

1

Міністерство освіти та науки України  
Вінницький національний технічний університет  
Інститут екологічної безпеки та моніторингу довкілля  
Кафедра екології та екологічної безпеки

Ілюстративні матеріали доповіді магістерської кваліфікаційної роботи  
на тему:

***“НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОЗРОБЛЕННЯ  
СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ”***

Виконано за сприяння Вінницького обласного управління лісового та  
мисливського господарства та державного підприємства  
«Вінницька лісова науково-дослідна станція».

Розробив: студент гр. ТЗД-17м  
Гарсія Камачо Ернан Улліанодт  
Керівник: доцент Васильківський І. В.

Вінниця - 2019

**Актуальність.** Загроза лісових пожеж зростає з посиленням антропогенного впливу на лісові території і продовжує залишатися гострою соціальною проблемою. Охорона лісів від пожеж є одним з пріоритетних завдань не тільки лісового господарства, але і всього суспільства. Для охорони лісового фонду України, збереження біорізноманіття та цінних видів тваринного і рослинного світу, зменшення забруднення атмосфери та ґрунту продуктами горіння деревини зменшення збитків, завданих лісовими пожежами, важливе їх своєчасне виявлення.

**Мета роботи** – покращення засобів пожежної сигналізації для охорони і своєчасного виявлення пожежонебезпечних ситуацій на території лісового фонду.

**Об’єкт дослідження** – процес контролю лісових ресурсів від пожеж із використанням систем пожежної сигналізації з метою виявлення пожежонебезпечних ситуацій на території ДП “Вінницька лісова науково-дослідна станція”.

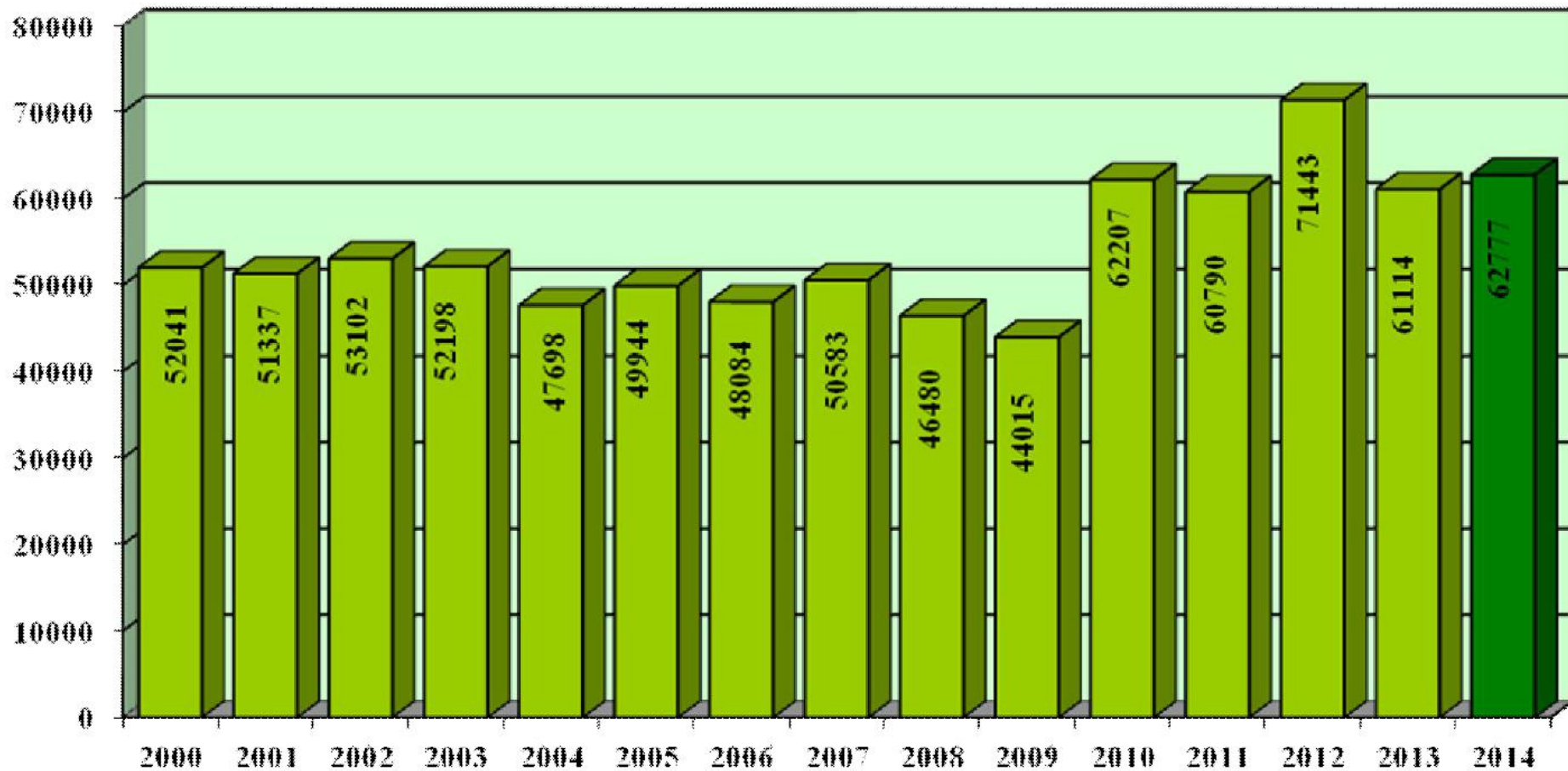
**Предмет дослідження** – системи пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів.

## *Відповідно до мети дослідження основними завданнями роботи є:*

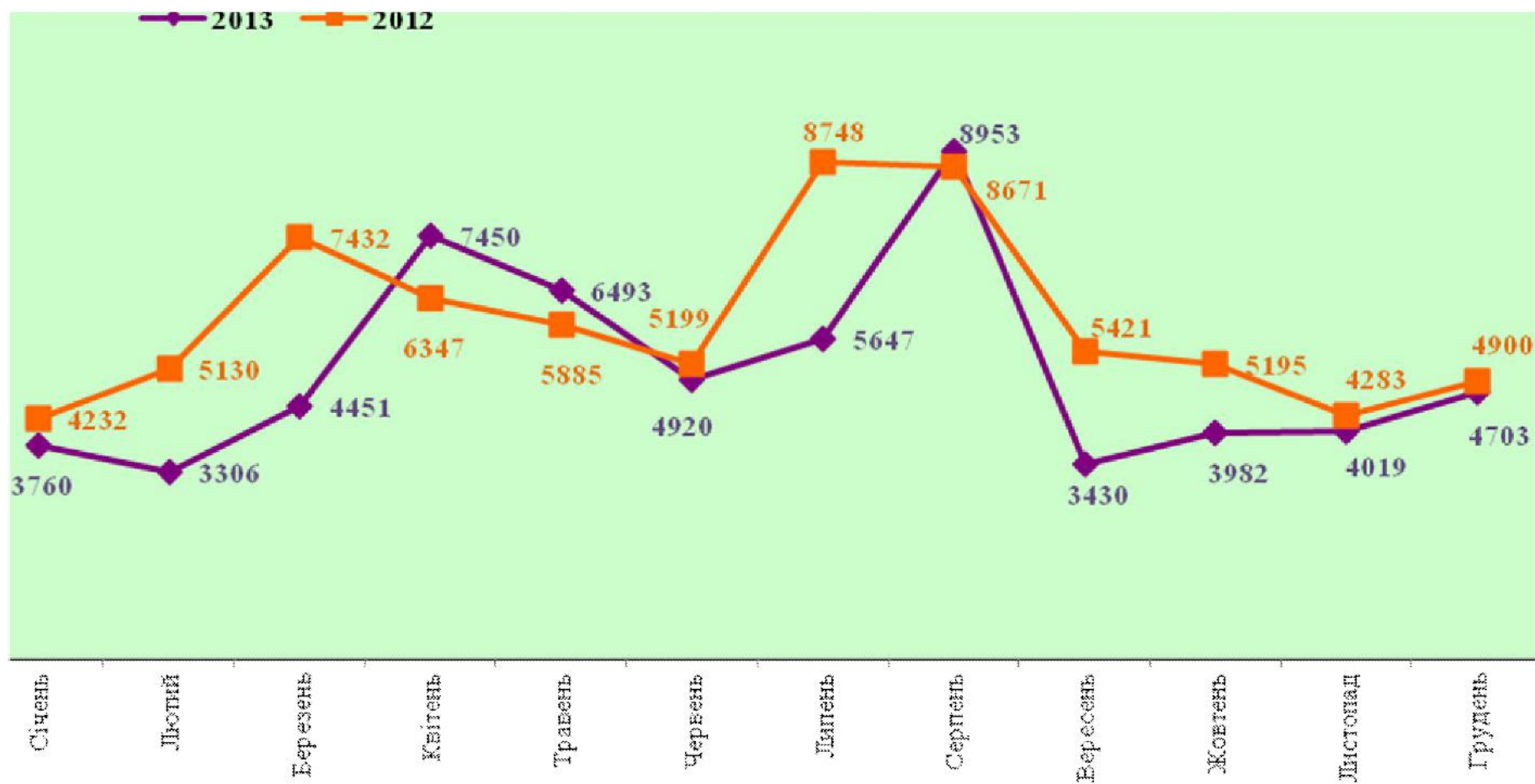
1. Характеристика та аналіз причин виникнення лісових пожеж та способів боротьби з ними.
2. Характеристика процесу горіння деревини та продуктів, що при цьому утворюються.
3. Аналіз сучасних методів визначення пожежонебезпечних ситуацій на території лісового фонду.
4. Аналіз метрологічних характеристик сенсорів пожежонебезпечних ситуацій.
5. Розробка структурної схеми елемента системи пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів.
6. Розробка рекомендацій для покращення роботи системи пожежної сигналізації з метою здійснення постійного протипожежного контролю лісового фонду у Вінницькій області на території ДП “Вінницька лісова науково-дослідна станція”.

