацию, транспортировку и хранение проб, а также способы их анализа и интерпретации полученных данных, описаны Г.И. Фроловой в сборнике «Методы полевых экологических исследований» под ред. Д.В. Моргуна [43].

7) Организация мониторинговых исследований качества компонентов окружающей среды и состояния природных объектов

Постановка натуральных экспериментов

Мониторинг – это регулярно повторяющиеся измерения параметров исследуемых объектов, производимые с целью выявления динамики происходящих с ними изменений.

В общем виде (схематично) процесс экологического мониторинга можно представить следующим образом:

- регулярные измерения изменяющихся характеристик природного объекта (или параметров экосистемы как части окружающей среды), производимые различными способами (техническими системами мониторинга);
- сбор, обработка информации, анализ тенденций и формирование обобщенных оценок ситуации;
- прогнозирование изменений состояния исследуемых объектов и развития последующих событий;
- представление результатов анализа данных мониторинга лицам, принимающим меры по регулированию ситуации.

В конечном счёте, система экологического мониторинга предназначена для обслуживания систем управления качеством окружающей среды.

Постановка мониторинга в природных условиях требует соблюдения целого ряда требований, пренебрежение которыми может привести к получению данных, не отражающих объективной ситуации и тенденций её изменений или трансформации объектов исследования. К этим требованиям, в первую очередь, необходимо отнести следующие:

- повторные наблюдения должны проводиться теми же сертифицированными средствами измерений параметров объекта, которые использовались раньше или аналогичной аппаратурой, обеспечивающей не меньшую точность измерений и сравнимость их результатов;
- условия проведения повторных наблюдений (сезонность, увлажнённость, температурный режим и пр.) должны быть аналогичными тем, в которых проводились измерения предыдущего этапа;
- выборка данных измерений должна быть репрезентативной, т. е. количество и качество собранных данных должно быть достаточным для проведения их обобщения, статистической обработки, интерпретации и формулирования выводов о состоянии объекта или о качественных изменениях его компонентов [46, 33].

При планировании многолетних исследований, т. е. при организации мониторинга или комплексных экологических исследований изучаются растительность, почвы, насекомые, птицы, млекопитающие и т.д. Геоботанические описания рекомендуется проводить на постоянных пробных площадях. При исследованиях на пробных площадях предъявляются более строгие требования к описанию видов флоры и фауны, т. к. такой подход даёт возможность повторного описания на этом же участке для проверки и сравнения описаний, выполненных разными исследователями в разное время [8].

1.3. Инструменты и аппаратура для проведения натуральных наблюдений и измерений школьниками

Для решения конкретных задач, как правило, подбирается свой методический комплекс и аппаратурный состав, обеспечивающий качество и точность данных, необходимые для достижения целей исследований. Он зависит от специфики проводимых работ, определяется экспертами в выбранной сфере исследовательской деятельности и требованиями, сформулированными в научной литературе.

Например, для комплекса практических геоэкологических исследований, проведённых в Луховицком районе Московской области в 2013 г., нами использовались следующие приборы и оборудование.

Для построения профиля рельефа местности необходимо провести нивелировку. С этой целью можно использовать нивелир или теодолит, геодезическую рулетку и рейку. За неимением в наличии перечисленных приборов нам пришлось самим сконструировать из подручных средств (строительного уровня и штатива) подобие нивелира, разметить рейку по типу геодезической и использовать размеченную верёвку в качестве геодезической рулетки. Эти нехитрые приспособления позволили нам провести нивелировку правого борта долины р. Осётр и поймы, а затем по полученным данным построить поперечный профиль рельефа.

Выяснено, что точность определения высоты над уровнем моря GPS-приёмником (бытовым навигатором) очень низкая, т. е. прибор даёт большую ошибку при определении абсолютных высот. В связи с этим при детальных съёмочных работах эти данные в расчёт принимать нельзя.

Для измерения уровней радиационного фона и электромагнитного излучения в точках исследования можно использовать сертифицированные приборы:

- дозиметр-радиометр МКС-01СА1М профессиональный;
- измеритель уровня электромагнитного фона АТТ-2592;
- измеритель напряженности электромагнитного поля Etech 480826.

Приборы и оборудование, которые специалисты лаборатории экосистемных исследований Центра по работе с одарёнными детьми и учителями Московской области используют при работе на природных объектах, подбираются в соответствии со следующими требованиями:

1. Обязательная сертификация (приборы должны иметь сертификаты соответствия, прилагаемые изготовителем).
2. Соответствие необходимому диапазону точности измерений параметров исследуемых объектов.
3. Доступные цены.

1.4. Общие требования к отбору, консервированию, транспортировке, хранению проб природного материала (воды, снега, воздуха, почв, биоматериала) и правила подготовки образцов к анализу

Правила отбора образцов природного материала (проб воды, снега, воздуха, почв, биоматериала), их необходимый объём, способы упаковки и консервирования для транспортировки, условия хранения

и технологии подготовки к анализу составляют важную часть получения объективных фактических данных, поэтому должны обязательно соблюдаться исследователями природных объектов. Правила отбора и подготовки проб для химического анализа регламентируются нормативными документами (например, ГОСТ), перечень которых приведен в конце этого раздела.

В каждой методике они указываются отдельно и могут отличаться в зависимости от вида, характера и специфики проводимых аналитических исследований. Например, пробы питьевой воды для проведения химического анализа на содержание в них иона алюминия можно хранить без консервации не более 4 часов, поскольку происходит его сорбция на стенках посуды, что приводит к занижению результатов анализа. Вместе с тем, такие пробы можно хранить в течение месяца, подкислив их азотной кислотой.

Пробы снега надо растапливать непосредственно перед проведением химического анализа талой воды, т.к. при длительном хранении в условиях комнатной температуры в них происходит накопление угольной кислоты, что проявляется в уменьшении значения их pH. Изменение величины pH и содержания растворенного CO₂ может вызвать изменение свойств других компонентов, содержащихся в пробе. Некоторые из них могут выделиться в виде осадка или, наоборот, из нерастворимой формы перейти в раствор. Особенно это относится к солям железа, марганца, кальция.

В связи с этим здесь мы остановимся лишь на тех требованиях и правилах отбора и хранения проб природного материала, которые являются общими при разных видах работ.

Хотя основные требования, правила и технологии отбора проб биологических материалов, почв, воды, снега, воздуха и их подготовки к анализу имеют свою специфику в каждом конкретном случае, можно попытаться свести их к следующим общим правилам:

- все процедуры отбора проб должны быть строго документированы; записи должны быть чёткими, осуществлены надёжным способом, позволяющим провести идентификацию пробы в лаборатории без затруднений;
- отбор пробы, хранение, транспортировка и работа с ней должны проводиться так, чтобы не произошло изменений в содержании определяемых компонентов или в свойствах, т. е. необходимо обеспечить их изоляцию от внешней среды;
- объем пробы должен быть достаточным и должен соответствовать применяемой методике анализа.

Перечень нормативных документов, определяющих правила отбора и подготовки проб для различных видов анализа

ГОСТ 17.4.3.01–83	Почвы. Общие требования к отбору проб
ГОСТ 17.4.4.02–84	Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа
РД 52.18.191–89	Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом
МУ 1.2.2742–10.1.2.	Гигиена, токсикология, санитария. Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях.
ГОСТ 17.1.5.05–85	Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
ISO 5667–1:2006	Качество воды. Отбор проб. Часть 1. Руководство по составлению программ и методик отбора проб.

