

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВРЕДИТЕЛЕЙ ЛЕСА НА ОСНОВЕ ПРОДУКЦИОННЫХ ПРАВИЛ

Христодуло О.И., Шугурова А.Т., Шарипов Ф.Ф.

Уфимский государственный авиационный технический университет

Аннотация: в статье рассматривается актуальная проблема, связанная с защитой лесов от насекомых-вредителей. В результате анкетирования экспертов в области лесной защиты были составлены производственные правила, которые послужили основой для разработки геоинформационной системы прогнозирования развития вредителей леса и методики, основанной на балльной оценке, для выбора наиболее значимых участков при проведении лесозащитных работ.

Ключевые слова: производственные правила, экспертные системы, геоинформационные технологии, защита леса от вредителей

Леса – важная составная часть окружающей среды, однако, они довольно часто подвергаются нападению насекомых-вредителей. Леса республики Башкортостан (РБ) представлены разнообразием древесных пород, а потому вредители, угрожающие лесам республики, также разнообразны. Наиболее опасными и распространёнными вредителями в лесах РБ являются листогрызущие насекомые, такие как: зелёная дубовая листовёртка, златка ивовая минирующая, непарный шелкопряд и др. Чтобы леса не оказались беззащитными перед лицом многочисленных вредителей, за появлением и численностью наиболее вредоносных организмов производятся регулярные наблюдения и назначаются лесозащитные мероприятия с учетом целесообразности их проведения на конкретном участке леса. Это одна из основополагающих задач филиала ФБУ «Российский центр защиты леса» - «Центра защиты леса Республики Башкортостан» (ЦЗЛ РБ). Два раза в год ЦЗЛ РБ составляет прогноз развития популяций вредителей леса, а затем в начале года составляет план мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов. Данный процесс требует от специалистов полного анализа сложного набора условий и высокую квалификацию в этой узкой предметной области. Нехватка высококвалифицированных специалистов, а также большое расхождение между решениями самых опытных экспертов и новичков

являются критериями, указывающими на необходимость создания геоинформационной системы (ГИС), основанной на применении продукционных правил. Одним из преимуществ такой системы является постоянство, поскольку, в отличие от экспертов-людей, которые могут уйти на пенсию или уволиться с работы, знания экспертной системы сохраняются в течение неопределенно долгого времени. При создании указанной ГИС, основные усилия концентрируются на проектировании базы знаний. В результате анкетирования экспертов, используя знания, опыт и суждения эксперта, а также справочные данные об особенностях распространения вредителей леса, были составлены продукционные правила, которые будут использоваться системой для подбора участков, где возможны повреждения вредителями.

Результат опроса эксперта представлен в виде правил ЕСЛИ <условие P>, ТО <заключение C>, называемых продукциями. [3]. Для каждого вредителя сформированы по три вида правил, позволяющие отнести их к трем типам резерваций (участок леса, плотно заселенный одним из видов вредителей леса [1]) в зависимости от прогнозируемого масштаба распространения вредителя:

- первый тип резервации – стадия вспышки очагов вредителя (вредители леса появляются в массе и сильно объедают кроны деревьев);
- второй тип резервации – стадия нарастания численности (формируются очаги вредителей);
- третий тип резервации – начальная стадия (численность вредителя увеличивается незначительно).

В статье, в качестве примера, рассматривается вредитель - златка ивовая минирующая. Очаг златки был обнаружен в 2013 г. в Уфимском лесничестве. Практически на всей площади зафиксировано сплошное (более 70%) объедание. На протяжении двух лет шло увеличение площади очага, а с конца 2015 г. до текущего момента площадь не менялась. Насаждения, в которых сформировался очаг златки, расположены между городами Уфа и Благовещенск вдоль трассы, имеющей республиканское значение и относящиеся к защитным лесам. [2].

