

```

if max(ep3a)<abs(min(ep3a)), il=2;
xt=1; end
if abs(min(ep3a))>0.8 ymin=1.1*min(ep3a); end
if abs(min(ep3a))<=0.8 ymin=-0.85; end
ymax=1.1*max([ep3a fi3*rr])
yt1=ymin/5; yt2=ymin/2; yt3=ymin/1.3;
h4=legend('перем.', 'швидк.', 'пришвид.', il);
set(h4,'FontName','MS Sans Serif','FontSize',12);
axis([0 fi1s ymin ymax]);
text(xt, yt1, sprintf(['fi_3_1_s=%g^o-' 'fi_1_1_s=%g^o'],...
[fi31s fi11s]))
text(xt, yt2, sprintf(['fi_3_c_s=%g^o-' 'fi_1_c_s=%g^o'],...
[fi3cs fi1cs]))
text(xt, yt3, sprintf(['fi_3_2_s=%g^o-' 'fi_1_2_s=%g^o'],...
[fi32s fi12s]))
xlabel('\phi_1^o')
disp('-----КИНЕЦЬ fun K_ZAKRUX-----')

```

Література

1. Тир К.В. Механика полиграфических машин. – М.: Книга, 1965. – 496 с.
2. Полюдов О.М. Механіка поліграфічних і пакувальних машин. – Львів: УАД, 2005. – 180 с.

УДК 630*907

*Аспир. О.В. Ермакова – Донецкий национальный
технический университет*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕКРЕАТИВНОСТИ ЛЕСОВ НА ЮГО-ВОСТОКЕ УКРАИНЫ

Предложена модифицированная методика для оценки рекреационного потенциала лесных биогеоценозов степной зоны юго-востока Украины. Разработано и описано программное обеспечение для эколого-биологической оценки рекреативности лесов. Определена область применения базы данных рекреационных характеристик лесов.

Ключевые слова: рекреационное лесопользование, рекреационный потенциал, методика оценки, программное обеспечение, виды отдыха.

Post-graduate Ye.V. Yermakova – Donetsk State Technical University

Developing of software environment for ecology-biological estimation of recreation forest in south-east region of Ukraine

The modified methodic for estimation of recreation potential the forest biogeocenose of steppe zone in Ukrainian south-east. Software environment for ecology-biological estimation of recreation forest has been proposed and described. The field of application of basic data for recreation characteristics has been determined.

Keywords: recreational use of forest, recreation potential, method of estimation, software environment, views of recreation.

Введение. В условиях интенсивно развивающегося рекреационного лесопользования актуальной задачей становится оценка лесов не просто с лесохозяйственных позиций, а и с точки зрения их пригодности для рекреации.

онно-туристического использования. Проблеме оценки рекреационной привлекательности и устойчивости леса немало внимания уделено в работах Э. Репшаса [1], Н.С. Казанской [2], Н.В. Ромашова [3], А.И. Тарасова [4], С.А. Генсирука [5] и других исследователей. Однако, предложенные в разное время методики оценки рекреационного потенциала не могут быть универсальными и применяться для лесов, расположенных в различных физико-географических зонах.

Целью данной работы является разработка методики для адекватной оценки рекреационного потенциала лесов степной зоны юго-востока Украины. *Предмет исследования* – рекреационные свойства лесных биогеоценозов. В соответствии с поставленной целью *основными задачами* являлись построение общей схемы и методики определения рекреативности лесов и разработка программного обеспечения для эколого-биологической оценки их рекреационных свойств.

Одной из наиболее полных и системных работ в этом направлении является монография Э. Репшаса [1]. Автор предлагает оригинальную методику, позволяющую оценивать уровень пригодности литовских лесов для различных видов отдыха. Однако, леса степной зоны юго-востока Украины имеют ряд отличительных особенностей, и для их рекреационной оценки необходима методика, которая бы учитывала эту специфичность. Поэтому нами было предложено внесение соответствующих изменений, которые позволили бы применять модифицированную методику для адекватной оценки рекреационного потенциала лесов степной зоны юго-востока Украины.

