

УДК 630*272

UDC 630*272

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ЗАПИСИ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ
СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В
ГОРОДСКИХ ПАРКАХ**

**USE OF DIFFERENTIATED RECORDING OF
INDICATORS IN TREE HEALTH SURVEY IN
URBAN PARKS**

Ерзин Иван Васильевич
*Московский государственный университет леса
Москва, Россия*

Erzin Ivan Vasilievich
Moscow state forest university, Moscow, Russia

В статье приводится алгоритм и основные формулы для определения категорий состояния деревьев в парковых насаждениях, который позволяет снизить влияние субъективного мнения эксперта на результат обследования насаждений

The article features a basic algorithm for determination of tree health classes in terms of park plantations, which will reduce the effect of an expert's subjective judgment on the survey results

Ключевые слова: СОСТОЯНИЕ НАСАЖДЕНИЙ, ПАРКИ, ПРИЗНАКИ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ, ЖИЗНЕСТОЙКОСТЬ

Keywords: PLANTATIONS HEALTH, PARKS, TREE HEALTH INDICATORS, VIABILITY

В 2005-2010 годах нами проводились исследования, посвящённые оценке состояния насаждений городских парков Москвы и разработке рекомендаций по их реконструкции. В качестве объектов исследования были выбраны насаждения парков «Черкизовский», «Берёзовая роща» и «Дружбы». Большое внимание в ходе исследований было уделено методическим аспектам оценки состояния насаждений.

На сегодняшний день городские озеленённые территории играют жизненно важную роль в структуре крупных городов. Причём велико значение не только больших массивов городских лесов и лесопарков, но и более компактных объектов рекреационного назначения, таких как городские парки, бульвары и скверы. Величина антропогенной нагрузки на такие территории сокращает срок службы насаждений, что обуславливает важность своевременного проведения мероприятий по уходу за насаждениями, а так же по их ремонту и реконструкции.

Реконструкция насаждений – это один из видов периодических мероприятий, которые являются неотъемлемой частью жизненного цикла объектов ландшафтной архитектуры вообще и городских парков в частности. Для принятия решения о реконструкции объекта ландшафтной архи-

тектуры необходимы веские основания, к числу которых можно отнести низкий уровень жизнестойкости древесных насаждений на его территории. Определить уровень жизнестойкости, как и факт его снижения можно только на основе проведённого обследования состояния насаждений. Существующие методики оценки состояния деревьев и кустарников разрабатывались преимущественно для применения в лесах и лесопарках, вследствие чего использование их при обследовании насаждений городских парков, бульваров и скверов не достаточно эффективно.

Проведённый обзор тематической литературы, посвящённой оценке зелёных насаждений и объектов озеленения в городской среде, позволил выявить несколько основных подходов, направленных на оценку санитарного состояния объектов и жизнестойкости растений и растительных сообществ.

Методы оценки должны различаться как в зависимости от условий произрастания, так и в зависимости от цели работы, а так же функциональных особенностей насаждения. Оценка жизнестойкости насаждений может проводиться на двух уровнях – на уровне отдельных деревьев и на уровне растительных сообществ. При этом для анализа ситуации на уровне сообществ, как правило, необходимо иметь детальную информацию об отдельных растениях, составляющих насаждение.

Для оценки состояния насаждений на уровне отдельных экземпляров растений чаще всего используются соответствующие шкалы из «Санитарных правил в лесах РФ» [9] и «Правил создания, охраны и содержания зелёных насаждений Москвы» [7]. Кроме того, существуют и другие шкалы оценки, направленные на выявление ослабления растений под воздействием каких-либо специфических условий. К таковым относится и шкала Ю.З.Кулагина [4]. Все эти шкалы объединяет тот факт, что для определения категории состояния в них приводится перечень визуально фиксируемых признаков, причём каждой категории состояния сопоставлен более

или менее широкий набор таких признаков. Различия же между шкалами заключаются в количестве и наименовании категорий состояния, а так же в конкретных наборах признаков, которые в них учитываются.

Описанная выше общая особенность шкал обуславливает и их общий главный недостаток. В реальных условиях экземпляры деревьев, все проявления диагностических признаков у которых соответствуют одной и той же категории состояния, почти не встречаются. Так, например, дерево может иметь листву нормального размера и цвета, нормальный прирост на доступных для рассмотрения нижних ветвях и отсутствие водяных побегов, то есть признаки, соответствующие 1 категории состояния по шкале из «Правил...» [7]. В то же время у этого экземпляра количество сухих ветвей в кроне может достигать 20%, что делает крону слегка ажурной – это признаки 2 категории состояния. А наличие плодовых тел грибов, либо заселение ствола насекомыми говорит о принадлежности того же экземпляра к 3 категории состояния. Такие расхождения приводят к значительной субъективности выносимой оценки.