Рассмотрим продукционные правила, сформированные в результате общения с экспертом и позволяющие определить участки леса, наиболее пригодные для распространения златки ивовой минирующей:

– Если (порода – липа) И ((доля первой породы равна 9) ИЛИ (доля первой породы равна 10)) И ((полнота не меньше 0,6) И (полнота не больше 0,7)) И (возраст более 80), ТО относится к Типу 1,

– Если (порода – липа) И (доля первой породы равна 7 ИЛИ доля первой породы равна 8 ИЛИ доля первой породы равна 9 ИЛИ доля первой породы равна 10) И (полнота не меньше 0,6 И полнота не больше 0,7) И возраст более 60, ТО относится к Типу 2;

– Если (порода – клен ИЛИ порода – липа) И (доля первой породы равна 5 ИЛИ доля первой породы равна 6 ИЛИ доля первой породы равна 7 ИЛИ доля первой породы равна 8 ИЛИ доля первой породы равна 9 ИЛИ доля первой породы равна 10) И (полнота не меньше 0,6 И полнота не больше 0,7) И возраст более 60, ТО относится к Типу 3, где доля первой породы – цифровой коэффициент, определяющий долю ее участия в общем запасе. Сумма всех коэффициентов формулы состава равна 10; (например, 90% липы и 10% березы – берется доля первой породы, т.е. 9); полнота – определяется по отношению площади проекции крон к общей площади участка леса (ее численные значения выражаются в долях единицы от 0,1 до 1,0); возраст – признак, который характеризует возраст древостоя.

Описанные выше правила можно представить графически в виде дерева И/ИЛИ (рисунок 1)). Используя данные продукционные правила, ГИС производит поиск выделов, наиболее пригодных для распространения златки ивовой минирующей (рисунок 2). Однако для планирования работ по проведению лесозащитных мероприятий площади полученных участков с очагами вредителей получаются слишком большие – плановые объемы по проведению данных работ значительно ниже. Поэтому была разработана методика для выбора наиболее значимых участков при проведении лесозащитных работ. С учетом особенностей вредоносности насекомых-

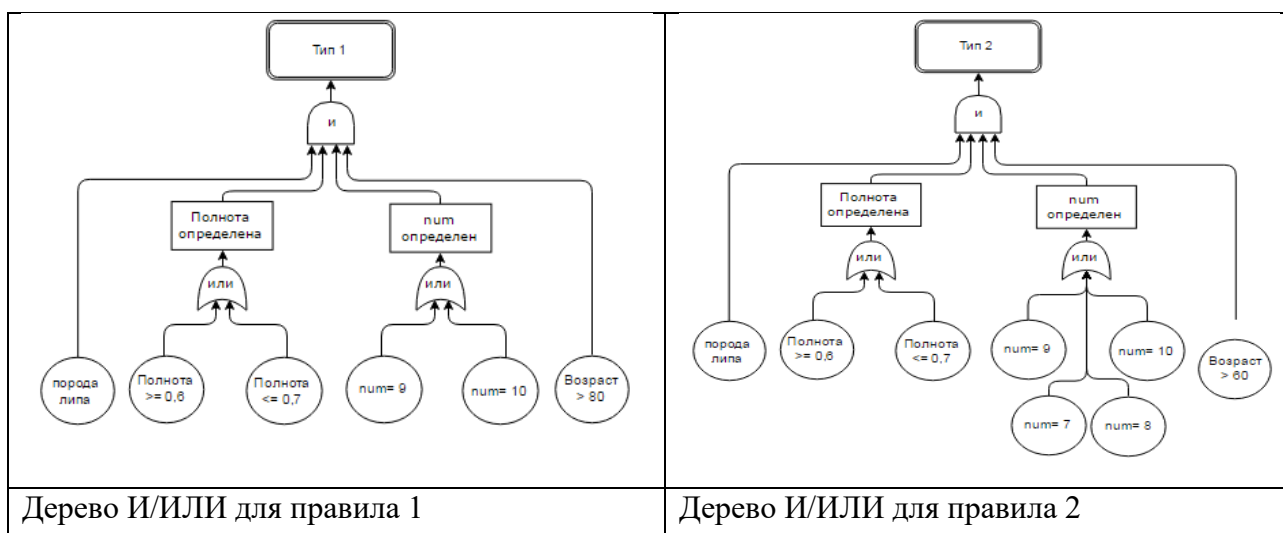
вредителей леса и анкетирования экспертов о значимости показателей оценки, выделены показатели экспертной оценки, которые включают в себя: вид вредителя, хозяйственная значимость породы, группы возраста, целевое назначение и категория защищенности, фенологическая группа.