Прежде всего, следует отметить, что степная зона является нехарактерной для произрастания лесов. Лесные биогеоценозы юго-востока Украины испытывают жёсткую конкуренцию со степными видами. На данной территории преобладают искусственно созданные лесные культуры. В то же время на участках так называемого экологического соответствия [6] выделяются пойменные и байрачные леса естественного происхождения. Следует отметить, что все леса рассматриваемой зоны отнесены к первой категории, т. е. направлены на обеспечение рекреационных и санитарно-гигиенических функций, поэтому их рекреационная оценка является одной из актуальных экологических задач.

Описание методики. Базисом для разработки модифицированной методики оценки рекреационного потенциала лесов юго-востока Украины, с рядом наших корректировок, стала упомянутая выше работа Э. Репшаса.

Согласно предлагаемому подходу, оценка рекреационных свойств леса проводится по четырём направлениям (рис. 1): оценка эстетических свойств леса; оценка рекреационной устойчивости леса; оценка технологических свойств леса; оценка санитарно-гигиенических свойств.

Оценка эстетических свойств леса является наиболее сложной задачей, поскольку часто носит субъективный характер. Согласно проводимым ранее исследованиям [1-5, 7, 8], наиболее объективными факторами, влияющими на эстетические свойства, являются пространственная структура, натуральность и разнообразие леса.