Анализ состояния насаждений на уровне сообществ часто проводится в рамках экологического мониторинга [1]. При этом преимущественно используются диагностические признаки из упомянутой выше шкалы «Правил создания, охраны и содержания зелёных насаждений Москвы» [7], которые приводятся и в ряде печатных работ МГУЛ [2; 6]. Наиболее полным и информативным показателем при таком подходе является индекс состояния насаждений [2], который позволяет составить представление о состоянии и перспективах развития насаждения в целом. Впрочем, при всех достоинствах этого показателя, некоторые особенности вычисления индекса осложняют применение его для оценки насаждений городских парков в связи с функциональными особенностями этого типа объектов, а так же их пространственной структурой.

Существуют и другие способы оценки состояния насаждений и здоровья среды [3], основанные на проведении детальных физиологических и анатомических измерений [5; 10]. Использование таких методов, безусловно, представляет интерес с научной точки зрения, но при решении практических задач не всегда может быть уместно по причине высокой трудоёмкости и технологической сложности работ.

Таким образом, анализ литературных источников позволил выявить определённые недостатки существующих методик.

Цель проводившегося нами исследования заключалась в разработке метода оценки состояния деревьев в насаждениях городских парков и сопоставимых с ними по размерам и характеру пользования объектах ландшафтной архитектуры. При этом были сформулированы следующие требования к предлагаемому решению: необходимо снизить влияние субъективного мнения эксперта на результат, процесс определения оценки не должен быть излишне длительным, для оценки состояния насаждений не должно использоваться редкое и дорогостоящее оборудование, при оценке состояния деревьев должны учитываться их видовые особенности. Также было важно, чтобы предлагаемый метод оценки позволил получать данные, пригодные для сопоставления с результатами исследований других авторов.

С этой целью связаны и две основные задачи, решавшиеся нами в процессе работы – определение основных принципов оценки состояния деревьев и формы представления конечного результата; уточнение и определение количественных характеристик диагностических показателей.

За основу были взяты шести балльная шкала состояния деревьев из «Правил создания, охраны и содержания зелёных насаждений Москвы» [7], а так же шкала, предложенная Ю.З.Кулагиным [4].

Для повышения объективности выносимой оценки нами была предложена отдельная форма записи диагностических показателей, а так же

следующие математические формулы, позволяющие вычислять итоговую оценку состояния растений:

$$I_1 = \frac{(\sum (x_i \times f_i) + C) \times L_1}{M}, \quad (1)$$

$$I_2 = 5 - I_1 \times 4 + L_2, \quad (2)$$

где

$C = (-1) \times \sum (x_i \times f_i)_{\min}$ – коэффициент, позволяющий представить результат в виде неотрицательного числа;

$M = \sum (x_i \times f_i)_{\max} + C$ – максимально возможное значение оценки;

I_1 – относительная оценка жизнеспособности;

I_2 – интегральная оценка в баллах стандартной шкалы;

x_i – значение оцениваемого признака;

f_i – вес оцениваемого признака;

L_1 – логическое извлечение факта жизненности;

L_2 – логическое извлечение факта сухостоя прошлых лет.

Первая из формул позволяет вычислить относительную оценку жизнеспособности в виде десятичной дроби. Чем ближе полученное число к единице – тем лучше состояние оцениваемого растения, сухостойное дерево в любом случае получает оценку 0. На следующем этапе с помощью формулы (2) относительную оценку можно интерпретировать в баллах стандартной шкалы [7]. Представленные формулы были реализованы в программе Microsoft Excel с использованием логических и статистических функций.

Так как сформулированный подход позволяет использовать для оценки состояния деревьев различные наборы диагностических признаков, а так же в связи с отсутствием количественных характеристик некоторых признаков, присутствующих в исходных шкалах, изучили характер прояв-

ления и применимость ряда диагностических показателей. В основном наши усилия были направлены на уточнение количественных характеристик признаков, применявшихся другими авторами [2; 4; 6; 7; 9], таких как величина прироста, размеры листьев и хвои и цветковые характеристики листового аппарата. Кроме того были предложены некоторые новые признаки, например – интенсивность цветения и плодоношения. Формат статьи не позволяет подробно описать весь процесс подбора диагностических признаков, поэтому ниже приведены лишь несколько примеров.

