

3. *Вершинин В.Л.* Видовой состав и биологические особенности амфибий ряда промышленных городов Урала: дис. ... канд. биол. наук. – Свердловск, 1983. – 198 с.
4. *Лада Г.А., Соколов А.С.* Методы исследований земноводных: науч.-метод. пособие. – Тамбов: Изд-во ТГУ им. Г.Р. Державина, 1999. – 75 с.
5. *Лукьянова Л.Е., Лукьянов О.А.* Характеристика обилия и пространственной структуры населения рыжей полевки на техногенных территориях // Животные в условиях антропогенного ландшафта. – Екатеринбург, 1992. – С. 85–92.
6. *Кузякин А.П.* Зоогеография СССР // Учен. зап. МОПИ им. Н.К. Крупской. – М., 1962. – Т. 109. – С. 3–182.
7. *Ибрагимова Д.В., Стариков В.П.* Биотопическое распределение и численность амфибий г. Сургута // Биологические системы: устойчивость, принципы и механизмы функционирования : мат-лы III Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Нижний Тагил, 1-5 марта 2010 г.). – Ч. 1. – Нижний Тагил, 2010. – С. 250–255.
8. *Ушаков В.А., Лебединский А.А.* Амфибии в условиях урбанизации ландшафта // Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземных позвоночных животных. – М.: Всесоюз. териол. общество АН СССР, 1987. – Ч.2. – С. 181–182.
9. *Макеева В.М., Смуров А.В.* Эколого-генетический подход к охране животных урбанизированных ландшафтов (на примере модельных видов в городе Москве) // Изв. Самарского научного центра РАН. – 2010. – Т.12, №1(5). – С. 1400–1406.



УДК 630\*1

**А.А. Ваїс**

#### **ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ ПРИГОРОДНОЙ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ г. КРАСНОЯРСКА**

*В результате проведенных исследований была выполнена оценка биологического разнообразия территории Караульного лесничества Учебно-опытного предприятия СибГТУ. На уровне минимального лесного объекта была предложена формула оценки потенциального биологического разнообразия территории.*

*Установлено, что максимальное варьирование показателей наблюдалось при использовании классификации на основе типов леса.*

**Ключевые слова:** биоразнообразие, регион, лесничество, выдел, оценка, классификация, карта-схема.

**А.А. Vais**

#### **FOREST PLOT BIODIVERSITY ESTIMATION IN THE KRASNOYARSK CITY SUBURBAN GREEN ZONE**

*Biological diversity estimation on the Karaulnoye forestry territory of the Scientific-experimental enterprise of SIBSTU has been done as a result of the conducted research. The formula for estimation of the territory potential biological diversity was offered at a rate of minimum forest object.*

*It is determined that maximum factor variation was observed in the process of using the classification on the basis of forest types.*

**Key words:** biodiversity, region, forestry, unit, estimation, classification, schematic map.

---

**Введение.** Биологические ресурсы Земли являются жизненно необходимыми для экономического и социального развития человечества. В настоящее время велика угроза существованию видов и экосистем. Высокими темпами продолжается исчезновение видов, вызванное деятельностью человека [1].

Согласно статье 1 Конвенции о биологическом разнообразии [2], целями данного документа являются сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов, в том

числе путем предоставления необходимого доступа к генетическим ресурсам и путем надлежащей передачи соответствующих технологий с учетом всех прав на такие ресурсы и технологии, а также путем их должного финансирования [2].

В законодательстве Российской Федерации присутствуют положения и механизмы по сохранению биологического разнообразия [3].