При организации санитарно-гигиенических исследований силами школьников для этих целей можно использовать пособие Л.Г. Подуновой [37].

1.5. Исследования в лабораторных условиях и виды камеральных работ при проведении геоэкологических исследований

Данные, полученные в результате натуральных наблюдений, и отобранные в полевых условиях образцы (например, пробы воды, почвы и грунтов, геологических пород, биологических материалов) подлежат детальной обработке, анализу и интерпретации в камеральных условиях.

К способам такой обработки данных при проведении геоэкологических исследований можно отнести следующие виды работ:

- сортировка и систематизация фактических данных и отобранных проб (образцов) для организации их учёта, хранения и последующей обработки (например, сортировка образцов по хронологии их отбора или по исследуемым объектам);
- формирование тематических компьютерных баз данных фактического материала, составление на их основе кадастров учёта, таблиц и построение диаграмм, графиков, кривых распределения и пр.;

- картографирование фактических данных – нанесение на картографическую основу положения точек наблюдения по имеющимся данным об их географической привязке (координатам, схемам, описаниям и пр.), расстановка их номеров по единой системе нумерации объектов исследования;

- построение тематических карт.

Такая подготовка и обработка данных организуется целенаправленно с учётом способов дальнейшего их использования для анализа, сравнительной оценки и интерпретации. Кроме того, в состав камеральных работ входят отдельным блоком различные виды лабораторных анализов образцов природного материала (химического, физического, микробиологического, статистического и пр.) – проб, отобранных в полевых условиях.

Здесь следует акцентировать внимание на следующем: технологии обработки фактического материала, анализа данных о природных объектах (компонентах окружающей среды) и интерпретации полученных результатов могут подбираться и варьировать в зависимости от поставленных перед исследователем задач.

Важнейшей частью научного исследования являются анализ, оценка и интерпретация полученных результатов. Они позволяют выявить новые знания о предмете исследования, что дает возможность расширить представления об изучаемом объекте, т. е. сделать очередной шаг к пониманию способов разрешения той проблемной ситуации, которая определила актуальность исследования. При этом формулируются и обосновываются выводы, которые должны содержать всё новое и существенное, что составляет научные и практические результаты проведённой исследовательской работы.

Очень важным этапом научно-практических исследовательских работ является обсуждение полученных результатов исследований и оценка их значимости. Они могут проводиться с руководителем, молодыми коллегами – участниками исследования, с другими членами научных коллективов и обществ, с научными консультантами – специалистами в области экологии и смежных областей знаний. В итоге может быть получена оценка теоретической и практической значимости исследований, выявиться истинная ценность работы; могут быть разработаны актуальные адресные рекомендации по практическому внедрению полученных результатов, сформулированы предложения по перспективам дальнейших исследований и советы по их корректировке.

Результаты научно-практических исследований могут стать основой для разработки практических рекомендаций, которые должны быть

адресованы конкретному субъекту (государственной или муниципальной структуре, организации, физическому или юридическому лицу), заинтересованному в практическом их использовании. Желательно найти способ доведения разработанных рекомендаций до адресата, а после их рассмотрения получить отзыв на свою работу.

Практической апробацией результатов прикладных или научно-практических исследований можно считать:

- практическое использование новых полученных знаний об объекте;
- успешная презентация результатов исследований автора на научно-практических конференциях, конкурсах и олимпиадах;
- внедрение разработанных предложений и технологий в практическую деятельность заинтересованных в них лиц и организаций;
- рассмотрение и практическая реализация сформулированных автором рекомендаций и предложений заинтересованными сторонами.

Информация о значимости результатов исследований может быть опубликована в СМИ, а основные положения работы обсуждаются на научных семинарах и конференциях.

На заключительной стадии исследования определяются необходимость и целесообразность продолжения работ в данном направлении.

1.6. Статистическая обработка и анализ данных, картографирование результатов геоэкологического обследования территории

Картографирование результатов геоэкологического обследования участков территории и составление тематических карт

Проведение комплексных исследований на определённом участке территории для решения научных, прикладных, специальных задач часто сопровождается необходимостью составления тематических карт на основе полученных данных, т. е. картографированием материалов полевых «съёмочных» работ (например, выявлением границ, зон или ареалов распространения изучаемых явлений, процессов, объектов и пр.).

При организации исследований, сопровождающихся необходимостью картографирования фактических данных, всегда возникает вопрос детальности обследования изучаемого участка территории, т. е. сколько опорных точек наблюдения необходимо расположить на данном участке для получения представительной (репрезентативной) информации, позволяющей построить достоверные карты. Казалось бы, чем их боль-

ше, тем карты будут точнее. Но излишняя детальность полевых работ сопровождается необоснованно большими трудозатратами.

В связи с этим, например, в геологии принято понятие «кондиционная съёмка», т. е. картирование территории производится с той детальностью (плотностью опорных точек на единицу площади), которая представительна для выбранного масштаба составляемой результирующей карты.

Так, при детальном литохимическом обследовании территории г. Калининграда Московской области (теперь г.о. Королёв) и составлении детальных крупномасштабных карт загрязнения почв густота сети опробования (съёмки) была представительна для масштаба 1:25 000, т. е. количество отобранных проб составило около 345 шт. на 55 км², т. е. около 7 проб на 1 км². При экологическом районировании территории г. Калининграда Московской области (теперь г.о. Королёв) на основе применения биоиндикаторов и составления соответствующих детальных крупномасштабных карт густота сети опробования (съёмки) была представительна для масштаба 1:25 000, т. е. количество отобранных проб составило 215 шт. на 55 км², т. е. около 4 проб на 1 км² [39].

Принятая в биогеографическом картографировании классификация карт по масштабу [18, 40] выделяет: крупно-, средне- и мелкомасштабные карты.

К крупномасштабным картам относятся:

- **детальные** (1:5 000 – 1:25 000) для стационарных научных и специальных исследований в заповедниках, при таксационном описании лесов, при инвентаризации кормовых угодий и пр.

- **обобщённые** (1:50 000 – 1:200 000) для инвентаризационных работ на больших по площади территориях, при оценке природно-ресурсного потенциала территорий, при оценке современного состояния растительного покрова и степени его антропогенной трансформации, при планировании хозяйственной деятельности, экомониторинга и восстановления природного потенциала экосистем.

К среднемасштабным картам относятся:

- **региональные** (1:300 000 – 1:500 000) для отражения общих закономерностей распространения представителей флоры и фауны, для принятия решений на региональном уровне, касающихся живой природы, для обоснования проектов крупных сооружений.

- **обобщённые** (1:600 000 – 1:1 000 000) для отражения дифференциации живого покрова в зависимости от разных факторов среды и зональных особенностей для принятия решений на региональном уровне об оценке экотенциала региона.

К **мелкомасштабным картам** относятся:

- **формационные** (1:500 000 – 1:4 000 000) для отражения биогеографических особенностей территории.

- **обзорные мелкомасштабные карты** (1:5 000 000 и мельче) для отражения глобальных закономерностей распространения флоры и фауны.

Статистическая обработка данных, систематизация и интерпретация результатов геоэкологического обследования территории

Заключительный этап исследования, включающий анализ, синтез, обобщение, систематизацию, сравнение полученных данных (или эмпирических фактов) и интерпретацию результатов, может оказаться для начинающего исследователя особенно трудным, хотя это, пожалуй, самый важный этап научно-исследовательской деятельности.