# Загальна динаміка кількості пожеж в Україні

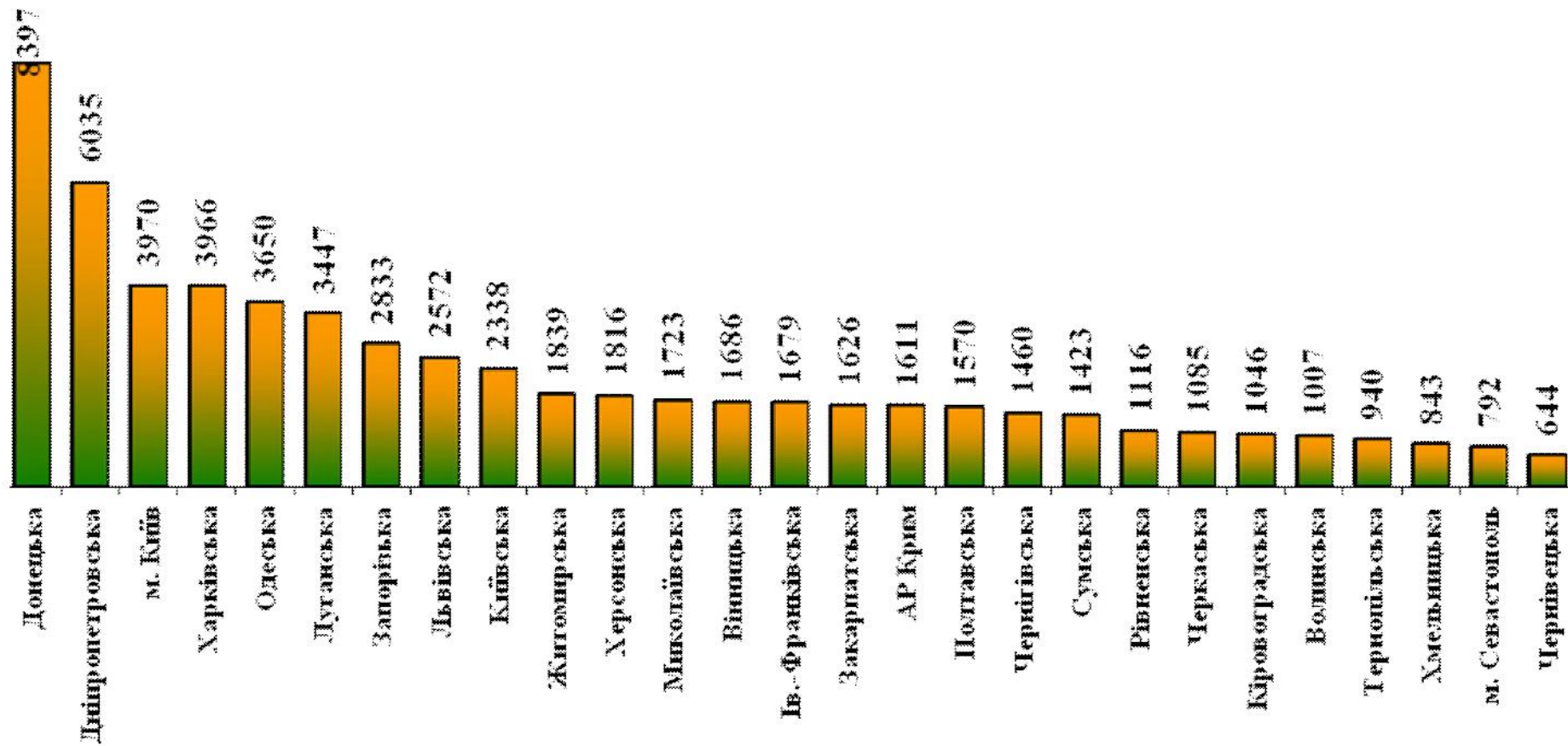
Кількість пожеж



## Розподіл кількості пожеж за місяцями у 2012-2013 роках

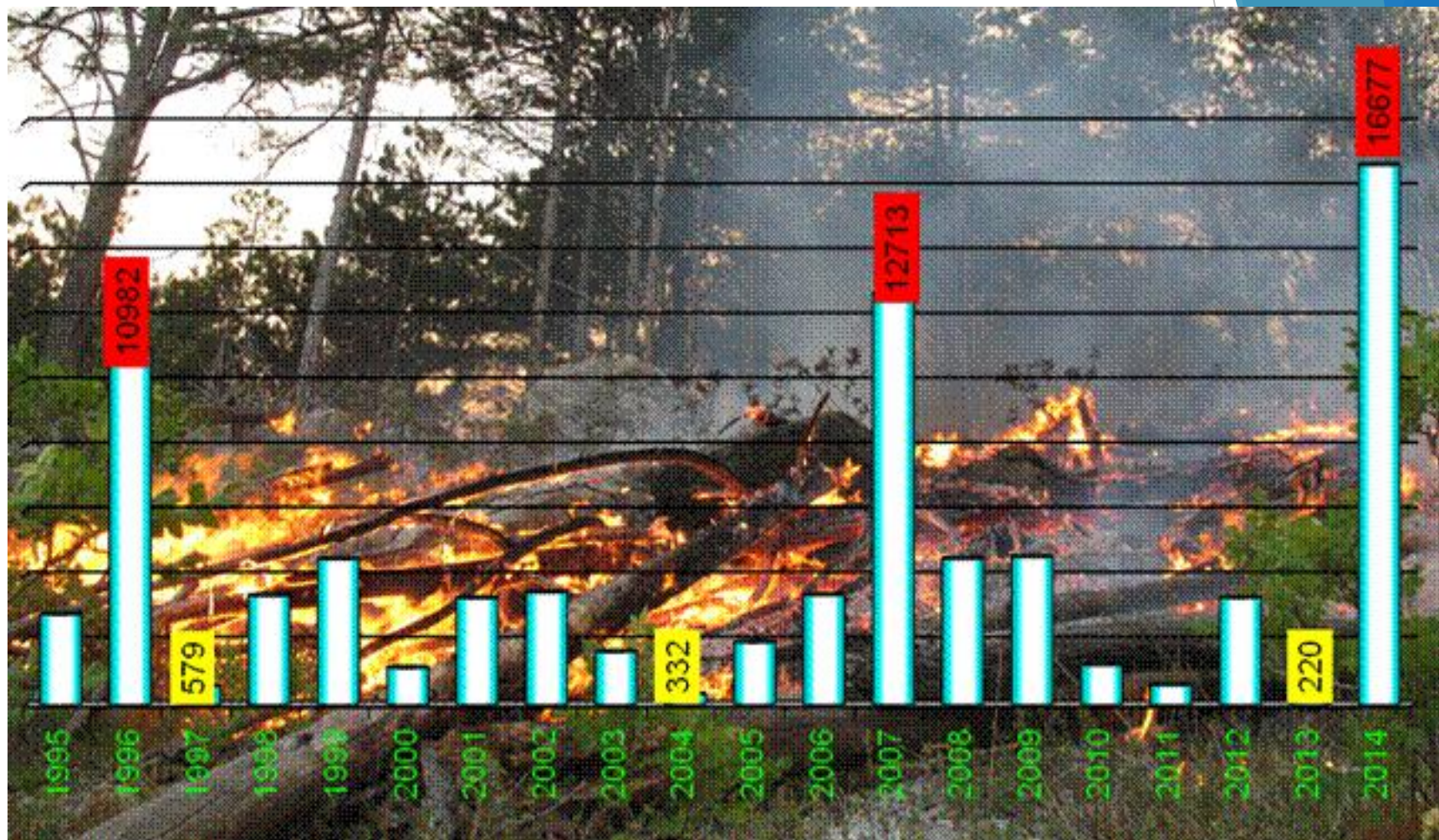


# Розподіл кількості пожеж по областях (містах) України