В упомянутых выше шкалах для оценки состояния лиственных и хвойных деревьев, как для лесных, так и для городских насаждений в число диагностических признаков входит величина прироста. При этом не уточняется, о каком именно приросте идёт речь – о текущем приросте по высоте, о радиальном приросте или о приросте боковых побегов. Также не совсем понятно, какую величину прироста можно считать нормальной.

Мы постарались отработать применение всех трёх видов прироста для диагностики состояния растений, однако в результате наиболее подходящим для подерёвного обследования парковых насаждений оказался прирост боковых ветвей первого и второго порядков ветвления. Но даже при учёте этого, наиболее доступного для наблюдения, вида прироста следует придерживаться определённых правил.

Прирост разных побегов одного и того же порядка ветвления на одном дереве может существенно различаться в зависимости от энергии роста конкретной ветви. Причём, в нижней части кроны, которая наиболее доступна для наблюдений наличие ветвей с низкой энергией роста имеет естественные причины и не может считаться признаком ослабления. Из этого следует, что оценивать величину прироста надо по побегам на ветвях, имеющих наибольшую энергию роста. При возможности, предпочтительно использовать для наблюдений ветви из средней или верхней частей кроны.

Для определения нормальной в данных условиях, для данного вида и возраста деревьев величины прироста следует выбрать в пределах объекта исследования эталонный экземпляр, определяемый по другим диагностическим признакам, как дерево без признаков ослабления или близкое к этой категории и имеющий, вероятно, наиболее крупные побеги. Длину побегов такого экземпляра можно считать нормальной в данных условиях для аналогичной части кроны.

Относительно небольшие различия в длине побегов, такие как 5-10% от эталонной величины могут косвенно говорить об уровне жизнестойкости растений, однако достоверная фиксация таких различий экспертом при визуальном способе обследования не представляется возможной. Для снижения степени субъективности оценок этого признака нами использовались следующие градации: большой прирост – более чем в полтора раза превышающий эталонное значение, нормальный прирост – от 0,5 до 1,5 нормальной величины и сокращённый прирост – менее 0,5 от эталонной длины побега.

Проявления многих диагностических признаков сильно зависят от видовой принадлежности растений. К числу таковых можно отнести интенсивность цветения и плодоношения – этот признак актуален только для однодомных видов растений с более или менее заметными цветками и плодами. Очевидно, что вес данного признака не велик, однако использование его в качестве дополнения к ряду более значимых признаков состояния также должно привести к снижению субъективности итоговой оценки.

Ещё один признак, требующий учёта видовой специфики растений – это срок жизни хвои и охвоённость побегов. Естественно, что данный признак может использоваться только применительно к вечнозелёным видам растений, но кроме того требуется определить, какие значения можно считать нормой для того или иного вида, а так же какой способ учёта данного показателя позволяет получать удобные и достоверные данные. Примене-

ние этого признака отрабатывалось нами на примере Сосны обыкновенной (*Pinus silvestris* L.).

В ходе нашего исследования было предложено фиксировать сохранность хвои визуально с четырьмя градациями (0%; 1-33%; 33-67%; 67-100%). Такой подход позволяет достаточно точно и, при этом, быстро оценить сохранность хвои в разных частях кроны, в том числе на труднодоступных побегах. Чтобы проверить степень субъективности такого подхода использовали группу из пяти экспертов. Было установлено, что средняя дисперсия оценок по выборке из 20 побегов составила $\sigma_{\text{ср.}}^2 = 0,12 \pm 0,02$ балла (здесь и далее по тексту доверительные интервалы представлены в виде $\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$, где \bar{x} – среднее арифметическое, а $m_{\bar{x}}$ – средняя ошибка [8]). При проведении оценки по дереву в целом средняя дисперсия оценок тех же пяти экспертов составила от $\sigma_{\text{ср.}}^2 = 0,05 \pm 0,02$ балла, в случае с молодыми и хорошо просматриваемыми деревьями, до $\sigma_{\text{ср.}}^2 = 0,14 \pm 0,04$ балла, при оценке крупных деревьев сосны высотой 14-16м. При выполнении работы для оценки удалённых побегов экспертами использовались оптические приборы – бинокль и цифровой фотоаппарат с длиннофокусным объективом (Nikon D80, Nikkor 70-300 f4,5-5,6 VR).

Что касается использования для оценки охвоённости побегов с разным расположением в кроне, то было установлено, что в большинстве случаев сохранность хвои на центральном и боковых побегах различается. Как правило на боковых побегах 1-2 порядков ветвления срок службы хвои на 1 год больше, чем на центральном побеге того же дерева. Эта закономерность выявлена на деревьях сосны обыкновенной в возрасте 8-14 лет. В связи с тем, что оценить охвоённость центрального побега на деревьях большего возраста и высоты технически сложно, было решено в дальнейшем при исследовании состояния парковых насаждений оценивать со-

хранность хвои прошлых лет по хорошо развитым боковым побегам 1-3 порядков ветвления в нижней и средней частях кроны.