К сожалению, ему часто не уделяется должного внимания школьниками и их научными руководителями, он иногда вовсе отсутствует в составе их проектной деятельности. Это происходит потому, что их авторы ставят своей конечной целью лишь получение новых данных, часто не подозревая о том, что научное исследование на этом этапе только начинается. Ведь только благодаря систематизации, статистической обработке, анализу данных выявляется истинная ценность полученных результатов работы. Для оценки практической, научной или прикладной значимости полученные результаты исследования должны пройти апробацию или обсуждение со специалистами.

Слово **статистика** происходит от латинского *status* – состояние дел и является отраслью знаний, охватывающей общие вопросы сбора, измерения и анализа массовых статистических (количественных или качественных) данных, изучение количественной стороны массовых явлений в числовой форме. Поэтому мы считаем, что статистическая обработка данных (статистическая методология исследования и обработки материалов) включает массовые наблюдения, группировку, определение средних величин и балансов, построение графических изображений и использование других методов анализа статистических данных.

На основе теории выборочных исследований нужно так организовать сбор репрезентативных данных, чтобы полученный результат можно было распространить на всю совокупность исследуемых объектов.

Важной частью работы с данными при статистической обработке является их **систематизация** (от греч. *systema* – целое, состоящее из

частей) – это мыслительная деятельность, в процессе которой изучаемые объекты (или полученные данные) организуются в определённую систему на основе выбранного принципа. Кроме того, систематизацией называют процедуру объединения, сведения в группы однородных по неким признакам элементов и приведения их к иерархическому единству на основе существующих связей. Важнейшим видом систематизации является классификация, которая предусматривает распределение объектов по группам на основе установления их сходства и различия (например, **классификация** животных, растений, химических элементов). Классификация и систематизация приводят к пониманию причинно-следственных отношений между изучаемыми фактами и данными, к выделению групп объектов и их составных частей, что позволяет рассматривать конкретный объект как часть целой системы.

Классификация и систематизация полученных данных (результатов) позволяют перейти к их **интерпретации** – к научному их осмыслению и толкованию, к осознанию их смысла, всей совокупности их практического и научного значения.

При проведении анализа данных, полученных в ходе учебно-исследовательских работ учащихся, могут быть использованы различные программы статистической обработки данных, включая программы STATISTICA и R. Более детально познакомиться с этими программами, а также с основами статистического анализа и возможностями его применения можно в учебном пособии «Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах» П.А. Волковой и А.Б. Шипунова [9].

II. ПРИМЕР КОМПЛЕКСНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УЧАСТКА РЕКРЕАЦИОННОЙ ТЕРРИТОРИИ, ПРОВЕДЁННОГО В ДОЛИНЕ Р. ОСЁТР (ЛУХОВИЦКИЙ РАЙОН) УЧАСТНИКАМИ СЛЁТА ЮНЫХ ЭКОЛОГОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ «ЭКО-2013»

Обследование участка рекреационной территории для проведения её комплексной геоэкологической оценки мы предлагаем рассмотреть на примере работ, выполненных участниками слёта юных экологов Московской области «ЭКО-2013» – традиционного ежегодного мероприятия «Дней защиты от экологической опасности на территории Московской области», проходившего в августе 2013 г. в Луховицком районе Московской области, в долине реки Осётр.

2.1. Состав натуральных измерений на 8 опытных площадках поперечного профиля долины р. Осётр

В качестве примера проведения исследовательских работ на природных объектах рассмотрим комплекс практических натуральных исследований, который был выполнен в рамках учебно-исследовательской подпрограммы слёта юных экологов.



Рис. 1. Рабочий момент съёмки рельефа местности на правом берегу р. Осётр с использованием нивелира, сконструированного из подручных средств: строительного уровня и штатива.

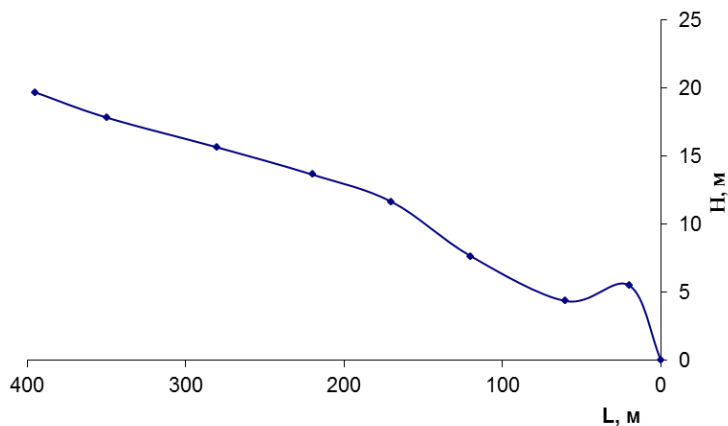


Рис. 2. Профиль рельефа правого борта долины и поймы р. Осётр, построенный на основе данных геодезического нивелирования.

Практические полевые работы были организованы на 8 точках поперечного профиля правого борта долины реки Осётр. По линии профиля с помощью нивелира, рейки и рулетки проведена нивелировка. Нивелир был сконструирован из подручных средств: строительного уровня и штатива (рис. 1).

Результаты этих геодезических измерений позволили построить поперечный профиль рельефа местности правого борта долины реки Осётр от уреза воды до 2-й надпойменной террасы (рис. 2).

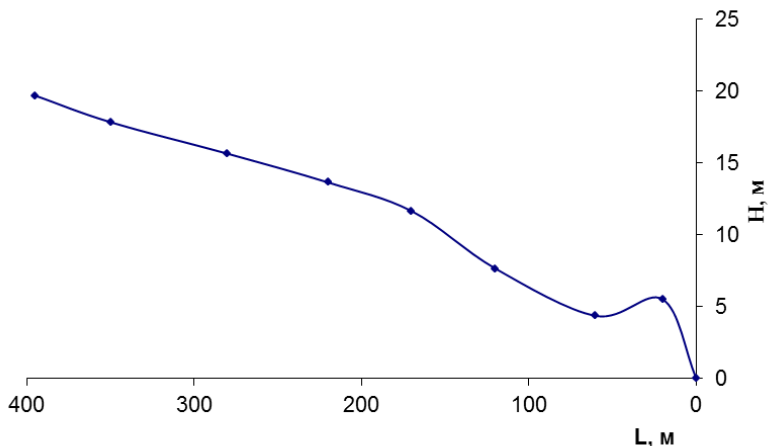


Рис. 3. Схема планового расположения точек наблюдений на правом берегу р. Осётр, координаты которых определены по GPS-навигатору.

Места 8 точек для комплексного обследования были выбраны на профиле специалистами – организаторами работ. В натуре каждый пункт наблюдений был отмечен флажком с соответствующим номером точки. Каждая команда – участница слёта по заданному азимуту находила свою точку. Участники работ определяли координаты своей точки по GPS-навигатору и наносили её на схему (рис. 3) и на детальный космический снимок исследуемого участка территории (рис.4).

Исследования, вошедшие в состав комплекса изучения природных объектов, выполнялись командами – участниками слёта по предложенным им программе и методикам.



Рис. 4. Фрагмент космического снимка района исследований на правом берегу р. Осётр (участок территории, прилегающей к турбазам «Сатурн» и «Росинка»).