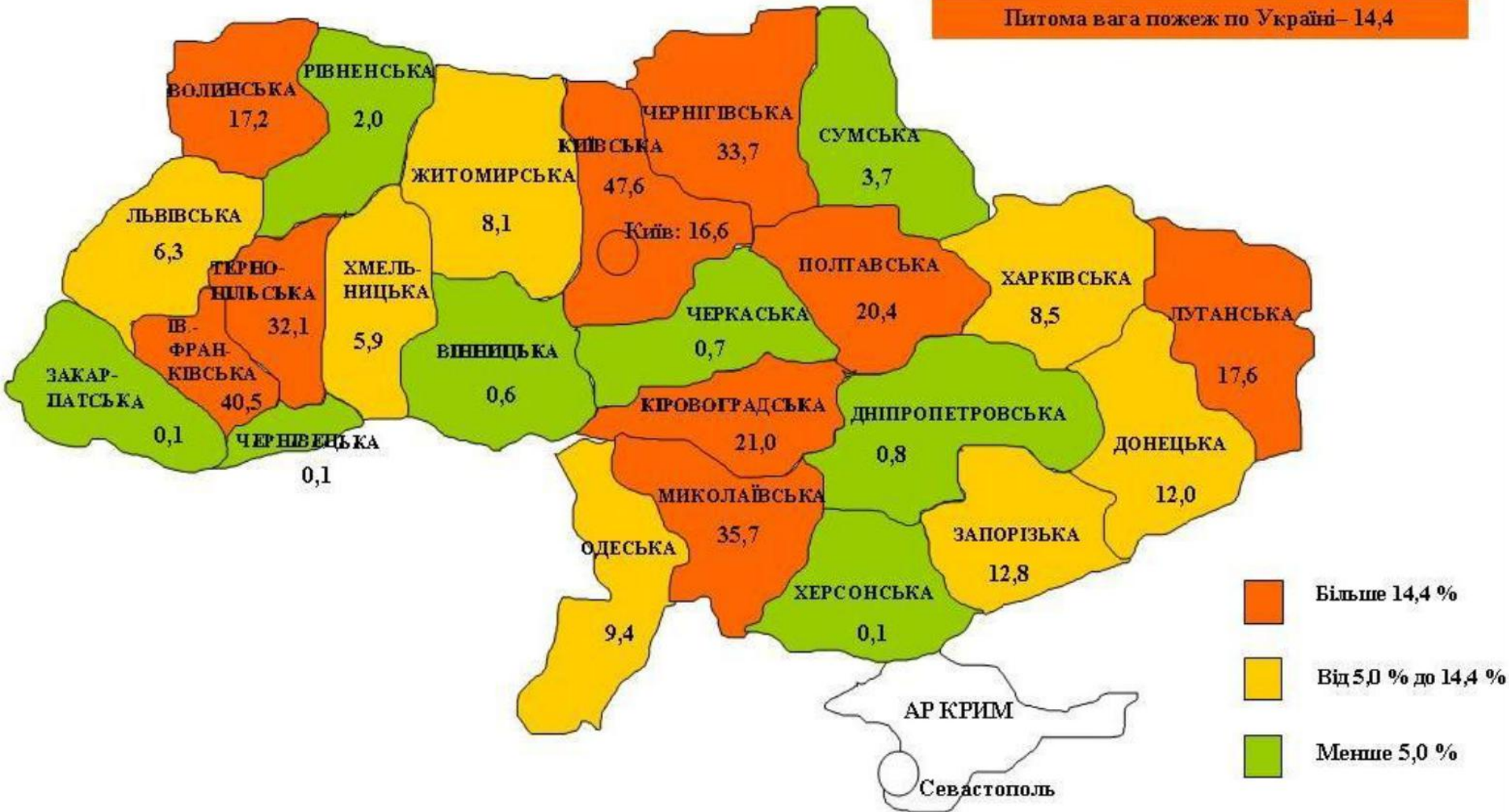
*Динаміка площ лісових пожеж  
за 1995-2014 роки, га  
(дані державного агентства лісових ресурсів України)*





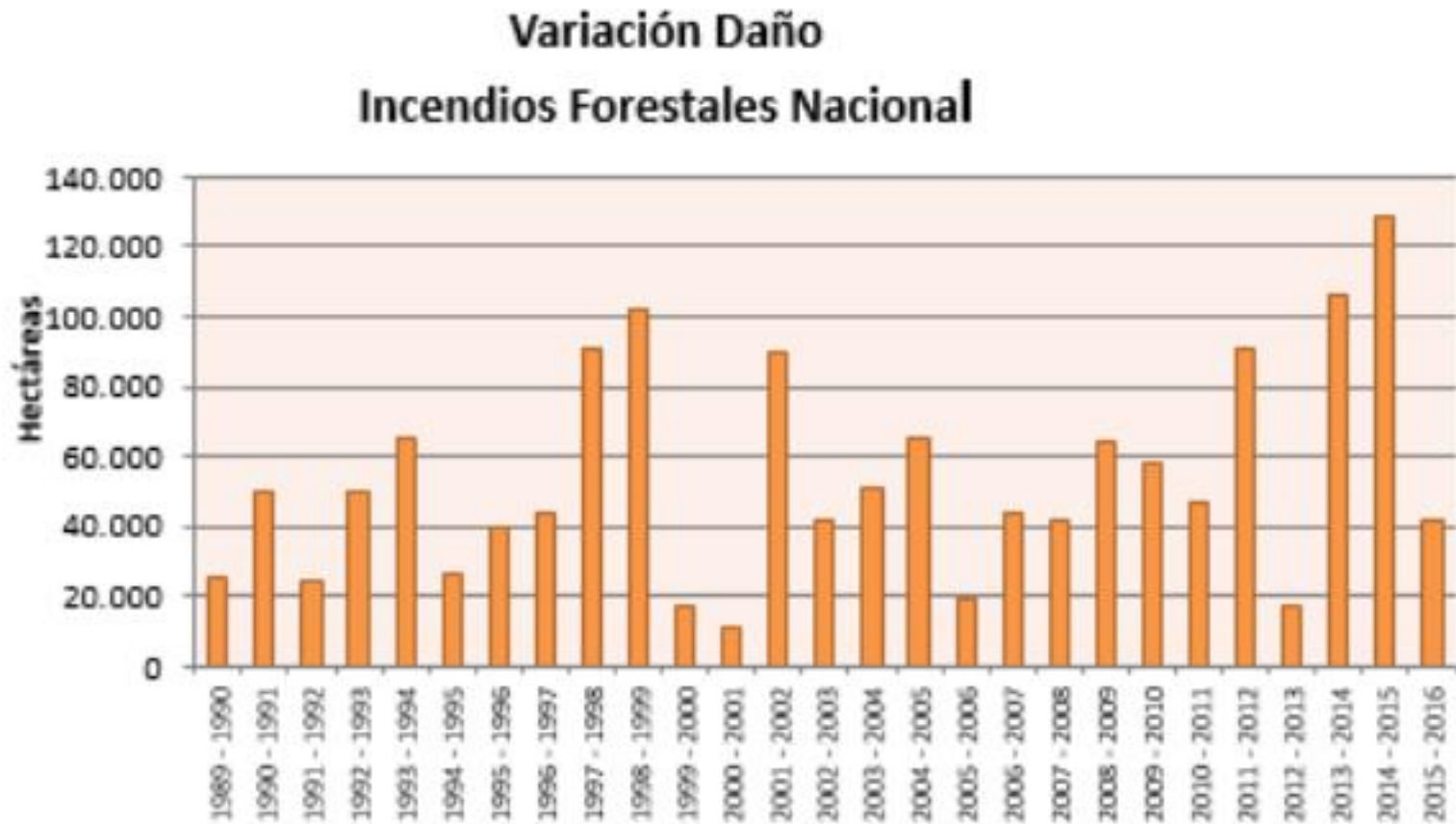
# Питома вага пожеж, що виникали у 2015 році на відкритих територіях