Измерение, оценка и контроль биологического разнообразия требует количественного описания качественных признаков, которые можно сравнивать [4]. В настоящее время предложено более 40 индексов, которые предназначены для оценки биоразнообразия. Большинство различий между индексами заключалось в том, какое значение они придают выравненности и видовому богатству [5]. Выравненность – равномерность распределения видов по их обилию в сообществе. Видовое богатство – число видов, для сравнения отнесенное к определенной площади [4]. Индексы видового богатства используются для оценки разнообразия, ограниченного в пространстве и во времени, сообщества, для которого точно известно число составляющих его видов и особей. Однако в большинстве случаев исследователь имеет дело с выборкой, не располагая полным списком видов сообщества.

В 1960 году Уиттекер [4] предложил понятия  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -разнообразия.

$\alpha$ -Разнообразии оценивает многообразие внутри местообитания или одного сообщества.

$\beta$ -Разнообразии учитывает многообразие между местообитаниями.

$\gamma$ -Разнообразии – многообразие в обширных регионах биома, континента, острова.

В 1979 году Крюгер и Тейлор добавили показатель  $\Delta$ -разнообразия, учитывающий изменения климатических факторов, что выражается в смене растительных зон, провинций.

Современный уровень накопления данных по многообразию живой природы требует применения генерализованных информационных систем. В настоящее время создана концептуальная модель «ГИС-мониторинга биоразнообразия лесов» [6]. Применение ГИС-технологий позволило осуществить интеграцию и совместный анализ имеющихся данных различного формата и масштаба, характеризующих растительный покров.

Однако в настоящее время не хватает показателей, позволяющих оценить потенциальную способность лесных участков к сохранению биоразнообразия.

**Цель и задачи исследования.** Основной целью исследования была оценка биологического разнообразия выделов с учетом таксационных характеристик. Для реализации данной цели были поставлены следующие задачи:

выполнить оценку биологического разнообразия на региональном уровне;

произвести оценку биологического разнообразия на уровне лесничества;

оценить потенциальное биологическое разнообразие на уровне лесотаксационного выдела.

**Методика и объект исследования.** Оценка биоразнообразия на региональном уровне подразумевала изучение редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений и грибов. На данном уровне представлены сведения о разнообразии флоры и фауны в Емельяновском районе.

Уровень лесничества представляет собой выделение наиболее информативной классификационной единицы для изучения биоразнообразия. Для этого была проведена сортировка таксационных описаний по хозяйственным секциям: сосновая, лиственничная, пихтовая, березовая, осиновая. Затем в каждой хозсекции насаждения сортировали по типам леса, классам бонитета, ландшафтными признакам и по крутизне склонов. Анализировался следующий набор показателей: возраст, высота, диаметр, бонитет, полнота, запас на 1 га, тип леса, состав, подрост. За основу информативности той или иной классификации была взята степень варьирования таксационных показателей.

Оценка биоразнообразия на уровне лесотаксационного выдела определялась по формуле, учитывающей данные массовой таксации (лесостроительный материал). Формула учитывала потенциальную и текущую способность лесных участков к сохранению биоразнообразия:

$$\text{ОБР} = K_{\phi} + K_A + K_B + K_C + K_D + K_T,$$

где ОБР – оценка биоразнообразия лесного участка (выдела);

$K_{\phi}$  – коэффициент, зависящий от формы насаждения;

$K_A$  – коэффициент антропогенной нагрузки;

- К<sub>в</sub> – коэффициент, связанный с возрастной структурой насаждения;
- К<sub>б</sub> – коэффициент, учитывающий класс бонитета древостоя;
- К<sub>з</sub> – коэффициент, учитывающий продуктивность насаждения (запас древесины на 1 га);
- К<sub>с</sub> – коэффициент, зависящий от состава древостоя;
- К<sub>т</sub> – коэффициент, связанный с типом леса.

Значения коэффициентов приведены ниже. На основе двух кварталов был произведен расчет потенциальной способности лесных участков к сохранению биоразнообразия и составлена карта биоразнообразия лесотаксационных выделов.