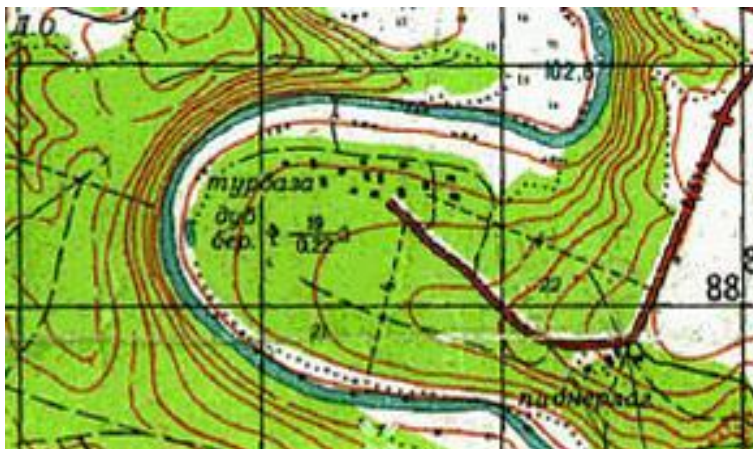


Рис. 5. Фрагмент топографической карты масштаба 1:50 000 района исследований в долине р. Осётр, охватывающий участок территории, прилегающей к турбазам «Сатурн» и «Росинка».

Комплекс практических натуральных исследований, выполненных каждой командой – участницей слёта, включил следующие работы:

1. Поиск точки исследований по заданному команде азимуту.
2. Проведение наблюдений и измерений на заданной точке профиля:

- определение координат точки по навигатору и её высоты над уровнем моря (т.е. снятие показаний с GPS-приёмника), определение на местности своего местоположения и нанесение положения своей точки на схематическую карту и космический снимок;

- определение формы рельефа местности (например, пойма р. Осётр, 1-я надпойменная терраса и пр.), на которой расположена точка наблюдения;

- измерение физических параметров среды (величины радиационного фона и уровня электромагнитного фона);

- определение видового разнообразия растительности (определение и описание видового состава флоры) на площадке 10 м Ч 10 м с использованием определителей;

- изучение почвенного разреза производилось по стандартным методикам (см. Приложение 4, методика 2), в том числе выполнены следующие виды работ:

- а) заложение шурфа размером 0,5 м Ч 1 м и глубиной 1–2 м, зачистка его стенок;

б) зарисовка, фотографирование и описание строения почвенного профиля, (разреза) по зачищенной (выровненной лопатой или почвенным ножом) стенке шурфа, обращённой к солнцу;

в) определение типа почвы (подзолистая, лесная, болотная, оглеенная и пр.) и выявление её механического состава в разных горизонтах (песок, супесь, суглинок, глина);

г) выявление степени уплотнения почвы и её пористости – исходных данных для определения степени рекреационной нагрузки;

д) отбор проб (образцов) почвы из почвенного горизонта (0–10 см) весом 1 кг (или объёмом около 1 л) для последующего химического анализа в лабораторных условиях (методики хранения, транспортировки, подготовки проб приведены в разделе 1.3 настоящего пособия);

е) фиксирование всех данных, полученных в ходе натурных исследований на точках наблюдений, производилось в специальном бланке для записи результатов исследований (приложение 2). Пример фиксирования результатов наблюдений на одной из точек профиля приведён в приложении 2.

При подобных исследованиях для анализа химического состава материнской породы рекомендуется произвести отбор пробы из самого нижнего горизонта С.

В комплекс геоэкологических исследований входит изучение флоры, которое можно провести по «Простейшей методике геоботанического описания леса» А.С. Боголюбова и А.Б. Панкова [8] или по методике «Геоботанического описания ключевых участков и пробных площадок». Кроме того, можно провести анализ экологической ситуации в разных частях обследуемой территории методами биоиндикации [4, 5, 33, 34, 42].

4. Отбор проб воды из открытых водоёмов (реки Осётр, природного источника, ручья) и из систем питьевого водоснабжения (г.о. Королёв, турбаз «Росинка» и «Сатурн») производился командами по стандартной методике.

5. Методики доставки проб воды и почвы в лабораторию на турбазе «Росинка» и проведения их химического анализа совместно со специалистами-химиками, состав этих лабораторных работ описаны в разделах 1.4 и 1.5 настоящего пособия.

6. Оформление, анализ, интерпретация и презентации результатов, полученных на всех точках полевого обследования.

2.2. Исследования в лабораторных условиях

Данные полевого обследования, полученные школьниками на точках профиля, были переданы специалистам-консультантам для их обобщения, анализа и систематизации. Образцы почв и воды были доставлены в лабораторию для проведения анализа их химического состава под руководством специалиста-химика. С этой целью школьниками в камеральных условиях выполнялась предварительная подготовка проб почвы (сушка, просеивание, квартование, приготовление почвенной вытяжки) и воды к проведению химических анализов. Затем в почвенных вытяжках и в образцах воды производилось определение рН и содержания железа, нитрат-иона, фторид-иона.

Далее подробнее рассмотрим методические, технические и технологические особенности выполнения каждого вида проведённых работ.

Отбор и подготовку образцов почвы к анализу осуществляли согласно адаптированным для полевых условий рекомендациям, приведённым в книге под редакцией Л.А. Воробьевой «Теория и практика химического анализа почв» [41].

Пробы почвы объёмом 1 кг, отобранные в горизонте 1–10 см почвенного разреза, переносили из упаковочных мешков на поддоны, отбирали и отбрасывали камни, корни и части растений, почвенных насекомых и червей, инородные включения. Затем пробы распределяли ровным слоем толщиной не более 1 см на бумажном листе 50×50 см и высушивали на воздухе в условиях хорошего проветривания в течение 24 часов, доводя их до воздушно-сухого состояния. Почвенную пробу можно считать воздушно-сухой, если она сухая на ощупь и легко рассыпается при прикосновении.

Поскольку состав первичных проб почвы в образце заведомо неоднороден, для выполнения анализа необходимо приготовить лабораторные пробы, состав которых соответствует среднему составу исследованной почвы. Отбор средней лабораторной пробы из образца почвы проводили методом квартования. С этой целью почву перемешивали, распределяли на бумаге ровным слоем и делили линейкой по диагонали на четыре равные части. Две противоположно расположенные части высыпали, оставшуюся почву перемешивали и так несколько раз повторяли операцию квартования, сокращая массу пробы до ≈20–30 г. Полученные пробы можно хранить в бумажных или полиэтиленовых пакетиках.

Определение водорастворимых компонентов почвы (фторид-, нитрат-, хлорид-анионов, подвижных форм Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+}) и ряд других анализов можно проводить в полевых условиях. Если требуется выпол-

нить сравнительно сложные анализы почвы, например, на содержание тяжелых металлов, то пробу доставляют в стационарную лабораторию. С этой целью необходимо приготовить водную вытяжку по методике, приведённой в ГОСТ 26423–85, адаптированной к полевым условиям.

Для приготовления водной вытяжки применяют дистиллированную воду. В полевых условиях удобно использовать привезённые с собой бутылки ёмкостью 1,5 л с дистиллированной водой, приобретённые в магазине автомобильных товаров.