Питома вага пожеж по Україні – 14,4





## Загальна динаміка кількості пожеж в Чилі



## *Розподіл кількості пожеж за місяцями у 1985-1999 роках*

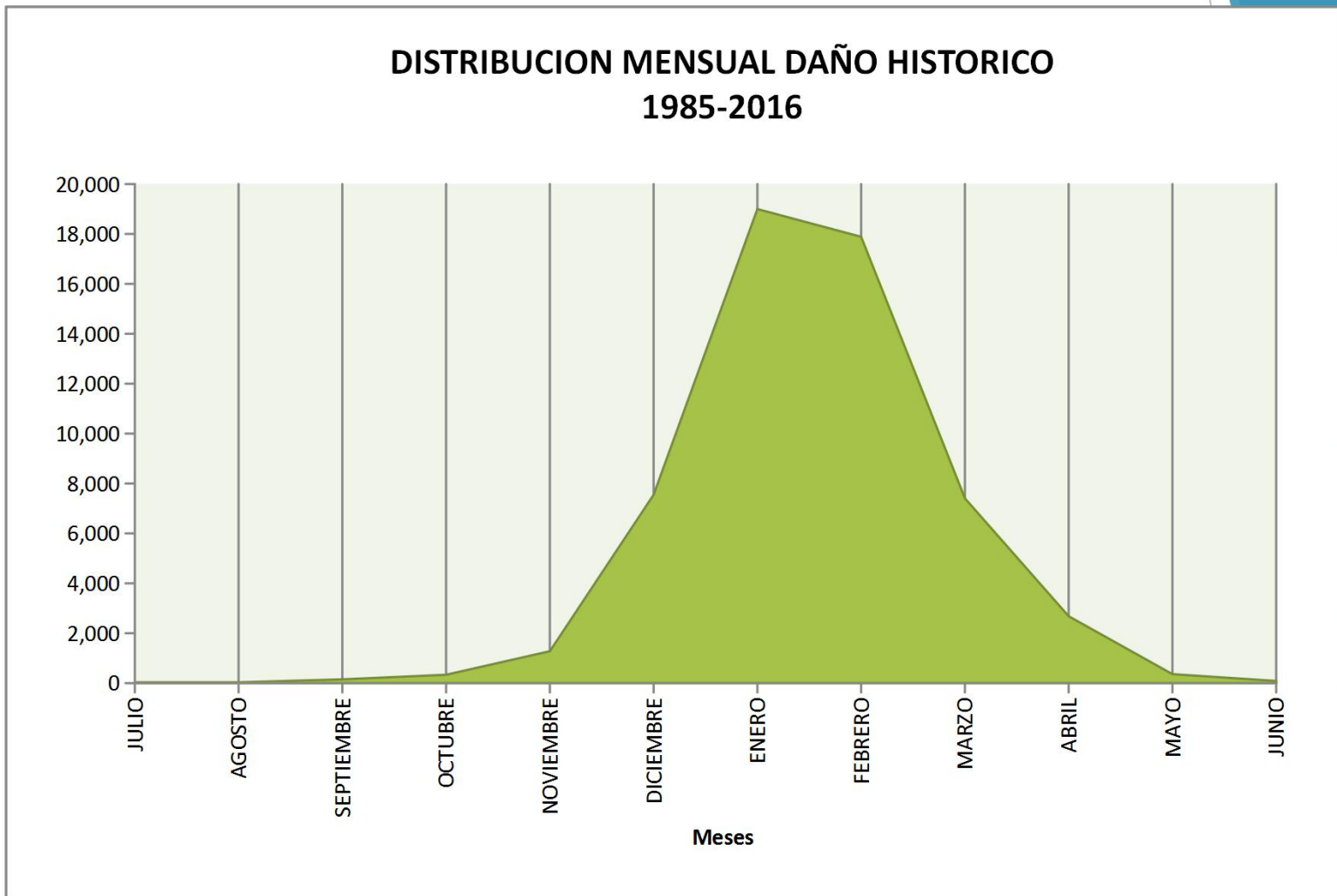
MES	84-85	85-86	86-87	87-88	88-89	89-90	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98	98-99	99-00
JULIO																
AGOSTO	0	0														
SEPTIEMBRE	0	0														
OCTUBRE	4	190	157	10	393	914	389	297	108	1.293	49	95	294	10	1.656	623
NOVIEMBRE	637	883	270	1.216	946	1.231	822	271	2.624	4.470	1.264	1.383	2.151	168	1.503	1.375
DICIEMBRE	3.814	10.133	2.920	2.746	8.307	1.418	7.647	2.013	4.080	7.116	5.483	14.221	1.433	1.065	6.052	2.809
ENERO	6.694	33.304	16.805	21.785	52.680	7.533	6.161	5.272	16.763	22.840	5.607	12.061	8.027	11.187	34.813	7.151
FEBRERO	7.730	10.259	32.173	23.136	12.608	7.044	29.758	12.963	19.491	14.521	4.893	7.777	6.275	73.889	51.765	1.813
MARZO	4.833	7.101	42.036	18.780	9.916	4.241	3.627	3.091	4.514	12.163	7.331	3.084	5.164	3.622	2.247	2.723
ABRIL	3.354	491	2.694	16.960	3.013	154	893	311	2.398	3.204	1.545	848	18.554	935	3.545	674
MAYO	414	0	0	266	201	3.010	976	5	1	0	1	613	1.694	12	110	15
JUNIO																
<b>TOTAL</b>	<b>27.479</b>	<b>62.360</b>	<b>97.055</b>	<b>84.900</b>	<b>88.062</b>	<b>25.545</b>	<b>50.274</b>	<b>24.224</b>	<b>49.981</b>	<b>65.606</b>	<b>26.174</b>	<b>40.082</b>	<b>43.591</b>	<b>90.888</b>	<b>101.691</b>	<b>17.183</b>

*Розподіл кількості пожеж за місяцями  
у 2000-2016 роках*

00-01	01-02	02-03	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	1985/2016	1985/2016
		60	0	12	0	4	14	0	13	0	10	9	253	2	89	466	33
		22	72	3	0	1	42	0	1	8	0	7	66	179	98	499	31
		2	176	44	86	47	337	110	267	135	52	507	131	316	218	2.429	152
55	304	156	338	15	121	72	586	298	219	169	382	142	819	392	204	10.753	336
428	1.856	1.754	2.186	503	1.273	537	1.380	1.549	911	791	1.246	1.156	2.364	938	857	40.942	1.279
1.636	9.904	2.896	11.562	8.929	3.369	4.815	2.825	7.100	16.522	12.354	49.544	2.001	19.854	3.573	3.430	241.569	7.549
2.824	30.785	19.250	14.382	20.412	5.040	31.864	11.505	32.206	26.159	9.791	19.530	3.983	68.285	36.359	6.871	607.929	18.998
2.439	45.909	8.782	18.446	29.228	5.317	2.652	17.422	10.266	3.752	16.839	14.885	4.280	4.051	54.842	17.176	572.381	17.887
3.136	905	5.530	3.309	3.316	2.439	2.492	6.774	10.191	2.765	4.697	3.301	3.652	7.768	30.085	12.183	237.017	7.407
342	393	2.995	85	2.814	788	552	1.016	2.494	7.169	1.215	1.006	1.084	2.327	1.192	754	85.801	2.681
60	14	541	128	25	888	296	119	8	586	1.003	171	55	64	217	49	11.538	361
		0	3	0	0	52	16	0	0	33	152	233	12	562	168	1.232	88
<b>10.921</b>	<b>90.069</b>	<b>41.988</b>	<b>50.687</b>	<b>65.300</b>	<b>19.322</b>	<b>43.384</b>	<b>42.037</b>	<b>64.223</b>	<b>58.364</b>	<b>47.035</b>	<b>90.279</b>	<b>17.109</b>	<b>105.992</b>	<b>128.654</b>	<b>42.097</b>	<b>1.812.555</b>	<b>56.642</b>



## *Розподіл кількості пожеж за місяцями у 1985-2016 роках*



Дані: National Forestry Corporation (Conaf)