Объектом исследования являлись защитные леса Караульного лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГТУ. На территории лесничества преобладают хвойные насаждения, занимающие 54,2 % от покрытых лесом земель. Из хвойных пород преобладающими являются сосновые насаждения, которые занимают половину площади. Мяголиственные насаждения произрастают на 45,5 % покрытых лесом земель и представлены березой (28,0 %) и осиной (17,7 %). Средний класс бонитета составил II,4, в том числе хвойных – II,6, мяголиственных насаждений – II,3. Средняя полнота древостоев 0,65.

**Результаты исследований и их обсуждение. Оценка биоразнообразия на региональном уровне** заключалась в изучении объектов животного и растительного мира. За основу были взяты «Красная книга Красноярского края» и «Проект освоения лесов». Главной водной артерией территории района исследования является р. Енисей и ее притоки. Состав ихтиофауны представлен видами различной промысловой ценности. Всего на территории района обитает 31 вид рыб. Виды животных, обитающих на территории Емельяновского района и занесенных в Красную книгу Красноярского края, приведены в таблице 1 (фрагмент).

Таблица 1

**Виды животных, обитающих на территории Емельяновского района (фрагмент)**

Вид	Латинское название
<i>Животные</i>	
Лось	<i>Alces alces (Linnaeus, 1758)</i>
Рысь	<i>Felis lynx (Linnaeus, 1758)</i>
Выдра	<i>Lutra lutra (Linnaeus, 1758)</i>
Косуля сибирская	<i>Capreolus pygargus (Pallas, 1771)</i>
<i>Птицы</i>	
Кобчик	<i>Falco vespertinus (Linnaeus, 1758)</i>
Большая выпь	<i>Botaurus stellaris (Linnaeus, 1758)</i>
Скопа	<i>Pandion haliaetus (Linnaeus, 1758)</i>
Филин	<i>Bubo bubo (Linnaeus, 1758)</i>
<i>Насекомые</i>	
Жук-носорог обыкновенный	<i>Oryctes nasicornis nasicornis (Linnaeus, 1758)</i>
Шмель моховой	<i>Bombus muscorum (Fabricius, 1775)</i>
<i>Рыбы</i>	
Осетр сибирский	<i>Acipenser baeri (Brandt, 1869)</i>
Стерлядь	<i>Acipenser ruthenus (Linnaeus, 1758)</i>
Таймень	<i>Hucho taimen (Pallas, 1773)</i>

Виды флоры Емельяновского района представлены покрытосеменными – 59 видов, папоротниками – 7 видов, моховидными – 10 видов, лишайниковыми – 14 видов и грибами – 14 видов.

**Оценка биоразнообразия на уровне лесничества** показала, что максимальная степень варьирования таксационных показателей наблюдалась при использовании классификации по типу леса (табл. 2), затем использования ландшафтного подхода (учет экспозиций (С, Ю, З, В)), крутизны склонов. Минимальная изменчивость таксационных показателей выявлена по классам бонитета.

## Классификация сосновых насаждений на основе типов леса (фрагмент)

Таксационный показатель	Варьирование показателя
<i>Сосняк осочково-разнотравный</i>	
Возраст, лет	7–180
Высота, м	7–27
Диаметр, см	8–68
Бонитет	I–IV
Полнота	0,3–1,5
Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	50–600
Состав	3С–10С
<i>Сосняк крупнотравно-папоротниковый</i>	
Возраст, лет	75–130
Высота, м	25–35
Диаметр, см	30–44
Бонитет	I–III
Полнота	0,5–0,7
Запас на 1 га, м <sup>3</sup>	190–270
Состав	5С–6С

В результате было проанализировано варьирование показателей сосновой хозсекции с выделением 10 типов леса; 4 классов бонитета; С, Ю, З, В экспозиции; склоны различной крутизны (пологие, полукрутые, крутые). По березовой хозсекции: 5 типов леса; 4 классов бонитета; С, Ю, З, В экспозиции; склоны (пологие, полукрутые, крутые, очень крутые). Для лиственничной хозсекции: 4 типа леса; два класса бонитета; С, Ю, З экспозиции; склоны (пологие, полукрутые, крутые). В пихтовой хозсекции выделены: два типа леса; два класса бонитета; С, В экспозиции; склоны (пологие, полукрутые).