В процессе приготовления почвенных вытяжек для взвешивания проб использовали портативные электронные весы ML-A02, что позволило значительно ускорить работу. В пластиковую пробирку ёмкостью 50 мл помещали 7 г высушенной почвы и приливали 35 мл воды. Пробирку закрывали герметично завинчивающейся крышкой и встряхиванием перемешивали её содержимое в течение 10 минут. Затем раствор фильтровали через бумажный фильтр (белая лента) в чистую пробирку, первую порцию фильтрата (3–4 мл) отбрасывали, т.к. в ней собираются загрязнения с фильтра.

Определение pH водной вытяжки почвы, а также природных и питьевых вод проводили с использованием pH-метра-иономера «Эксперт 001» со стеклянным рабочим электродом и хлорид-серебряным электродом сравнения. Для определения pH можно использовать и другие марки pH-метров, например MS6903.

Определение pH водной вытяжки почвы, образцов природных и питьевых вод следует проводить оперативно, т.к. максимальный рекомендуемый срок хранения проб составляет не более 6 часов.

Определение нитрат-иона и фторид-иона в почвенных вытяжках и природных водах проводили потенциометрическим методом с использованием pH-метра-иономера «Эксперт 001» и электродов «Элит-021», «Элит-221» и «ЭВЛ-1М3». Методика определения фторид-иона подробно изложена в ГОСТ 4386–89.

Методика определения нитрат-иона приведена в руководстве по выполнению измерений концентраций ионов в водных средах методом потенциометрии с использованием анализатора жидкости «Эксперт-001» (ООО «Эконикс Эксперт»), прилагаемом изготовителем прибора.

Проведение определения общего содержания железа в природных водах выполняли на фотометре «Эксперт-003» с картриджем 400–430 нм с использованием в качестве реагента сульфосалициловой кислоты по методике, приведённой в ГОСТ 4011–7.

2. Возможно также определение железа с ортофенантролином или с 2,2-дипиридилем с картриджами 505 и 525 нм соответственно. Про-

ведение определения общей жёсткости воды проводили титриметрическим методом по ГОСТ 4151–72.

Следует отметить, что использованное оборудование позволяет измерять несколько сотен параметров природных, сточных и питьевых вод, почв и других объектов, в связи с чем круг определяемых показателей может быть существенно расширен.

Использованное оборудование

- рН-метр-иономер «Эксперт 001» в комплекте с электродами «ЭСК-10303», «Элит-021», «Элит-221» и «ЭВЛ-1М3».
- Фотометр «Эксперт-003».
- Портативные весы электронные весы ML-A02.
- Набор лабораторной посуды и материалов: пробирки пластиковые, фильтровальная бумага, пипетки.

Результаты геоэкологического обследования участка территории в окрестностях турбазы «Росинка», полученные школьниками – участниками слёта юных экологов в Луховицком районе, были обработаны, обобщены и презентованы на подведении итогов слёта.

2.3. Результаты геоэкологического обследования участка территории правого борта долины р. Осётр, их интерпретация, практическое и образовательное значение

Завершающим этапом исследования явились систематизация и интерпретация результатов статистической обработки, сравнения, обобщения, анализа, синтеза полученных данных. Представители каждой команды оформили данные своих исследований на точках по заданной форме. Проведение комплексного анализа различных данных, полученных всеми командами на всех 8 точках профиля, взяли на себя специалисты, т. к. для молодых участников экологического слёта эта часть исследовательской деятельности пока является неосвоенной и потому трудной, т. е. для интерпретации полученных результатов они пока не обладают необходимыми навыками и опытом.

При проведении анализа фактических материалов, полученных в ходе этой учебно-исследовательской работы, были использованы сравнительный анализ данных и различные способы их статистической обработки (группировка, построение графических изображений, определение средних величин и другие методы статистического анализа данных).

Трактовка данных, раскрытие смысла и разъяснение значения результатов получили отражение в презентации к докладу на заключи-

тельной конференции всех участников слёта. Для них было показано, что совокупность всех данных позволяет получить информацию о закономерных изменениях ландшафтных и экосистемных характеристик вдоль поперечного профиля правого борта долины р. Осётр. Было наглядно показано, что характеристики рельефа и характер четвертичных отложений во многом определяют процессы перераспределения влаги и тепла, а следовательно, и формирования почв. Это влечёт за собой образование разных типов ландшафтов.

Такой подход позволяет участникам не только познакомиться с перечисленными закономерностями, но и расширить свой кругозор, т. е. увидеть и осознать свой вклад в комплексное исследование прикладного характера.

Проведение таких работ с участниками слёта в последующие годы по параллельным линиям профилей позволит собрать материал для площадного картирования характеристик почв и ландшафтов, т. е. перейти к составлению плановых тематических карт экологического содержания на исследованный участок территории. Это может быть практически использовано руководством турбазы «Росинка» для планирования развития, освоения и рационального использования природных ресурсов своей территории и прилегающих к ней участков, в частности для оптимизации выбора маршрутов экологической тропы, использования рекреационных условий.

Список использованной в работе и рекомендуемой литературы:

1. ISO 5667-1:2006 «Качество воды. Отбор проб». Часть 1. Руководство по составлению программ и методик отбора проб.
2. Алёхин В.В., Сырейщиков Д.П. Методика полевых ботанических исследований. – Вологда: Северный печатник, 1926. – 142 с.
3. Антропогенная динамика структуры и биоразнообразия пойменных дубрав Среднего Прихоперья / А. И. Золотухин, А. А. Шаповалова, А. А. Овчаренко [и др.]. – Балашов: Николаев, 2010. – 164 с.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособ. для студ. высш. учеб. заведений / О.П. Мелехова, Е.И. Егорова, Т.И. Евсеева и др.; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Егоровой. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
5. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учеб.-метод. пособ. / А.Г. Бубнов [и др.]; под общ. ред. В.И. Гриневича; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 112 с.
6. Боголюбов А.С. Построение профиля склона речной долины [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 1999. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/06.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
7. Боголюбов А.С., Кравченко М.В., Баслеров С.В. Подготовка и описание почвенного разреза [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 2001. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/07.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
8. Боголюбов А.С., Панков А.Б. Простейшая методика геоботанического описания леса: Методическое пособие для педагогов дополнительного образования и учителей. – М.: Экосистема, 1996. – 17 с.
9. Волкова П.А., Шипунов А.Б. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах. – М.: Экспресс, 2008. – 60 с.
10. Воронов А.Г. Геоботаника. – М.: Высшая школа, 1973. – 205 с.
11. ГОСТ 17.1.5.05–85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».
12. ГОСТ 17.4.3.01–83 «Почвы. Общие требования к отбору проб».
13. ГОСТ 17.4.4.02–84 «Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».