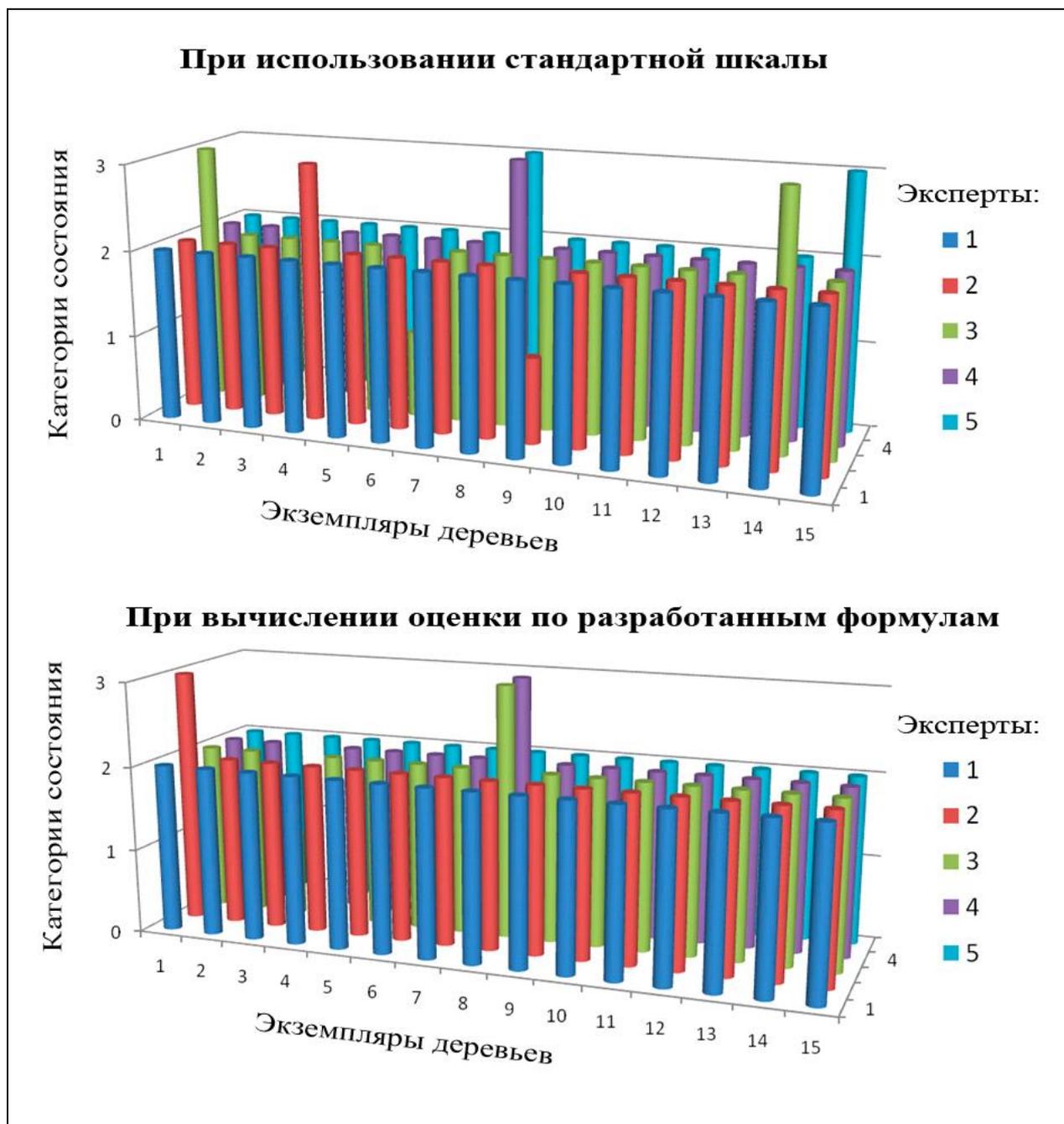
Аналогичным образом нами был разработан регламент применения ряда других диагностических признаков для оценки состояния деревьев в насаждениях городских парков. Это позволило применить описанный выше метод расчёта оценки состояния деревьев на практике, а так же оценить эффективность данного метода и степень его соответствия предъявляемым требованиям.