# Класи пожежної небезпеки в Чилі

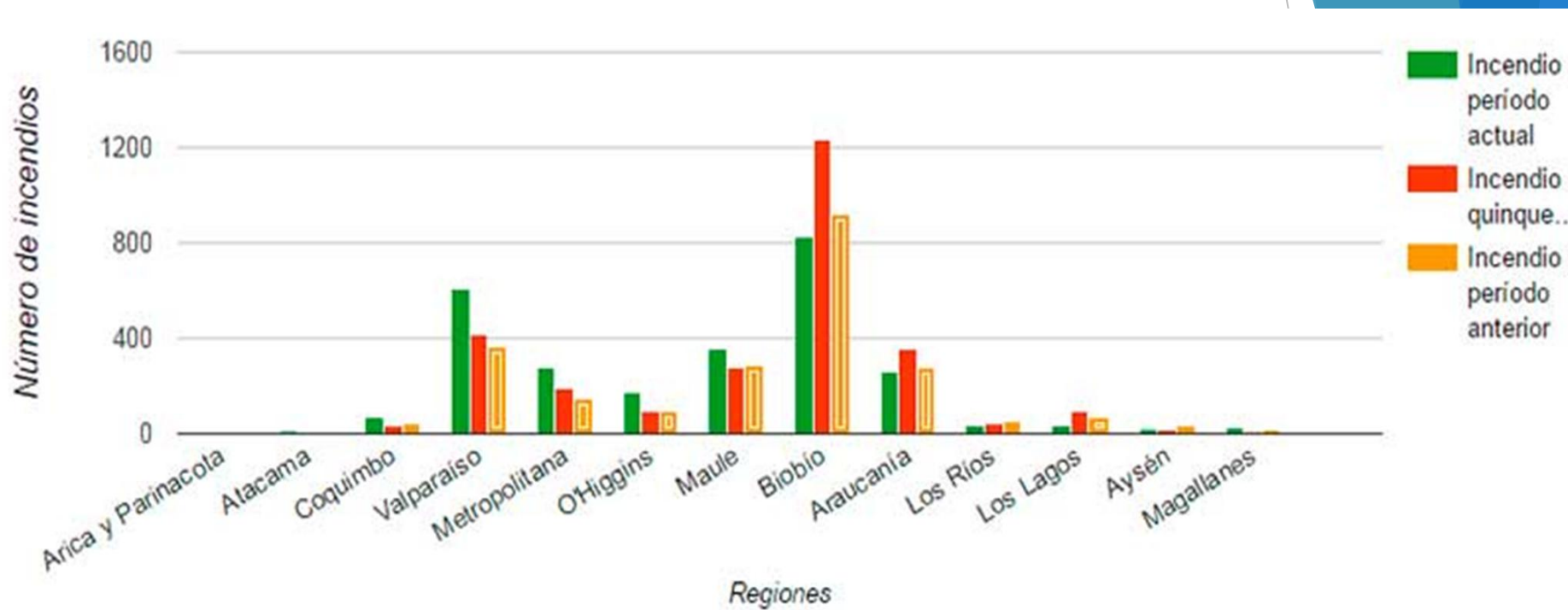


Дані: National Forestry Corporation (Conaf)

## ÍNDICE DE RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES

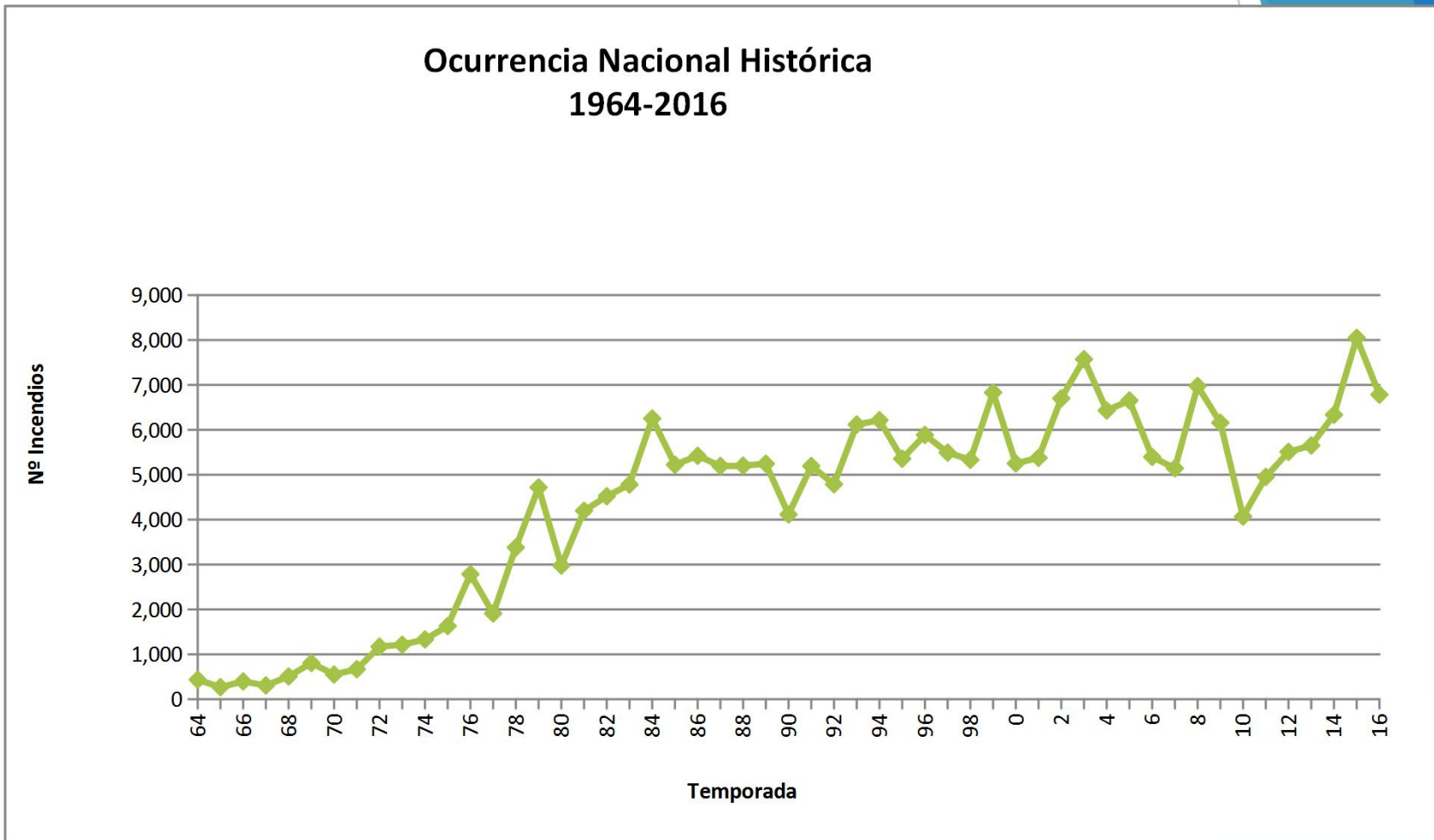
- NULO
- MUY BAJO
- BAJO
- MEDIO
- ALTO
- EXTREMO