Предлагаемая методика позволяет определить балльную лесопатологическую угрозу на выделе, а затем, произведя упорядочивание, выбрать участки для проведения наземных работ. Экспертная оценка лесопатологической угрозы в лесопатологическом выделе представлена в таблице 1.

На основании таблицы 1 и справочных данных Уфимского лесничества, разработан алгоритм экспертной оценки лесопатологической угрозы (рисунок 3).

Таблица 1 – Экспертная оценка лесопатологической угрозы в выделе

Показатели экспертной оценки	Баллы				
	1	2	3	4	5
Вид вредителя	хозяйственно незначимые	хозяйственно значимые	опасные	особо опасные	карантинные
Хозяйственная значимость породы	очень низкая	низкая	средняя	большая	очень большая
Группы возраста	молодняки	средневозрастные	приспевающие	спелые	перестойные
Целевое назначение и категория защищенности	эксплуатационные	защитные (все, кроме водоохраных)	защитные (водоохраные)	ОЗУ	ООПТ
Фенологическая группа			весенние	весенне-летние	летние



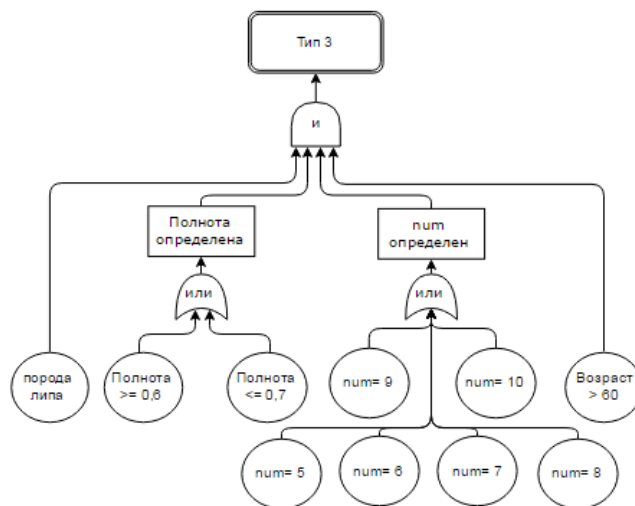
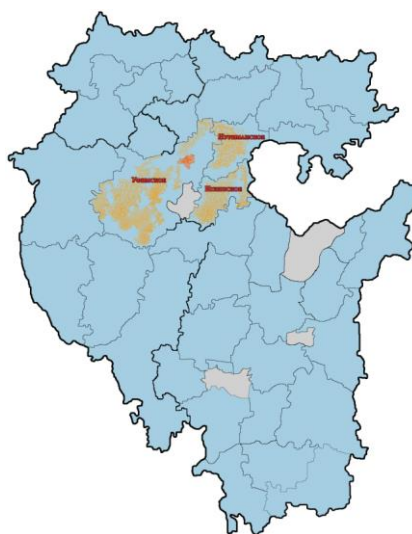


Рисунок 1 – Дерево И/ИЛИ для правила 3








-  – лесничества
-  – Особо - охраняемые природные территории Федерального значения
-  – Резервация 1
-  – Резервация 2
-  – Резервация 3

Рисунок 2 – Потенциальные очаги златки ивовой минирующей в РБ

Полученная общая оценка используется для отнесения территории лесничества к одной из зон лесопатологической угрозы – слабой, средней и сильной. Примерные значения для отнесения к зонам лесопатологической угрозы:

- 6-13 баллов – слабая степень лесопатологической угрозы;
- 14-25 баллов – средняя степень лесопатологической угрозы;
- 26-33 баллов – сильная степень лесопатологической угрозы.