Оценка биоразнообразия на уровне лесотаксационного выдела производилась на основе формулы. Максимальное значение ОБР принималось равное единице. Исходя из этого, использовались три градации биоразнообразия:

ОБР < 0,3 – низкое биоразнообразие;

ОБР 0,31–0,60 – среднее биоразнообразие;

ОБР 0,61–1,0 – высокое биоразнообразие.

Значения коэффициентов принимались исходя из влияния признака на биоразнообразие.

Простая форма насаждения  $K_{\phi}=0,05$ .

Сложная форма насаждения  $K_{\phi}=0,1$  (рис. 1).

Древостои, состоящие из нескольких ярусов, предполагают большее разнообразие древесной растительности, кустарников, молодого поколения леса, растительности и мхов.

Низкая антропогенная нагрузка  $K_A=0,2$ .

Высокая антропогенная нагрузка  $K_A=0,1$ .

Антропогенная нагрузка проявляется в виде хозяйственной деятельности и наличии естественных притягательных мест отдыха.

Молодняк  $K_B=0,1$ .

Средневозрастная, приспевающая, спелая группа  $K_B=0,05$ .

Перестойная группа  $K_B=0,1$ .

Предполагается, что в молодняках и перестойной группе биоразнообразие лесных участков выше.

Первый класс бонитета  $K_B=0,1$ .



Рис. 1. Формирование сложного насаждения ( $K_{\phi} = 0,1$ )

Второй, третий, четвертый, пятый классы бонитета  $K_B=0,05$ .

Первый класс бонитета характеризует наиболее благоприятные и продуктивные условия произрастания:

при запасе древесины

до  $100 \text{ м}^3/\text{га}$   $K_3=0,1$ .

от  $101$  до  $400 \text{ м}^3/\text{га}$   $K_3=0,05$ .

$401 \text{ м}^3/\text{га}$  и более  $K_3=0,1$ .

В древостоях с низкой продуктивностью растительный покров более развит и обилие видов выше.

Чистый состав древостоя  $K_C=0,05$ .

Смешанный древостой – две породы в составе  $K_C=0,07$ .

Смешанный древостой – более двух пород в составе  $K_C=0,1$ .

Характеризует биоразнообразие древесного яруса.

На уровне лесничества было выявлено, что классификационной единицей, учитывающей максимальное количественное разнообразие таксационных признаков, является тип леса. Для всех типов леса были определены коэффициенты в диапазоне  $K_T=0,1-0,3$ .

Для оценки биоразнообразия на уровне лесотаксационного выдела были случайно выбраны два квартала (20-й квартал – площадь  $103 \text{ га}$ , 25-й квартал – площадь  $50 \text{ га}$ ). На данных территориях произрастают сосновые, березовые, осиновые, лиственничные и пихтовые насаждения различного типа леса и возраста (рис. 2).