## *Розподіл кількості пожеж по областях (містах) Чилі*



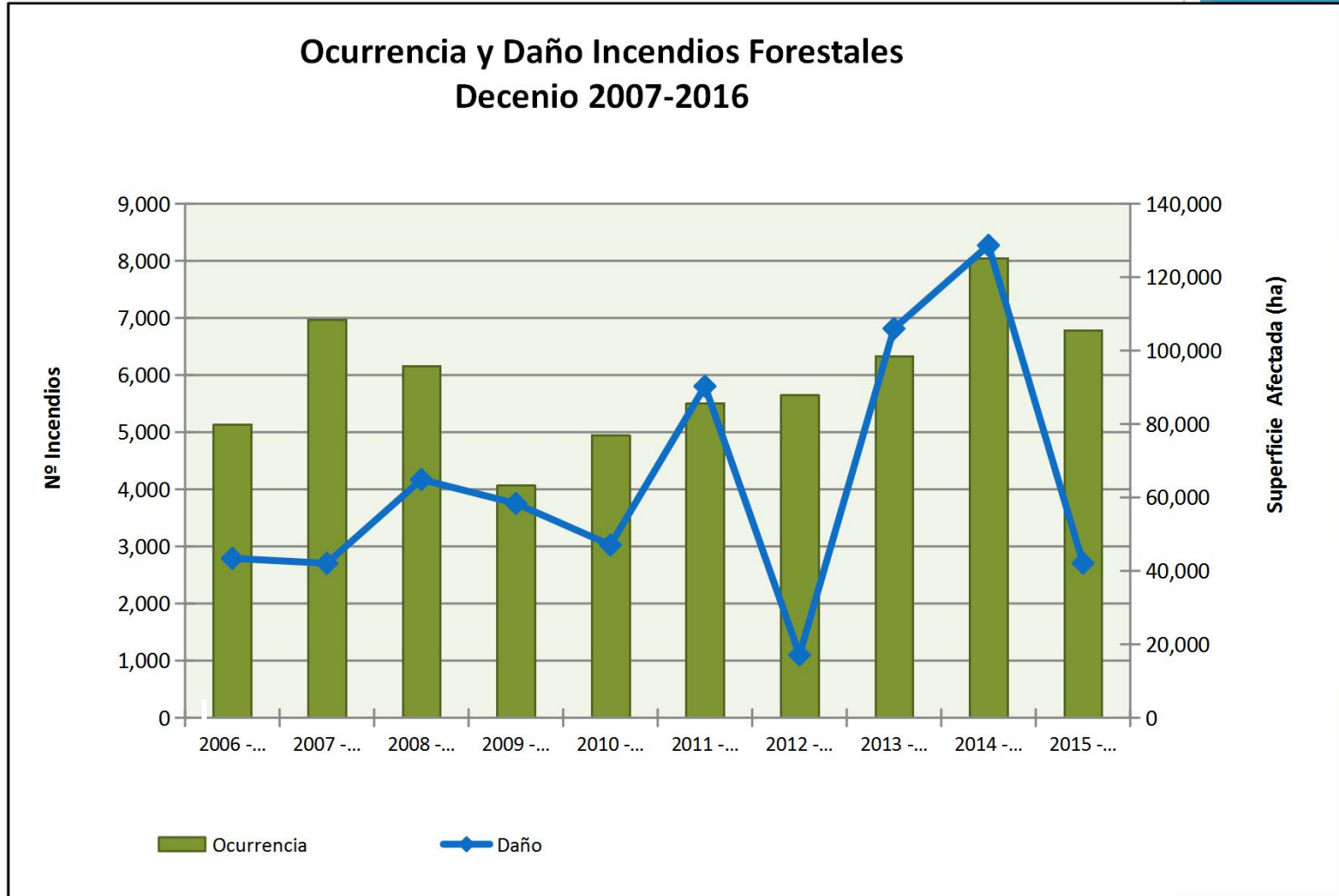


*Динаміка площ лісових пожеж  
за 1964-2016 роки, га*



Дані: National Forestry Corporation (Conaf)

## Динаміка площ лісових пожеж за 2007-2016 роки, га



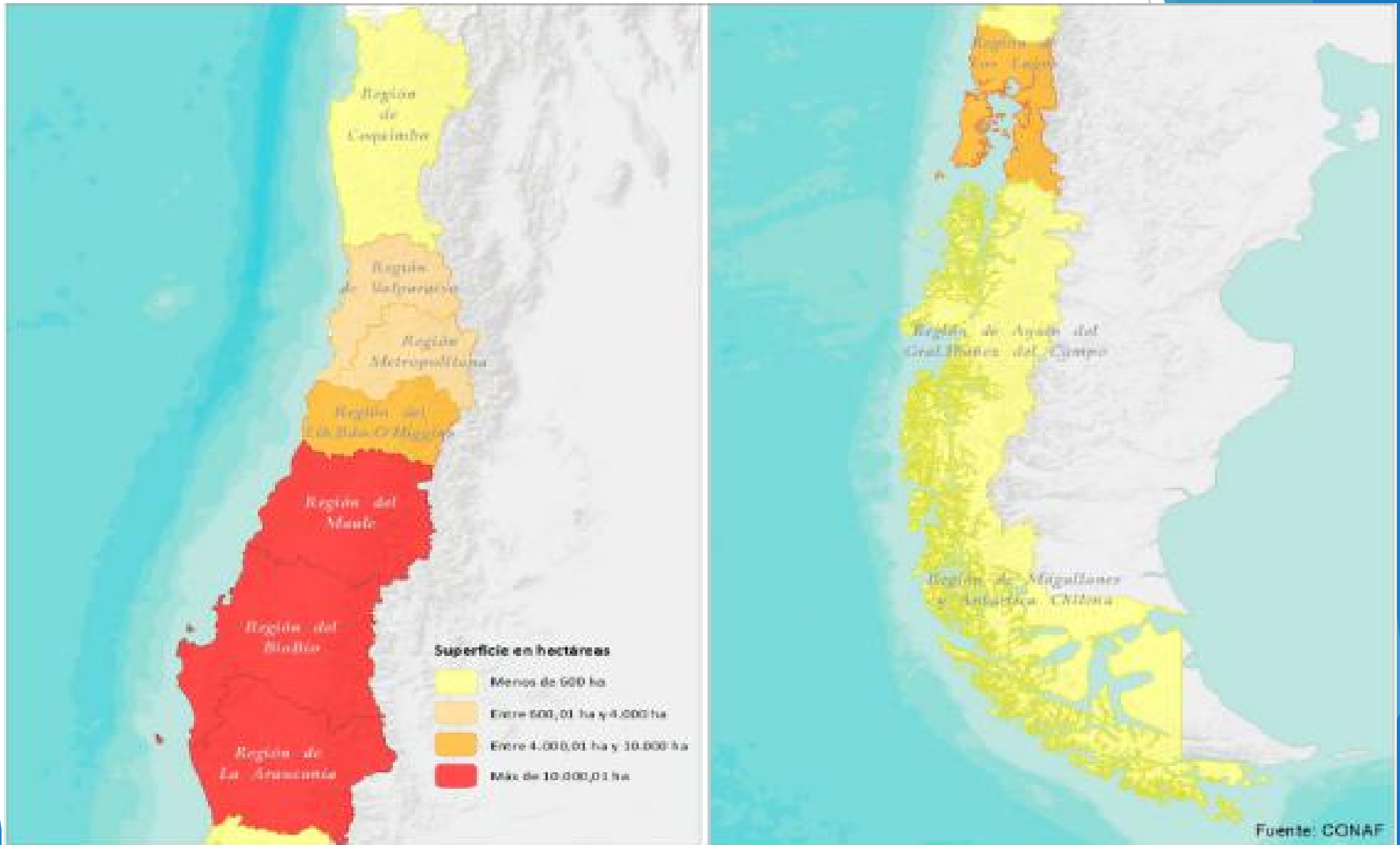
Дані: National Forestry Corporation (Conaf)

## *Питома вага пожеж, що виникали у 2015 році на відкритих територіях*

<b>Región</b>	<b>2014-2015</b>	<b>2013-2014</b>	<b>% Variación Periodo 2013-14 --- 2014- 15</b>	<b>Promedio anual de Incendios Quinquenio 2009-2014</b>
Coquimbo	47	67	-30%	53
Valparaíso	690	728	-5%	739
Metropolitana	417	317	+32%	371
O'Higgins	206	166	+24%	177
Maule	548	633	-13%	453
Biobío	1155	2720	-58%	2052
Araucanía	706	921	-23%	638
Los Ríos	137	113	+21%	75
Los Lagos	385	220	+75%	128
Aysén	23	24	-4%	19
Magallanes	19	5	+280%	13
<b>Total</b>	<b>4333</b>	<b>5914</b>	<b>-27%</b>	<b>4718</b>



## Питома вага пожеж, що виникали у 2015 році на відкритих територіях



Дані: National Forestry Corporation (Conaf)

Фотографії NASA масштабних лісових пожеж на півдні американського штату Каліфорнія, отримані від астронавтів Міжнародної космічної станції





# *Наслідки пожежі у місті Санта-Роза у Каліфорнії, в 2018 р.*



*Вогонь знищив близько 77 тисяч гектарів лісу та понад 3,5 тисячі будинків та комерційних приміщень. Зокрема, повністю вигоріли деякі райони міста Санта-Роза, що розташоване західніше від Сакраменто.*



## *Стан забезпечення об'єктів системами автоматичного протипожежного захисту*

Системами автоматичного протипожежного захисту у 2014 році обладнано 380 тис. 587 об'єктів, що складає 93,4% їх необхідної кількості. Потребує покращення ця робота в Чернігівській області, де обладнано 66,2% об'єктів та у м. Києві – 88,3%. Із загальної кількості систем протипожежного захисту 7,9% зіпсовано, а на 12,7% об'єктів їх обладнання відпрацювало свій технічний ресурс та підлягає заміні. Лише 79,8% установок проходять планове технічне обслуговування. Упродовж 2014 року введено в експлуатацію 7 тис. 497 установок автоматичного протипожежного захисту, із них 6 тис. 166 виведені на централізовані пункти пожежного спостереження.