Для определения степени субъективности при оценке состояния деревьев различными методами была собрана группа из пяти экспертов, которым предстояло оценивать независимо друг от друга состояние деревьев в одной и той же выборке. Состав группы экспертов был выбран неоднородный – в неё вошли как опытные специалисты, так и студенты пятого курса по специальности 250203 «садово-парковое и ландшафтное строительство». В качестве объекта для этого эксперимента использовались аллеи посадки липы и клёна в Черкизовском парке.

При сравнении полученных оценок между собой было установлено, что в ряде случаев оценка одного экземпляра дерева может варьировать в пределах 1-2 баллов по стандартной шкале. Причём явной зависимости занижения или завышения оценки состояния отдельных экземпляров деревьев от уровня профессионализма эксперта выявлено не было. А средняя дисперсия оценок пяти экспертов при объёме выборки оцениваемых деревьев в 124 экземпляра составила $\sigma_{\text{ср.}}^2 = 0,15 \pm 0,014$ балла. Ту же группу из пяти экспертов попросили дать оценку отдельным диагностическим признакам растений из ранее использованной выборки. После проведения расчётов было установлено, что расхождения в итоговой оценке некоторых экземпляров деревьев сохранились, но встречаются они реже (рис. 1). При этом средняя дисперсия вычисленных по предложенным формулам оценок

в той же выборке $\sigma^2_{\text{ср.}} = 0,07 \pm 0,009$, что говорит о достоверности различий даже на уровне значимости 1%.

Рисунок 1 – Расхождения оценок состояния деревьев пятью разными экспертами на фрагменте выборки



Факт показанного расхождения в итоговой оценке, при вычислении её на основе дифференцированного учёта диагностических признаков, связан с неизбежной субъективностью при определении градации каждого от-

дельного признака. К примеру, один эксперт может оценить количество сухих ветвей в кроне на уровне 22%, а другой – 28%, что визуально крайне трудноразлично. Однако чем больше диагностических признаков используется для вычисления оценки, тем меньше значение ошибки эксперта при определении каждого признака в отдельности.

На основе всего вышеизложенного можно сделать следующие выводы:

1. Предложенный алгоритм вычисления оценки на основе дифференцированной фиксации диагностических признаков отвечает основным требованиям, сформулированным на этапе постановки задачи.
2. Чтобы широкое применение такого метода было возможным, следует продолжать исследования по подбору диагностических признаков и их количественных характеристик для широкого спектра видов древесных растений.

Литература

1. Виноградов, Б.В. Основы ландшафтной экологии. / Б.В. Виноградов. – М.: ГЕОС, 1998. – 418 с.
2. Воронцов, А.И.; Мозолевская, Е.Г.; Соколова, Э.С. Технология защиты леса: учебник для вузов. / А.И. Воронцов, Е.Г. Мозолевская, Э.С. Соколова. – М.: Экология, 1991. – 304 с., ил.
3. Захаров, В.М. Здоровье среды: концепция / В.М. Захаров. – М: Центр экологической политики России, 2000. – 30с.
4. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда. / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 125 с.
5. Неверова, О.В.; Николаевский, В.С. Оценка устойчивости древесных растений по степени нарушенности ассимиляционного аппарата и крон деревьев / О.В. Неверова, В.С. Николаевский // Теоретический и научно-производственный журнал «Лесное хозяйство», 2003г. №6 – М.: Лесное хозяйство, 2003. – С. 31-32
6. Оценка жизнеспособности деревьев и правила их отбора и назначения к вырубке и пересадке: учебно-методическое пособие. – 2-е изд. / Е.Г. Мозолевская, Г.П. Жеребцова, Э.С. Соколова, Д.А. Белов, Н.К. Белова. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 40 с.
7. Правила создания, охраны и содержания зеленых насаждений Москвы / Госстрой России, ГУП акад. коммун. хоз-ва им. К.Д.Памфилова. – М.: Прима-Пресс-М, 1999. – 109 с., ил., табл., схем.
8. Рокицкий, П.Ф. Биологическая статистика. – 2-е изд., испр. / П.Ф. Рокицкий. – Минск: Вышэйшая школа, 1967. – 328 с., ил.
9. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. – М.: Федеральная служба ЛХ РФ, 1998. – 25 с.;

10. Турмухаметова Н.В., Шивцова И.В. Морфологический подход к оценке состояния среды по асимметрии листа *Betula pendula Roth.* и *Fragaria vesca L.* / Н.В. Турмухаметова, И.В. Шивцова // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник, 2007г №5(54) – М.: МГУЛ, 2007 – С. 140-143.