14. ГОСТ 26423–85 «Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки».
15. ГОСТ 4011–7 «Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа».
16. ГОСТ 4151–72 «Вода питьевая. Метод определения общей жёсткости».
17. ГОСТ 4386–89 «Вода питьевая. Методы определения массовой концентрации фторидов».
18. Грибова С.А., Исаченко Т.И. Картирование растительности в съёмочных масштабах // Полевая геоботаника. – Л.: Наука, 1972. – Т. IV. – С. 137–334.
19. Заиканов В.Г. Методические основы комплексной геоэкологической оценки территорий / В.Г. Заиканов, Т.Б. Минакова; Ин-т геоэкологии РАН. – М.: Наука, 2008. – 81 с.
20. Иллюстрированный определитель растений средней полосы России: в 3 т. / И.А. Губанов, К.В. Киселёва, В.С. Новиков, В.Н. Тихомиров. – М.: КМК; Ин-т технологич. исследований, 2002.
21. Краткое руководство для геоботанических исследований в связи с полезацитным лесоразведением и созданием устойчивой кормовой базы на юге европейской части СССР. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1952. – 190 с.
22. Метод ключевых участков [Электронный ресурс] // Справочник по лесу. – Н. Новгород, 2001–2015. – URL: <http://www.derev-grad.ru/lesopolzovanie/metod-klyuchevyh-uchastkov.html> (дата обращения 01.02.2015).
23. Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломец А.И. Современная наука о растительности: учеб. – М.: Логос, 2001. – 264 с.
24. Моргуна Д.В. Методика анализа видового разнообразия в эколого-фаунистической исследовательской работе // Методы полевых экологических исследований / Под ред. Д.В. Моргуна. – М.: Экспресс, 2012. – С. 70–75.
25. МУ 1.2.2742–10.1.2. «Гигиена, токсикология, санитария. Порядок отбора проб для выявления и идентификации наноматериалов в растениях».
26. Нейштадт М.И. Определитель растений средней полосы европейской части СССР. – М.: Учпедгиз, 1954. – 491 с.
27. Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике (продолжение) [Электронный ресурс] // Биология. – 2003. – №31. – URL: <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200303103> (дата обращения 01.02.2015).

28. Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике [Электронный ресурс] // Биология. – 2003. – №28. – URL: <http://bio.1september.ru/article.php?ID=200302806> (дата обращения 01.02.2015).
29. Новиков В.С. Популярный атлас-определитель: Дикорастущие растения / [Новиков В.С., Губанов И.А.]. – 3-е изд., стер. – М.: Дрофа, 2006. – 415 с.
30. Новиков В.С., Губанов И.А. Школьный атлас-определитель высших растений: книга для учащихся. – 2-е изд. – М.: Просвещение, 1991. – 240 с.
31. Парамонов Е.Г., Маленко А.А. Основы лесоводства и лесопаркового хозяйства: учеб. пособ. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2007. – 170 с.
32. Перельман Я.И. Занимательная алгебра: Занимательная геометрия. – Ростов н/Д.: ЗАО «Книга», 2005.
33. Полозов Ю.Г. Мониторинг атмосферного воздуха методом биоиндикации по состоянию хвои, ели и сосны // Методы полевых экологических исследований / Под ред. Д.В. Моргуна. – М.: Экспресс, 2012. – С. 12–25.
34. Пчёлкин А.В., Слепов В.Б. Использование лишайников в экологическом мониторинге и биоиндикационных исследованиях // Методы полевых экологических исследований / Под ред. Д.В. Моргуна. – М.: Экспресс, 2012. – С. 4–12.
35. Растительные сообщества [Электронный ресурс] // Энциклопедии & словари: Биологическая энциклопедия. – М., 2009–2013. – URL: http://enc-dic.com/enc_biology/Rastitelne-soobshchestva-1153/ (дата обращения 01.02.2015).
36. РД 52.18.191–89 «Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом».
37. Руководство к практическим занятиям по методам санитарно-гигиенических исследований: учеб. пособ. / З.Ф. Азевич, А.И. Громов, А.А. Галич и др.; под ред. Л.Г. Подуновой. – М.: Медицина, 1990. – 304 с.
38. Сергеев И.Н., Олехник С.Н., Гашков С.Б. Примени математику. – М.: Наука, 1989. – 240 с.
39. Состояние окружающей среды и система экологической безопасности города Королёва / Под общ. ред. В.А. Волкова. – Королёв: Космос, 2007. – 249 с.
40. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. – Новосибирск: Наука, 1979. – 190 с.
41. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьёвой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.

42. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: учеб. пособ. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2004. – 260 с.
43. Фролова Г. И. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб // Методы полевых экологических исследований / Под ред. Д.В. Моргуна. – М.: Экспресс, 2012. – С. 33–70.
44. Четверухин Н.Ф. Методы геометрических построений: учеб. пособ. для пед. ин-тов. – 2-е изд. – М.: Учпедгиз, 1952. – 147 с.
45. Школьный экологический мониторинг: Учеб.-метод. пособ. для учителей и учащихся / Т.Я. Ашихмина [и др.]; под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: Агар, 2000. – 386 с.
46. Экологический мониторинг: концепция, подходы, роль в образовательных проектах: учеб.-метод. пособ. / Под ред. Д.В. Моргуна. – М.: Соц.-полит. мысль, 2008. – 140 с.
47. Экологический словарь / С. Делятицкий и др. – М.: Конкорд Лтд – Экопром, 1993. – 208 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ГЛОССАРИЙ

Абсолютно-сухая проба почвы – проба почвы, высушенная до постоянной массы при температуре 105 °С.

Анализ почвы – совокупность операций, выполняемых с целью определения состава, физико-механических, физико-химических, химических, агрохимических и биологических свойств почвы.

Проводят механический (гранулометрический), химический, минералогический и микробиологический анализы. Результаты анализов используют для составления почвенных карт, агрохимических картограмм.

Аспект – заметные черты строения напочвенного покрова. Например, ярко-зелёный аспект травостоя, с пепельно-фиолетовым оттенком от соцветий мятлика болотного, лисохвоста лугового и сиреневыми пятнами горичвета, жёлтыми пятнами лютика ползучего.

Ассоциация растительная – основная классификационная единица растительных сообществ (фитоценозов), представляющая совокупность однородных фитоценозов с одинаковыми структурой, видовым составом и со сходными взаимоотношениями как между организмами, так и между ними и средой. Характеризуется определённым флористическим составом. Ассоциация называется по господствующим видам одного или нескольких ярусов.

Биоиндикация – метод выявления качественных характеристик компонентов окружающей среды путём анализа реакции живых организмов-индикаторов на негативные внешние условия.

Биотестирование – метод выявления и оценки степени воздействия факторов окружающей среды на организм путём использования биологических «тест-объектов» в условиях, контролируемых постановщиками эксперимента.

Бонитировка почвы – сравнительная оценка в баллах качества почвы по природным свойствам.

Воздушно-сухая проба почвы – проба почвы, высушенная до постоянной массы при температуре и влажности лабораторного помещения.

Возобновление древостоя – характеристика, позволяющая прогнозировать будущее лесного массива.

Возраст древостоя определяют подсчётом годичных колец на имеющихся пнях.

Географическая привязка данных исследований к местности – это определение положения точек наблюдений и трасс исследовательских маршрутов на местности (установление их географических координат) и нанесение их на карту или детальный космический снимок.

Геоэкология – практический раздел науки, занимающийся изучением свойств компонентов природной среды (составных частей экосистем: приземной атмосферы, почв, поверхностных и подземных вод, горных пород) и их региональных и глобальных изменений, обусловленных техногенным воздействием [47].

Геоэкологическое обследование и оценка территории проводится с целью выявления результатов взаимодействия природы и общества. Оценка осуществляется путём изучения и анализа свойств природных объектов, особенностей протекания естественных природных процессов, характера и степени антропогенного воздействия на геосистему – комплекс из следующих компонентов: литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы, находящихся в системной связи друг с другом и выступающих как целостность по отношению к другим системам и к человеку [19].

Глоссарий (лат. *glossarium* – «собрание глосс») – словарь узкоспециальных терминов в какой-либо отрасли знаний с толкованием, иногда с переводом на другой язык, с комментариями и примерами. Глоссы – иноязычные или непонятные слова в тексте книги с их толкованием.