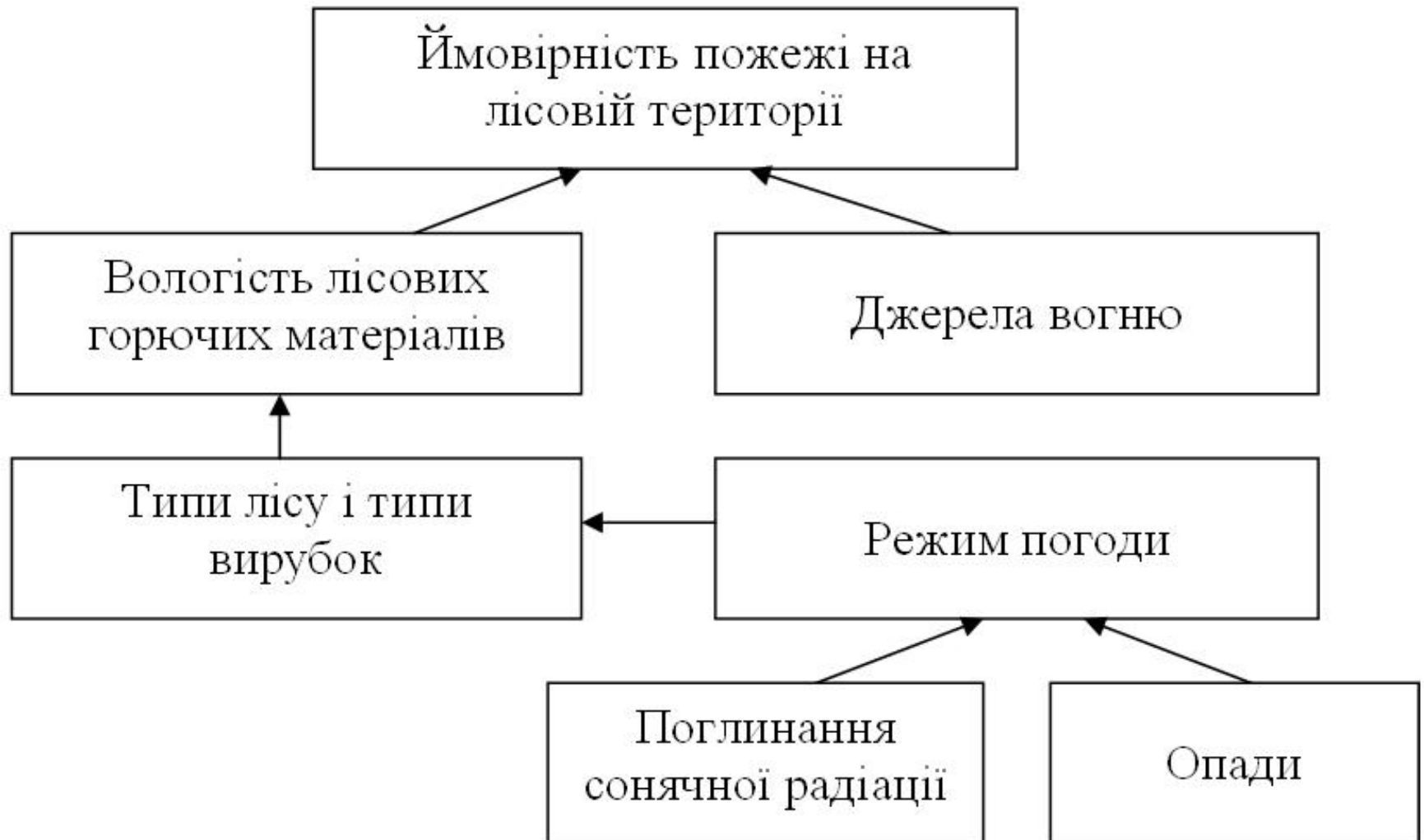
Найбільше прийнятих до експлуатування систем у Харківській – 735, Донецькій – 699, Одеській – 461 областях та у м. Києві – 489. У 2014 році виникло 349 пожеж на об'єктах, обладнаних системами автоматичного протипожежного захисту. Завдяки їх успішному спрацюванню (89,1%) вдалося запобігти поширенню пожеж на значну площу та врятувати матеріальних цінностей на суму 81,4 млн. гривень. У той же час у 45 випадках не спрацювали системи пожежної сигналізації, у 8 випадках не виконали своє призначення автоматичні системи пожежогасіння.

Потребує вдосконалення робота з впровадження новітніх систем пожежної автоматики. Так, із 97 адресних установок пожежної сигналізації, введених в експлуатацію у 2014 році, у Волинській, Запорізькій, Івано-Франківській, Кіровоградській, Луганській, Львівській, Миколаївській, Херсонській, Чернігівській та Чернівецькій областях не введено жодної.

***Системи автоматичного протипожежного захисту території лісового фонду в Україні – відсутні.***



# Основні фактори, що впливають на можливість виникнення пожеж на лісовій території



## *Хімічний склад абсолютно сухої деревини різних деревних порід, %*

Компонент	Ялина	Сосна звичайна	Піхта сибірська	Модрина	Береза бородавчаста	Осіка
Целюлоза	46,10	44,10	41,20	35,70	35,38	41,77
Лігнін	28,07	24,68	29,87	24,61	19,74	21,81
Гексозани (без целюлози)	12,65	15,24	11,30	15,33	4,92	3,61
<u>Пентозани</u>	13,10	11,60	10,62	10,58	30,28	26,62

### **Характеристика лісового фонду України**

Загальна площа території України – 60,7 млн. га

Загальна площа земель лісового фонду – 10,8 млн. га

Середня лісистість території України – 15,6%

Площа хвойних (сосна, ялина) – 3,9 млн. га (42,2%)

Площа твердолистяних (дуб, бук) – 4,1 млн. га (43,2%)

Площа м'яколистяних (береза, осика) – 1,3 млн. га (13,6%)

# Хімічні властивості деревини

Абсолютно суха деревина в середньому містить 49 % вуглецю, 44 % кисню, 6 % водню, 0,1-0,3 % азоту. При спалюванні деревини залишається її неорганічна частина - зола. До складу золи входять кальцій, калій, натрій, магній і інші елементи.

Перераховані хімічні елементи утворюють основні органічні речовини: целюлозу (45-60 %), лігнін (15-35 %) і геміцелюлози (25 %).

Целюлоза - природний полімер, полісахарид з довгою ланцюговою молекулою. Формула целюлози  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , де  $n$  - ступінь полімеризації, рівний 6000-14000. Це дуже стійка речовина, нерозчинна у воді і звичайних органічних розчинниках (спирті, ефірі й ін.), білого кольору. Пучки макромолекул целюлози - найтонші волоконця, що називаються мікрофібрилами. Вони утворюють целюлозний каркас стінки клітини. Мікрофібрили орієнтовані переважно уздовж довгої осі клітини, між ними знаходиться лігнін, геміцелюлози, а також вода.

Лігнін - полімер ароматичної природи (поліфенол) складної будови, що містить більше вуглецю і менше кисню, ніж целюлоза. Саме з цією речовиною пов'язаний процес здеревеніння молоді клітинної стінки. Лігнін хімічно нестійкий, легко окислюється, взаємодіє з хлором, розчиняється при нагріванні в лугах, водяних розчинах сірчистої кислоти і її кислих солей.

Геміцелюлози - група полісахаридів, в яку входять пентозани  $(C_5H_8O_4)_n$  і гексозани  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Формула гексозанів, на перший погляд, ідентична формулі целюлози. Однак ступінь полімеризації у всіх геміцелюлоз набагато менший і складає 60-200.

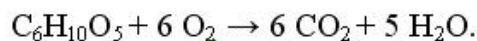
Крім основних органічних речовин, у деревині міститься порівняно невелика кількість екстрактивних речовин (таніцидів, смол, камедій, пектинів, жирів і ін.), розчинних у воді, спирті чи ефірі, ефірних олій, азотвмісних сполук, мінеральних речовин (водорозчинні солі, в основному карбонати калію і натрію, – 10-25 %, водонерозчинні солі – карбонати, силікати і фосфати магнію, кальцію і заліза – 75-90 %) та інші. В невеликих кількостях присутні алюміній, бор, манган тощо.



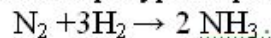
# Характеристика процесу горіння деревини

Під час лісової пожежі одночасно відбуваються процеси горіння деревини та органічного деревного пилу. Для розрахунку параметрів детонаційних хвиль і хвиль горіння потрібно знати масову концентрацію сухого горючого пилу і її питому теплоту згоряння. Точний хімічний склад пилу залежить від виду рослини. Сухі стебла рослин складаються в основному з клітковини, що має формулу ( $C_6H_{10}O_5$ ). Теплота згоряння клітковини  $Q = 4500$  ккал/кг.