Аналогичным образом для каждого лесничества РБ определена балльная оценка лесопатологической угрозы, что, в конечном итоге, позволит принимать управленческие решения по планированию

лесозащитных мероприятий, выбирая наиболее приоритетные участки (рисунок 4).

Прогнозирование развития и распространения вредителей – сложная задача, имеющая многокритериальный характер и требующая от работников лесного хозяйства своевременно находить, систематизировать, обобщать и анализировать большой объем пространственное распределенных данных, объем которых быстро возрастает в последнее время. Таким образом, разработанная ГИС на основе продукционных правил позволяет осуществить информационную поддержку для принятия управленческих решений по защите леса от вредителей.

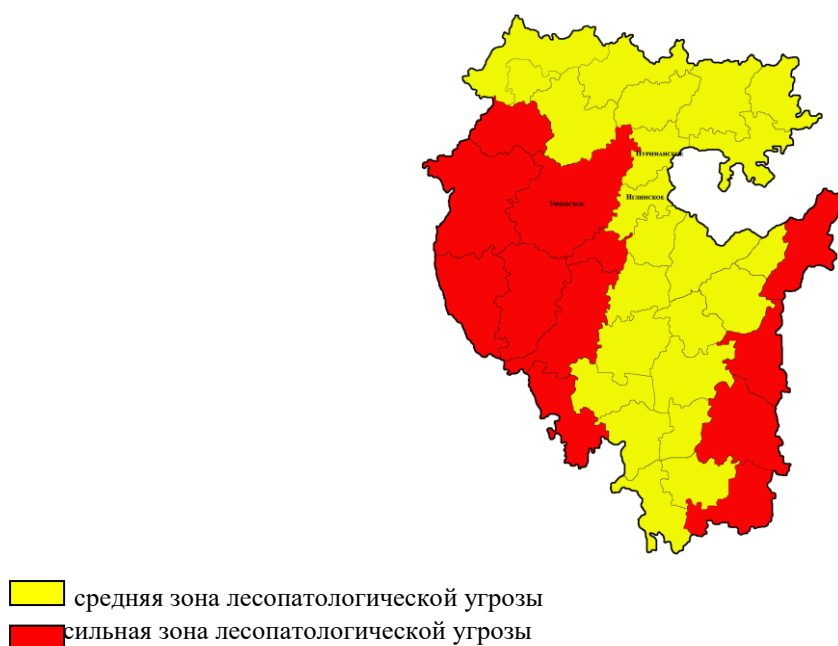


Рисунок 4 – Карта зонирования лесов по лесопатологической угрозе в РБ

Список использованных источников

1. Маслов А.Д., Ведерников Н.М., Лисов Н.А. и др. Наставления по защите лесных культур и молодняков от вредных насекомых и болезней. Федеральная служба лесного хозяйства России. Москва, 1997. 108 с
2. Тальман П. Н., Катаев О. А. Методы лесоэнтомологических обследований. Л., 1964.
3. <http://www.aiportal.ru/articles/knowledge-models/production-model.html>

USING GIS FOR PREDICTION OF SPREAD OF PLANTS PESTS BASED ON PRODUCTION RULES

Khristodulo O.I., Shugurova A.T., Sharipov F.F.

Russia, Ufa State Aviation Technical University

Abstract: in this article is being considered actual problem related to the forest protection from pest of the plants. Because of questioning of ecology-experts was drawing up production rules, was served as the basis for the development of GIS for prediction of spread of plants pests and methodology based on scoring to select the major areas for forest protection operations.

Keywords: production rules, expert systems, geoinformation technologies, protection forests of plants pests.