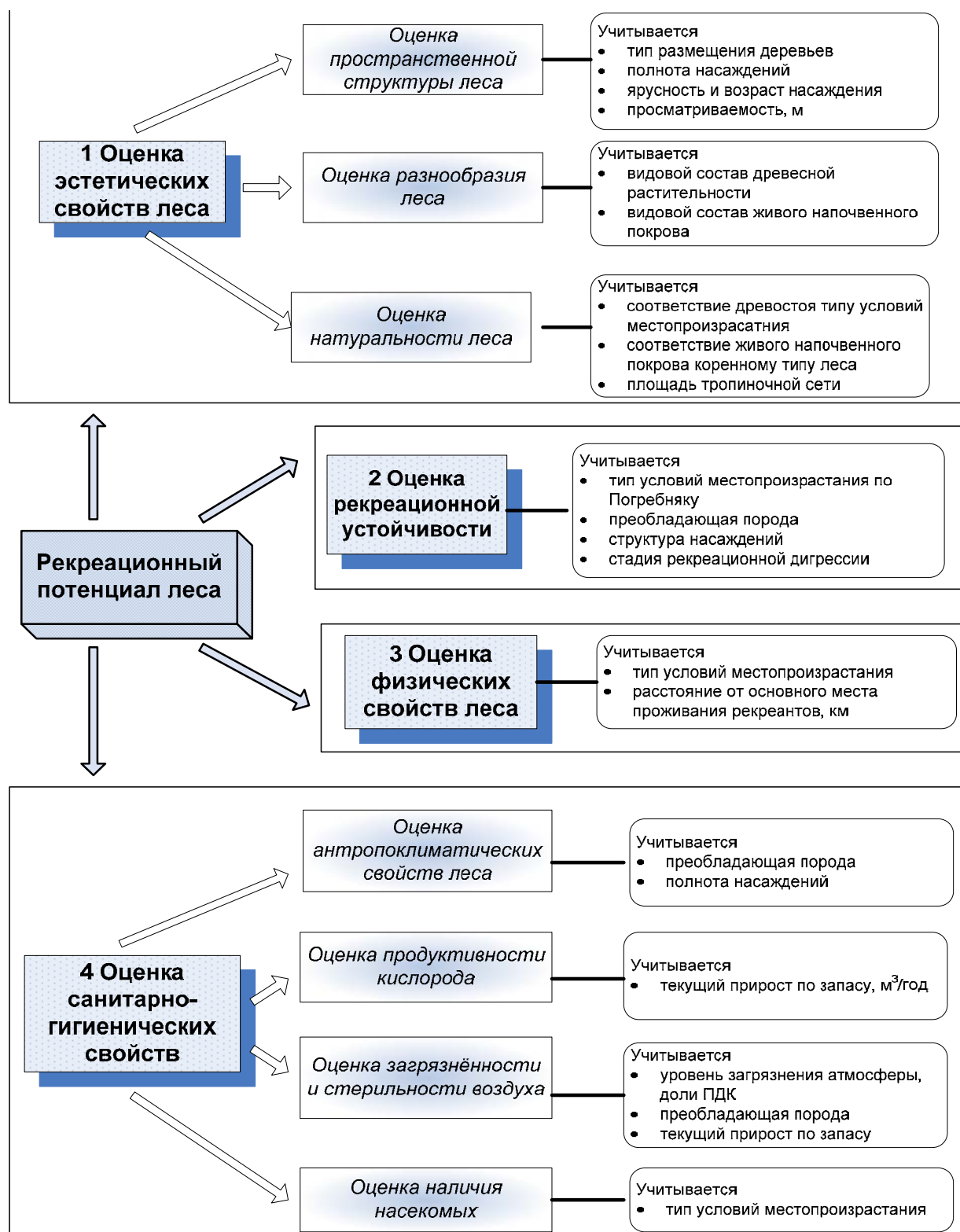


Рис. 1. Схема определения рекреационного потенциала леса

Рекреационная оценка эстетических свойств определяется в баллах (минимальная оценка – 3 балла, максимальная – 15 баллов), "х". Она зависит от балльных оценок целого ряда показателей, описанных на рис. 2.

Суммарная оценка (в баллах) эстетических свойств рассчитывается по такой формуле:

$$EC = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{4} + \frac{x_5 + x_6 + x_7}{3} + \frac{x_8 + x_9}{2}, \quad (1)$$

где: x_{1-9} – значение в баллах соответствующего показателя эстетических свойств (см. рис. 2); EC – оценка в баллах эстетических свойств леса.

Как видно из рис. 2, высшую оценку пространственной структуры, согласно предложенной методике, получит насаждение с чётко выраженным групповым размещением деревьев, небольшой полноты и хорошей просматриваемостью. Наиболее ценными с точки зрения разнообразия окажутся насаждения, состоящие из 2-х – 3-х пород, имеющие негустой подрост и подлесок, а также разнообразный живой напочвенный покров с цветущими травами. На оценку натуральности леса окажут влияние соответствие древостоя типу условий местопроизрастания (ТУМ), степень антропогенного изменения травянистого покрова и площадь тропинойной сети.