Древостой – совокупность всех деревьев, образующих лес. Форма древостоя (простая или сложная) зависит от количества ярусов.

Жизненность – степень развитости вида в фитоценозе.

Единичная проба почвы – проба определённого объема, взятая однократно из почвенного горизонта, слоя.

Интерпретация (от лат. *interpretatio* – толкование, объяснение) в нашем случае – это истолкование, трактовка данных, раскрытие, разъяснение смысла полученных результатов. Поэтому следует помнить, что интерпретация всегда носит относительный характер.

Камеральные работы – это аналитические и лабораторные исследования, проводимые в стационарных условиях, которые включают: изучение химического состава и других свойств проб (образцов), отобранных на природных объектах; обработку, визуализацию, оформление, картографирование и комплексный анализ полученных данных; обсуждение, систематизацию и интерпретацию результатов; формирование рекомендаций и предложений по их практическому использованию.

Картографирование почвы (недопустим к применению термин-синоним «картирование») – составление почвенных карт или картосхем отдельных их свойств.

Класс бонитета – показатель сравнительного качества объектов.

Классификация – это важнейший вид систематизации, предусматривающий распределение объектов по группам на основе установления их сходства и различия (например, классификация животных, растений, химических элементов). Классификация и систематизация приводят к пониманию причинно-следственных отношений между изучаемыми фактами и данными, к выделению групп объектов и их составных частей, что позволяет рассматривать конкретный объект как часть целой системы.

Ключевой участок – наиболее типичный, однородный по видовому составу участок территории площадью 500–600 м², выбираемый для геоботанического описания, внутри которого могут закладываться пробные площадки.

Механический (гранулометрический) анализ – количественное определение содержания в почве частиц разного диаметра. Проводят при помощи сит и пипеточным методом (используя зависимость между размерами частиц и скоростью оседания их в стоячей воде). В зависимости от содержания физической глины (частиц < 0,01 мм) и физического песка (> 0,01 мм) почву по гранулометрическому (механическому) составу относят к той или иной разновидности (например, суглинок средний, супесь).

Минералогический анализ позволяет определить содержание в почве первичных и вторичных минералов для понимания её генезиса и физико-химических свойств; распределение минералов по почвенному профилю, их количественное соотношение и изменение в процессе почвообразования.

Микробиологический анализ устанавливает состав микрофлоры почвы для характеристики её биохимических свойств и биологической активности; определяет количество почвенных микроорганизмов, бактерий, актиномицетов, грибов, почвенных водорослей, простейших (амёб и инфузорий).

Объединённая проба почвы (недопустим к применению термин синоним «смешанная проба почвы») – проба почвы, состоящая из заданного количества единичных проб.

Паспорт почвы – документ, содержащий фиксированный набор данных о почве, необходимых для целей её рационального использования и охраны.

Подлесок – это древесные и кустарниковые растения, не формирующие древостой. **Подрост** – молодые деревья основных лесобразующих пород высотой до 1/4 основного полога (спелого и приспе-

вающего древостоя). Подрост – самостоятельный полог древесного яруса.

Полевые работы – натурные исследования, организуемые для понимания реальной ситуации на исследуемом участке территории, позволяющие провести визуальное обследование, измерения параметров среды, отбора проб (образцов), сбор фактических данных для последующей их визуализации, статистической обработки, анализа, систематизации и картографирования в стационарных (камеральных, лабораторных) условиях.

Почвенная вытяжка – экстракт, полученный после обработки почвы раствором заданного состава, действовавшим на почву определённое время при определённом соотношении почва – раствор.

Почвенный профиль (профиль почвы) – система взаимообусловленных по происхождению и взаимосвязанных слоев (генетических горизонтов), взаимодействующих в современном почвообразовательном процессе. Он обнажается на стенке шурфа (прикопки), т. е. в вертикальном разрезе.

Почвенный шурф – земляная выработка глубиной 1,2–2,0 м с тремя вертикальными стенками и ступенчатым спуском от одной из узких сторон; применяется для вскрытия вертикального разреза почвы на всю её глубину и почвообразующей (подстилающей) породы.

Прикопка – земляная выработка глубиной 0,4–0,8 м с вертикальными стенками, вскрывающими вертикальный разрез наиболее важной в диагностическом отношении верхней части почвы.

Пробная площадка почвы – репрезентативная часть исследуемой территории, предназначенная для отбора проб и детального исследования почвы.

Мезорельеф – продукт преимущественно экзогенных процессов, которые формируют морфоскульптурный облик территории. Их относительный высотный диапазон составляет первые десятки метров. К формам мезорельефа, например, можно отнести холмы, овраги, элементы речных долин (террасы, пойма и русло реки).

Микрорельеф – формы рельефа, являющиеся одновременно деталями мезорельефа, т.е. более крупных форм. Их высота измеряется первыми метрами. К ним можно отнести бугры, прирусловые валы и косы, небольшие карстовые воронки, блюдцеобразные понижения, балки, западины и др.

Нанорельеф – отражает, как правило, свойства вещества, из которого состоят более крупные формы рельефа, высота которых измеряется

дециметрами. К ним относятся, например, промоины, кочки, а также формы, имеющие биогенное происхождение, например, кротовые кучки земли, термитники и пр.

Систематизация (от греч. *systema* – целое, состоящее из частей) – мыслительная деятельность, в процессе которой изучаемые объекты (или полученные данные) организуются в определённую систему на основе выбранного принципа. Кроме того, систематизацией называют процедуру объединения, сведения в группы однородных по неким признакам элементов и приведения их к иерархическому единству на основе существующих связей.

Статистика (от латинского *status* – состояние дел) – отрасль знаний, в которой излагаются общие вопросы сбора, измерения и анализа массовых статистических (количественных или качественных) данных; изучение количественной стороны массовых явлений в числовой форме.

Статистическая методология исследования и обработки материалов включает: массовые наблюдения, группировку, определение средних величин и балансов, построение графических изображений и использование других методов анализа статистических данных.

Степень сомкнутости крон – отношение площади проекции крон к величине пробной площади или соотношение между «открытым небом» и кронами. Её оценивают в процентах (от 0% до 100%), в баллах (от 1 до 10) или в долях единицы (от 0,1 до 1).

Химический анализ почвы проводится с целью установления химического состава и свойств почвы. Он позволяет выяснить общее содержание в почве следующих элементов: С, N, Si, Al, Fe, Ca, Mg, P, S, K, Na, Mn, Ti и пр.; анализ водной вытяжки даёт представление о содержании в почве водорастворимых веществ (сульфатов, хлоридов и карбонатов кальция, магния, натрия и др.); о поглотительной способности почвы; об обеспеченности почв питательными веществами (устанавливает количество легкорастворимых или подвижных, усваиваемых растениями соединений азота, фосфора, калия и др.) о фракционном составе органических веществ почвы, о формах соединений основных почвенных компонентов, включая микроэлементы. Различают полевые, экспедиционные и лабораторные химические анализы.

Фенологическая фаза – фаза сезонного развития растения.

Формула древостоя – показатель доли численности конкретного вида относительно других видов на единице площади.