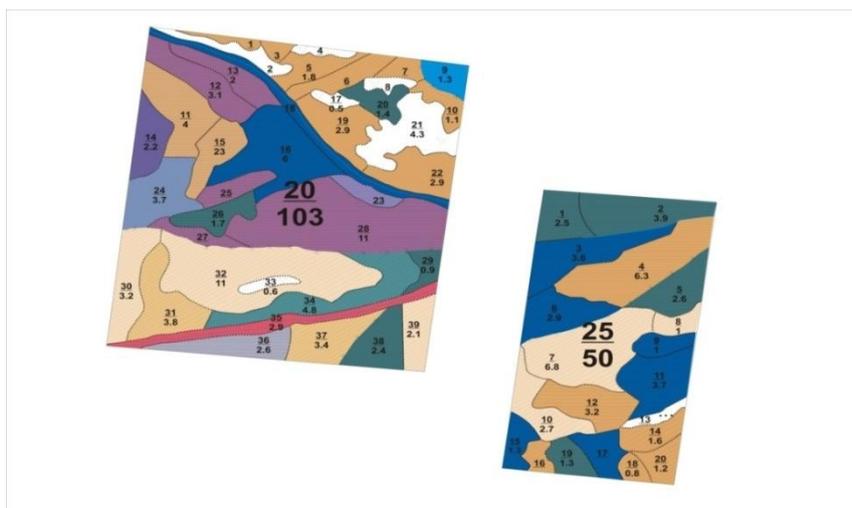


Рис. 2. Породная и возрастная структура лесотаксационных выделов (кварталы 20-й, 25-й)

Максимальные значения коэффициентов наблюдались в пихтовых и лиственничных насаждениях (ОБР=0,85). Минимальное значение биоразнообразия выявлено в сосновом насаждении (ОБР=0,45).

Для того чтобы планировать природоохранные мероприятия по благоустройству территории, была составлена карта-схема оценки биоразнообразия лесотаксационных выделов. Высокая степень биоразнообразия изображалась на карте горизонтальными линиями, а средняя степень – косыми линиями.

## Выводы

В результате проведенных исследований была выполнена оценка биоразнообразия территории Карального лесничества Учебно-опытного лесхоза СибГТУ:

на региональном уровне (выявлены редкие виды флоры и фауны, обитающие на территории Емельяновского района);

на уровне лесничества было установлено, что максимальное варьирование таксационных показателей наблюдалось при использовании типологической классификации территории;

на уровне лесотаксационного выдела была предложена формула оценки потенциального биоразнообразия лесного участка;

выполнен расчет биоразнообразия 59 лесотаксационных выделов (средняя и высокая степень биоразнообразия);

составлена карта-схема оценки биоразнообразия двух кварталов.

## Литература

1. *Ильина О.Н.* Анализ лесохозяйственных нормативно-правовых документов с точки зрения возможностей сохранения биоразнообразия // Нормативно-правовая основа сохранения биоразнообразия при заготовках древесины и рекомендации по ее применению / Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М., 2009. – 36 с. – URL: <http://www.wwf.ru> (дата обращения: 12.05.2011).
2. Конвенция о биологическом разнообразии. URL: <http://www.biodat.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
3. *Василевич В.И.* Альфа-разнообразие растительных сообществ и факторы его определяющие // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению [Электронный ресурс]. – СПб.: ЗИН РАН, 1992. – С. 162–170. URL: <http://www.biodat.ru> (дата обращения: 20.05.2011).
4. *Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А.* Биологическое разнообразие и методы его оценки. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 94 с.
5. *Лебедева Н.Н.* Измерение и оценка биологического разнообразия. – Ростов-н/Д: УПЛ РГУ, 1999. – 41 с.
6. *Тарасов М.Ф.* Вопросы изменчивости климата и сохранения биоразнообразия в экологических рекомендациях по лесопользованию и лесосохранению и деятельности концерна «Мясялиитто» // Устойчивое лесопользование. – 2009. – №3 (22). – С. 32–40.



УДК 582.632.1:574(571.61)

С.Е. Низкий, А.С. Сергеева

### ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ ПЛОСКОЛИСТНОЙ В КАЧЕСТВЕ ИНДИКАТОРА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Проведено сравнение показателей асимметрии листовых пластин берез, произрастающих в городе и пригородном лесу.*

*Установлено, что степень варьирования разницы площадей правой и левой половин листьев, оцениваемая по средне квадратическому отклонению, может служить в качестве показателя антропогенной нагрузки.*

**Ключевые слова:** береза, лист, листовая пластина, площадь, асимметрия, индикация, город, естественный лес, корреляция.