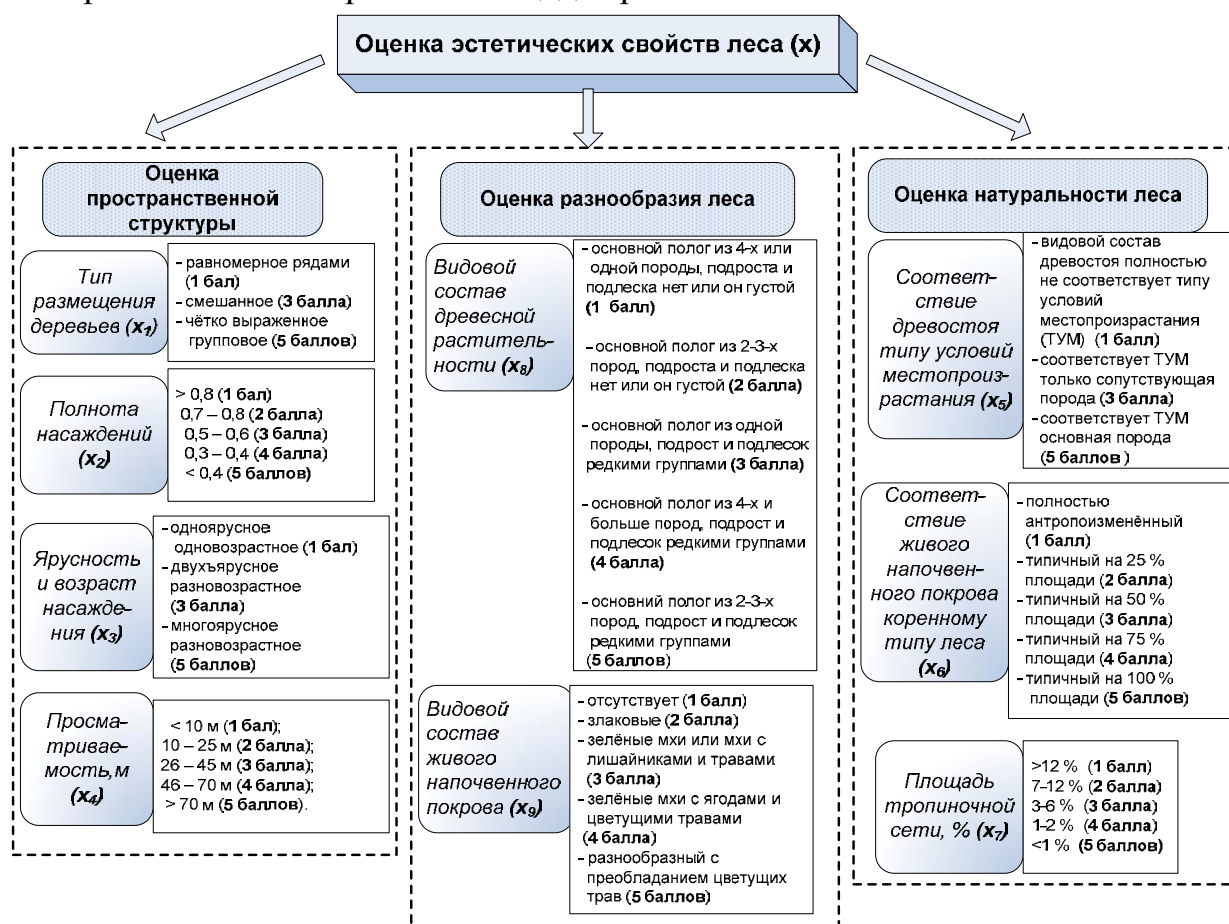


Рис. 2. Схема оценки эстетических свойств леса

Одним из важнейших факторов рекреационного потенциала леса является **устойчивость** конкретного участка **к рекреационным нагрузкам**. Под устойчивостью в данном случае подразумевается способность лесного биогеоценоза принимать на своей территории такое количество рекреантов, которое не оказывало бы на него негативного влияния (не вызывало дистрессии).

В ряде ранее опубликованных работ [1-5, 7, 9-12], посвящённых вопросам рекреационной устойчивости, было выявлено, что разные типы лесных биогеоценозов обладают различной устойчивостью к рекреационным нагрузкам. Так, в одних негативные последствия наблюдаются уже при нагрузках более 2-х чел.-час/га, а в других нагрузки могут достигать 10 чел.-час/га без каких-либо видимых изменений в биогеоценозе. Например, Н.В. Ромашов [3]

для березняков и осинников, расположенных в центральной пойме с типом лесорастительных условий В₂₋₃, произрастающих в условиях степи, в качестве норматива предельно допустимой рекреационной нагрузки указывает 6 чел.-час/га, а для сосновых культур, расположенных на пойменной террасе с типом лесорастительных условий А₁₋₂ – всего 2 чел.-час/га.

Основными факторами, определяющими устойчивость биогеоценозов к рекреационным нагрузкам, являются тип условий местопроизрастания, преобладающая порода, структура насаждений и стадия рекреационной дигрессии. Наибольшей рекреационной устойчивостью (5 баллов), согласно данным, изложенным в работах [1, 3, 5], характеризуются типы леса С₂–С₄ и D₂–D₄ с преобладанием дуба, а наименьшей – А₁ и породами ели и сосны. Согласно Репшасу, более устойчивыми являются насаждения с групповым размещением деревьев, а менее – с равномерным. В то же время, исследования лесных культур в условиях степи [6] показали, что максимально приспособленными здесь оказываются насаждения теневой структуры с равномерным распределением древостоя. Исходя из этого, **оценка рекреационной устойчивости** лесного участка (γ), согласно предложенной методике, рассчитывается на основе балльных оценок следующих показателей:

- типа условий местопроизрастания по Погребняку (γ_1 , баллов) – А₁ (1 балл); А₂ (2 балла); А₄, В₄, С₅, D₅ (3 балла); А₃, В₃ (4 балла); С₂, С₃, С₄, D₂, D₃, D₄ (5 баллов);
- преобладающей породы (γ_2 , баллов) – ель (1 балл); сосна, осина, берёза (2 балла); ясень, липа, клён, ильмовые (3 балла); ольха чёрная (4 балла); дуб (5 баллов);
- структуры насаждения (γ_3 , баллов) – групповое размещение (1 балл); чётко неопределённое размещение деревьев (3 балла); равномерное распределение деревьев (5 баллов);
- стадии рекреационной дигрессии (γ_4 , баллов) – 3 стадия (1 балл); 2 стадия (2 балла); 1 стадия (3 балла); условно не нарушенные (4 балла); охраняемые (заповедные) (5 баллов).
- Рекреационная устойчивость (в баллах) вычисляется по формуле 2:
- $РУ = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \gamma_4$, (2)
- где РУ – оценка рекреационной устойчивости в баллах;
- γ_{1-4} – значения в баллах соответствующих показателей рекреационной устойчивости (см. выше).

Немаловажное значение имеют **технологические свойства леса**, под которыми подразумевается его доступность для отдыхающих. Они зависят от типа условий местопроизрастания и расстояния оцениваемого участка леса от основного места жительства. Оценка технологических и ситуационных свойств (z) определяется балльными оценками следующих показателей:

- тип условий местопроизрастания (z_1 , баллов) – А₅, В₅, С₅, D₄, D₅, (1 балл); А₁, В₄, С₃, С₄, D₁, D₂, D₃ (2 балла); А₃, В₃, С₁, С₂ (3 балла); А₂, В₁, В₂ (4 балла); А₁ (5 баллов);
- расстояние от основного места жительства (z_2 , баллов) – < 90 км (1 балл); 61-90 км (2 балла); 31-60 км (3 балла); 3-30 км (4 балла); 2 км (5 баллов).

Оценка технологических свойств вычисляется по такой формуле:

$$ТС = z_1 + z_2. \quad (3)$$

Санитарно-гигиеническая оценка леса определяется по способности конкретного лесного участка очищать атмосферный воздух от вредных примесей, по интенсивности выделения кислорода и фитонцидов, а также по обилию насекомых. Указанные показатели зависят, прежде всего, от видового состава древесных насаждений, типа условий местопроизрастания, степени загрязнённости атмосферы на данной территории [1, 4, 5, 7, 8, 13]. Схема санитарно-гигиенической оценки показана на рис. 3. Расчёт санитарно-гигиенической оценки проводится по такой формуле

$$\text{СГО} = (y_1 + y_2) / 2 + y_3 + y_4 + (y_5 + y_6) / 2 + y_7, \quad (4)$$

где: y_{1-7} – значение в баллах соответствующего показателя санитарно-гигиенических свойств (рис. 3); СГО – санитарно-гигиеническая оценка в баллах.