Приложение 2

БЛАНК ДЛЯ ЗАПИСИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ,
ПРОИЗВОДИМЫХ В НАТУРНЫХ УСЛОВИЯХ
НА ТОЧКАХ НАБЛЮДЕНИЙ

Группа (название команд _____
_____)

Действие	Описание
Расположение точки (географическая привязка к местности)	Точка № ___ расположена в _____ метрах к _____ от русла р. Осётр, на траверсе дороги в тб. «Росинка» (в _____ метрах к <i>западу</i> от траверса дороги в тб. «Росинка»); Высота над урезом воды в р. Осётр _____ м; Высота над уровнем моря _____ м; Координаты по GPS- навигатору _____ с.ш. _____ в.д.
Форма рельефа, на которой расположена точка	Точка расположена на _____ <i>(высокой) пойме (или на склоне 1-й надпойменной террасы)</i>
Шурф	Размеры: _____ м. х _____ м. Глубина шурфа _____ м. Ориентация: «передняя стенка» шурфа, по которой производится описание и фотодокументирование почвенного разреза – это <i>западная</i> стенка шурфа.
Фотография	Произведена фотосъёмка «передней» (<i>западной</i>) стенки шурфа с применением рейки и таблички с № точки _____
Разрез	Тип почвы: _____ Выделены горизонты (индексы и названия) и определена их мощность (толщина в см): А(<i>почвенный гумусовый 0–10 см</i>) _____ см. В _____ см. С _____ см. Механический состав почвы по горизонтам: А (<i>0–10 см</i>) <i>лёгкий суглинок</i> _____ ; В (<i>10– см</i>) <i>супесь</i> _____ ; С (<i>– см</i>) <i>песок</i> _____

<p>Флористическая характеристика</p>	<p>На площадке 10Ч10 м, прилегающей к шурфу точ. № __, определён следующий видовой состав растительности: _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>Ярусность растительности (<i>описание</i>): _____</p> <p>_____</p> <p>Выделены следующие растительные сообщества: _____</p> <p>_____</p>
<p>Физические характеристики</p>	<p>Определён следующий уровень солнечной радиации _____ Вт/ч;</p> <p>Определён следующий уровень радиоактивного излучения _____ мкЗв/ч;</p> <p>Эффективность использования в точке № __ солнечных батарей оценена как: (<i>низкая, средняя ...или высокая</i>) _____</p>
<p>Пробы</p>	<p>Отбор проб почвы в объеме 1 л (весом 1 кг) произведён: из верхнего горизонта почвенного разреза (0–10 см) и из горизонта С (____ см)</p>

**ПРИМЕР РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ НА ОДНОЙ
ИЗ ТОЧЕК ПРОФИЛЯ В ЛУХОВИЦКОМ РАЙОНЕ
МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Наблюдения на точке №1 проведены командами: «Стоп» и «Рождённые экологией».

Географическая привязка точки №1:

Координаты: 54°55'33,3" с.ш., 38°47'34,6" в.д. Точка расположена в прибрежной части правого берега р. Осётр, на пойме у её бровки, в 11 м к югу от русла (в 45 м к западу от траверса дороги в «Росинку»); высота над урезом воды 5,5 м; высота над уровнем моря 108 м, т. к. высота над уровнем моря уреза воды р. Осётр составляет 102,8 м (определена по топографической карте М 1:50 000, в точке, расположенной в 1 км ниже по течению).

Радиоактивное излучение – 0,16 мкЗв/ч

Почвенный разрез

Глубина шурфа 1,40 м.

Почвы дерновые аллювиальные, пойменные, суглинистые.

Почвенные горизонты отчётливо не выражены.

Механический состав: средне-тяжёлый суглинок.



Видовой состав фитоценоза на точке №1: На участке 10 м² было обнаружено более 26 видов растений, среди которых определены: крапива двудомная, сныть обыкновенная, одуванчик лекарственный, осоки, осот полевой, ежевика сизая, купырь лесной, бодяк полевой, подмаренник цепкий, ежа сборная, скирда кровельная, мятлик многолетний, горошек мышиный, тимофеевка луговая, лапчатка гусиная,

щавель конский, хвощ полевой, будра плющевидная, костер безостый, зверобой продырявленный, чистотел большой, вьюнок полевой, подорожник большой, герань луговая, тысячелистник обыкновенный, клевер красный.

**Перечень рекомендованных методик проведения комплексных
геоэкологических исследований**

1. Боголюбов А.С. Построение профиля склона речной долины [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 1999. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/06.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
2. Боголюбов А.С., Кравченко М.В., Баслеров С.В. Подготовка и описание почвенного разреза [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 2001. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/07.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
3. Боголюбов А.С. Комплексные исследования на ландшафтном профиле [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 2000. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/10.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
4. Хомутова И.В. Методики геоботанического описания лесной растительности на пробных площадях и ключевых участках.
5. Хомутова И.В. Способы определения высоты деревьев.
6. Боголюбов А.С., Панков А.Б. Простейшая методика геоботанического описания леса: Методическое пособие для педагогов дополнительного образования и учителей. – М.: Экосистема, 1996. – 17 с.
7. Боголюбов А.С. Изучение видового состава и численности грибов [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 2000. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/12.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
8. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация: учеб. пособ. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2005. – 265 с.
9. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды: учеб.-метод. пособ. / А.Г. Бубнов [и др.]; под общ. ред. В.И. Гриневича; ГОУ ВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. – Иваново, 2007. – 112 с.
10. Боголюбов А.С. и др. Оценка жизненного состояния леса по сосне [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 1999. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/53.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
11. Боголюбов А.С., Кравченко М.В. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации [Электронный ресурс] // Экологический

- центр «Экосистема». – М., 2001. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/52.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
12. Боголюбов А.С. Изучение видового состава и численности птиц методом маршрутного учёта [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 1999. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/29.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
 13. Методика комплексного исследования водоемов // по материалам сайта детского коммуникационного проекта «Экологическое содружество»: <http://www.ecosoop.ru> (дата обращения: 01.02.2015).
 14. Боголюбов А.С. Комплексная экологическая оценка антропогенных воздействий на местность [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 2000. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/56.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
 15. Дунаева Т.В., Коробанов А.В. Методические материалы по подготовке проектов.
 16. Логическая схема научного исследования и общие требования к проведению и содержанию научно-исследовательской работы.
 17. Боголюбов А.С. Спортивное ориентирование в лесу [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 1999. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/01.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
 18. Боголюбов А.С. Оценка экологических характеристик лугов по растительному покрову [Электронный ресурс] // Экологический центр «Экосистема». – М., 2002. – URL: <http://www.ecosystema.ru/04materials/manuals/54.htm> (дата обращения: 01.02.2015).
 19. Волкова П.А., Шипунов А.Б. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах. – М.: Экспресс, 2008. – 60 с.

Волков Владимир Алексеевич,
Дунаева Татьяна Владимировна,
Дунаева Елизавета Андреевна и др.

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ
КОМПЛЕКСНОГО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО
ОБСЛЕДОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ**

Методическое пособие для школьников

Редактор, корректор *Е.В. Хомякова*
Компьютерная вёрстка *А.М. Иноземцевой*

Подписано в печать 10.04.2015 г.
Бумага офсетная. Гарнитура «Minion Pro».
Печать офсетная. Формат 60х84/16.
Усл. печ. л. 3,25, уч.-изд. л. 4.
Тираж 500 экз. (1-й з-д 1–50 экз.). Заказ № 254.

Отпечатано в ИИУ МГОУ
105005, г. Москва, ул. Радио, д. 10а.