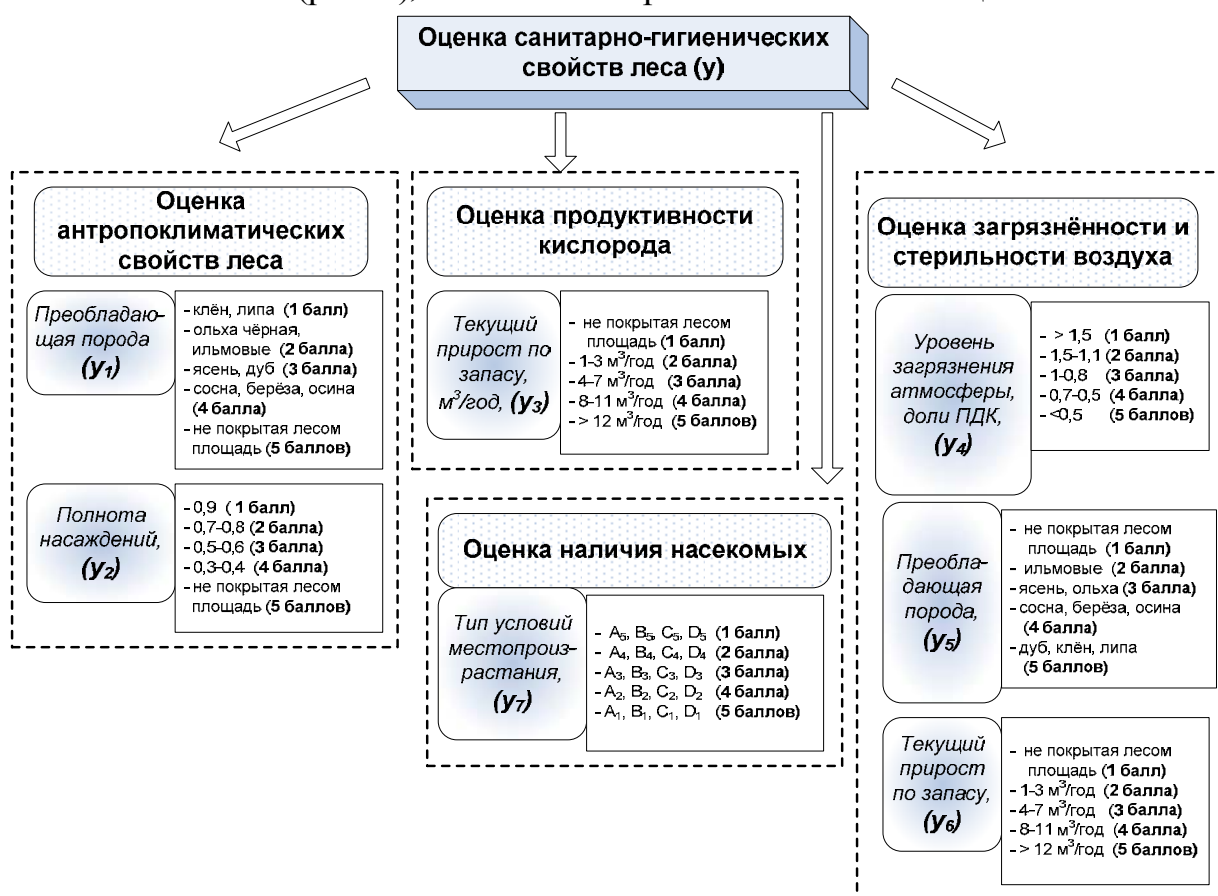


Рис. 3. Схема оценки санитарно-гигиенических свойств леса

Как видно, описанная методика оценки рекреационного потенциала леса базируется на использовании *лесотипологических* и *лесотаксационных* показателей, которые служат основой для оценки леса с экологических и биогеоценотических позиций. Большинство показателей, по которым производится оценка лесного участка, носит объективный характер. Более того, значения практически всех характеристик и картографическую информацию можно найти в лесотаксационных материалах соответствующих лесничеств (Проектах организации лесных хозяйств). Другими словами, оценка рекреационного потенциала лесного массива может выполняться на основании уже имеющейся документации с некоторыми уточнениями, производимыми во время полевых исследований.

Чтобы получить максимально детальную и полную оценку рекреационных свойств леса, целесообразно оценивать каждый выдел лесничества. При этом отдельно для каждого выдела рассчитываются оценка эстетических свойств, оценка санитарно-гигиенических свойств, оценка технологических свойств и оценка устойчивости лесного массива к рекреационным нагрузкам. На основе полученных оценок вычисляются рекреационные оценки для разных типов отдыха: для тихого прогулочного отдыха, для соляриев, для активного отдыха.

Выдел лесничества, как правило, имеет небольшую площадь, недостаточную для организации рекреационной деятельности. Поэтому необходимо проводить также расчёт рекреационных оценок целых кварталов. Оценку квартала определяют как средневзвешенную оценку выделов, образующих квартал. Весом при этом является площадь соответствующего выдела.

Описание программного модуля. Расчёт оценок по указанной схеме требует больших затрат времени и обработки большого объёма информации. Так, в среднем в пределах одного квартала находится 10-15 выделов, а на территории одного лесничества 70-100 кварталов. Следовательно, чтобы получить представление о рекреационном потенциале лесных насаждений какого-либо лесничества, необходимо рассчитать шесть рекреационных оценок (по двадцати двум показателям) приблизительно для 700-1500 выделов.

Чтобы упростить данную работу, был создан программный комплекс, позволяющий автоматизировать расчёт рекреационных оценок каждого выдела соответствующего лесничества. Для написания программы использовалась среда программирования Delphi, позволяющая создавать удобный в использовании интерфейс.

Рис. 4. Интерфейс программы – блок общих сведений об оцениваемом выделе

Работа с предложенной программой будет понятна даже слабо подготовленному пользователю. Так, после запуска программы перед пользователем открывается окно с набором командных строк, раскрывающихся списков и кнопок. В верхней части программы (рис. 4) расположен блок с общими сведениями об оцениваемом выделе. Он включает строки ввода данных (пункты 1.1-1.6), в которые необходимо ввести названия лесного хозяйства и лесничества, номер квартала, номер и площадь выдела, по которому будет производиться расчёт рекреационных оценок леса. На рис. 4 соответственно бы-

ли введены Торезский лесхоз, Торезское лесничество, 12 квартал и 2 выдел площадью 1,2 га).

Ниже в программе следует ещё четыре блока: "Оценка эстетических свойств леса", "Оценка санитарно-гигиенических свойств леса", "Оценка технологических и ситуационных свойств леса", "Оценка рекреационной устойчивости леса". Структура и содержание этих блоков были описаны выше. Интерфейс каждого из блоков представляет собой набор командных строк с раскрывающимися списками. Для заполнения этих строк пользователю необходимо лишь выбрать подходящий параметр из раскрывающегося списка.

Так, на рис. 5 показана часть интерфейса программы с исходными данными для оценки эстетических свойств. Из рисунка видно, что для оцениваемого выдела характерно чётко выраженное групповое размещение деревьев (пункт 1.1), полнота насаждения 0,7-0,8 (пункт 1.2), выдел представлен многоярусным разновозрастным насаждением (пункт 1.3). В качестве примера показан раскрывающийся список с различными вариантами просматриваемости лесного участка (пункт 1.4). Из предложенных вариантов списка (<10 м; 10-25; 26-45; 46-70; >70), необходимо выбрать подходящее для оцениваемого выдела значение.

Рис. 5. Интерфейс программы – часть блока оценки эстетических свойств леса

Подобным образом заполняются все необходимые позиции. Такая форма ввода исходных данных для расчёта рекреационных оценок удобна, проста в использовании и избавляет пользователя от множества случайных ошибок, которые обычно имеют место при вводе данных с клавиатуры.

После заполнения всех требуемых строк проводится расчёт рекреационных оценок лесного выдела в соответствии с выбранными значениями запрашиваемых показателей. Для запуска расчёта необходимо щёлкнуть кнопкой мыши на блоке "посчитать" (рис. 4), после чего в расположенной ниже

таблице отобразятся название лесхоза, лесничества, квартала и выдела, для которого был произведен расчёт, а также оценка и класс эстетических свойств, оценка и класс санитарно-гигиенических свойств, оценка и класс технологических свойств, оценка и класс устойчивости леса к нагрузкам, а также рекреационные оценки для активного отдыха, прогулочного отдыха и соляриев (рис. 6).

Для того, чтобы составить базу данных с рекреационными оценками всех выделов лесничества или лесхоза, в программе предусмотрена кнопка "Экспорт в Excel", при нажатии на которую происходит перемещение результатов расчёта из таблицы программы в программную среду Excel.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОЦЕНИВАЕМОМ ВЫДЕЛЕ

1.1 Укажите название ГОСЛЕСХОЗА: Торезский

1.2 Укажите название ЛЕСНИЧЕСТВА: Торезское

1.3 Укажите название КВАРТАЛА: 12

1.4 Укажите номер ВЫДЕЛА: 2

1.5 Укажите ПЛОЩАДЬ, га: 1.2

1.6 Выберите из списка ТИП НАСАЖДЕНИЙ: 1. лесные культуры

Посчитать Экспорт в Excel

№	Лесхоз	Лесничество	№ кварт	№ выде	оц. эсте	кл. эст.	оц. сан	кл. сан	оц. техн	кл. техн	оц. уст-	кл. уст-	РО акт.	РО
1	Торезский	Торезское	12	2	10.5	3	13.5	3	4	4	9	4	3.65	3.4

2. ОЦЕНКА ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

2.1 Рекреационная оценка пространственной структуры леса

2.1.1 Тип размещения деревьев: 5. Четко выраженное групповое

2.1.2 Полнота насаждения: 2. 0.7-0.8

Рис. 6. Интерфейс программы – результаты расчёта рекреационных оценок леса

Аналогичным образом вводятся исходные данные для всех интересующих выделов. По полученным рекреационным оценкам выделов затем рассчитываются средневзвешенные оценки (весами является площадь соответствующих выделов) рекреационного потенциала кварталов в целом.

Таким образом, формируется обширная база данных с оценками рекреационного потенциала множества кварталов, лесничеств и целых лесхозов, которая может использоваться для решения целого ряда задач.

Выводы

Предложенная в работе методика базируется на оценке рекреационных свойств леса с биогеоценотических позиций. Её преимуществом является доминирование лесотаксационных и лесотипологических показателей, информация о которых может быть получена из материалов лесоустройства отдельных лесничеств.

Рекреационные оценки, рассчитанные в соответствии с модифицированной нами методикой, позволяют оценивать пригодность отдельного участка леса для разных видов рекреации и выбирать те из них, которые максимально отвечают требованиям определённого вида рекреационного использования (активный, тихий прогулочный отдых, солярии); сравнивать отдельные участки леса (в пределах лесничества или лесного хозяйства) по степени устойчивости к рекреационным нагрузкам; наиболее безопасным образом планировать рекреационную деятельность на территории лесничеств; составлять карты рекреационного потенциала леса на определённой территории и разрабатывать схемы функционального зонирования, планирования и обустройства лесных объектов в целях рекреации.

Литература

1. Репшас Э. Оптимизация рекреационного лесопользования (на примере Литвы). – М.: Наука, 1994. – 240 с.
2. Казанская Н.С., Ланина В.В., Марфенин Н.Н. Рекреационные леса (состояние, охрана, перспективы использования). – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 96 с.
3. Ромашов Н.В. Рекомендации по организации и ведению хозяйства при рекреационном использовании равнинных лесов. – Харьков: Изд-во НИИЛХА, 1987. – 24 с.
4. Тарасов А.И. Рекреационное лесопользование. – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с.
5. Генсирук С.А. Рекреационное использование лесов. – К.: Урожай, 1987. – 238 с.
6. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
7. Курамшин В.Я. Ведение хозяйства в рекреационных лесах. – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
8. Солнцев Г.К., Король Л.Г., Маргашов А.С. Математико-статистический подход к оценке привлекательности лесных рекреационных ландшафтов// Лесное хозяйство. – 1990, № 5. – С. 25-27.
9. Чижова В.П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 48 с.
10. Природные аспекты рекреационного использования леса/ Под ред. Л.П. Рысина. – М.: Наука, 1987. – 167 с.
11. Мурлыкин В.А. Рекреационная устойчивость лесов лесостепи левобережной Украины: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – К.: 1986. – 213 с.
12. Бондарь В.И. Влияние рекреации на широколиственные насаждения южной левобережной лесостепи УССР и пути повышения их устойчивости: Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. – Харьков, 1982. – 16 с.
13. Григорьева С.О. Основные направления развития рекреационного лесопользования// Лесное хозяйство. – 1990, № 5. – С. 22-25.

УДК 674.047

*Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; доц. Н.Д. Довга,
канд. фіз.-мат. наук; доц. С.Г. Сенік, канд. фіз.-мат. наук;
доц. Й.Л. Аїбєрґєр – НЛТУ України, м. Львів*

АНАЛІТИЧНИЙ МЕТОД РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯННЯ ВОЛОГОПРОВІДНОСТІ

Наведено аналітичний розв'язок рівняння вологопровідності для періодів постійної та спадаючої швидкості конвективного сушіння деревини.