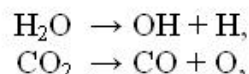
При згорянні стехіометричної чи збідненої (з надлишком кисню повітря) суміші клітковини з повітрям утворюються молекули  $CO_2$  і  $H_2O$  за реакцією



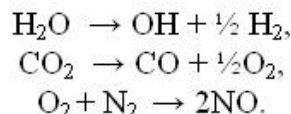
Таким чином, продукти горіння разом з окислювачем (повітрям) містять газу  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$  і  $N_2$ . Азот у реакції не бере участь, але входить до складу повітря у відношенні 0,79/0,21 з киснем. Його присутність впливає на теплоємність повітря і тим самим побічно - на процес горіння. При підвищеній температурі нітроген сполучається з воднем, утворюючи амоніак:



При згорянні багатих сумішей (з нестачею окислювача) у продуктах міститься також та чи інша кількість (у залежності від ступеня перезбагачення суміші)  $CO$  і твердого вуглецю у формі сажі. При цьому теплота згоряння знижується. Крім зазначених чотирьох газів гарячі продукти згоряння містять у вигляді малих "домішок" атоми, радикали  $OH$  і молекули  $NO$  і  $CO$ . Усі ці компоненти стосовно основного є продуктами ендотермічних реакцій, що утворюються, наприклад, при дисоціації  $H_2O$  і  $CO_2$ :



чи в сумарних реакціях



Температура, що досягається при згорянні пилу стехіометричного складу, недостатньо велика для істотної дисоціації таких міцних молекул, як  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$  і  $N_2$ . У цих умовах максимальну концентрацію мають ті домішки, що утворюються в результаті найменш ендотермічних реакцій. Такими є сумарні реакції (2.3), що ведуть в утворення молекул  $CO$ ,  $NO$ ,  $OH$ ,  $H_2$ . Концентрації цих часток щодо інших "домішок" максимальні, але і вони зневажливо малі - не перевищують десятих часток відсотка.

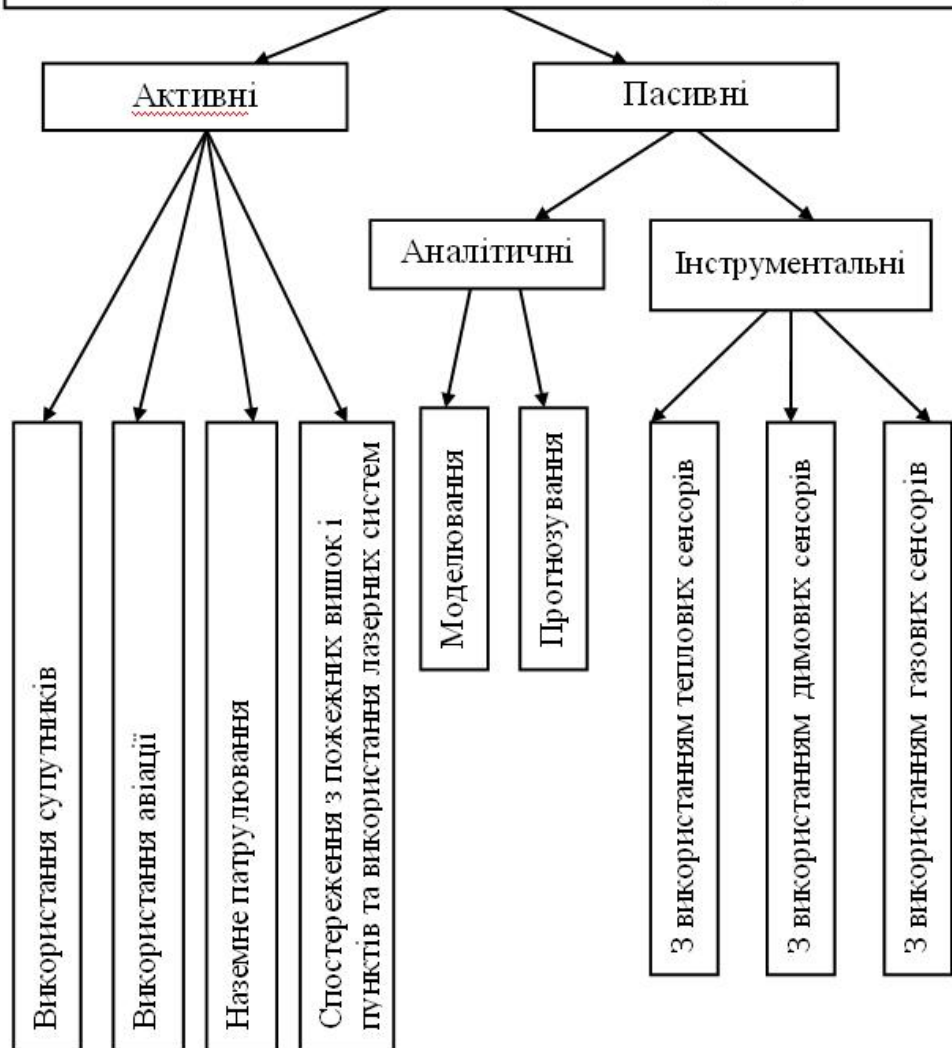
Таким чином, при розрахунку термодинамічних функцій продуктів згоряння - повної внутрішньої енергії і тиску як функції температури і щільності - хімічний склад газу можна вважати постійним і таким, що складається з компонентів  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $O_2$  і  $N_2$ . У результаті лісових пожеж в атмосферу планети поступає щороку  $11 \cdot 10^{12}$  т  $CO_2$ . Карбон оксид вступає у фотохімічні реакції з газами у атмосфері, міняючи її склад.



# Шкала оцінки природної пожежної небезпеки земельних ділянок лісового фонду

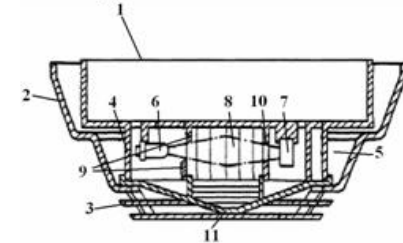
Клас пожежної небезпеки	Об'єкт загоряння (характерні типи лісу і типи вирубок, інші категорії насаджень і безлісних ділянок)	Найбільш вірогідні види пожеж, умови і тривалість періоду їх можливого виникнення і розповсюдження
I	<p>Насадження хвойних порід віком 40 і менше років в усіх типах умов місцезростання (ТУМ). Суцільні вирубки: лишайникові, верескові, <u>війникові</u> і ін. типи вирубок по суходолам (особливо захаращені). Насадження хвойних порід старші 40 років в ТУМ з індексами 0 (дуже сухі), 1 (сухі). Насадження сосни гірської, ялівцю, туї незалежно від віку та ТУМ. <u>Незімкнуті лісові культури</u> усіх порід. Зруби з-під хвойних порід, згарища, загиблі насадження (вітровали, буреломи та інші). Зруби з-під листяних порід, інші не вкриті ліською рослинністю землі (крім лісових шляхів, просік, протипожежних розривів), які розташовані серед насаджень хвойних порід. Лісові насадження хвойних порід. Лісові насадження з рівнем радіаційного забруднення 15 <u>Ki/км</u> і вище, незалежно від породного складу, віку і ТУМ [1]. Захаращені гарі.</p>	<p>Протягом всього <u>пожежонебезпечного</u> сезону можливі низинні пожежі, а на ділянках з наявністю деревостану – верхові. На <u>війникових</u> і ін. трав'яних типах вирубок по суходолу особливо значна пожежна небезпека навесні, а в деяких районах – і восени.</p>
II	<p>Насадження порід старше 40 років в ТУМ з індексом 2 (свіжі). Насадження листяних порід в ТУМ з індексами 0, 1. Сосняки брусничники, особливо за наявності соснового підростку чи підліску з ялівцю вище середньої густоти. <u>Листв'яги кедрово-стланцеві</u>.</p>	<p>Низинні пожежі можливі протягом всього <u>пожежонебезпечного</u> сезону; верхові – в періоди пожежних максимумів.</p>
III	<p>Насадження порід старше 40 років в ТУМ з індексами 3 (вологі), 4 (сирі). Насадження листяних порід в ТУМ з індексом 2. <u>Сосняки-кисличники</u> і <u>чорничники</u>. <u>Листв'яги-брусничники</u>. Кедрівники усіх типів, <u>приручійних</u> та сфагнових. Ялинички-брусничники і <u>кисличники</u>.</p>	<p>Низинні і верхові пожежі можливі в період літнього пожежного максимуму, а в кедрівниках, крім того, в періоди весняного і особливо осіннього максимумів.</p>
IV	<p>Насадження хвойних порід старші 40 років в ТУМ з індексом 5 (мокрі). Насадження листяних порід в ТУМ з індексами 3, 4. Зруби з-під листяних порід (серед насаджень листяних порід), інші не вкриті ліською рослинністю землі (крім згарищ, загиблих насаджень, лісових шляхів, просік, протипожежних розривів), які розташовані серед насаджень листяних порід. Угіддя - сіножаті, пасовища. Лісові розсадники, плантації, сади, ягідники. Сосняки, <u>листв'яги</u> і насадження листяних порід трав'яних типів. Сосняки і ялинички складні, липнякові, <u>ліщинні</u>, дубнякові. <u>Ялинички-чорничники</u>. Сосняки сфагнові і <u>довгомошникові</u>. Кедрові <u>приручійні</u> та сфагнові. Березняки: брусничники, <u>кисличники</u>, <u>чорничники</u> і сфагнові. <u>Осичняки-кисличники</u> і <u>чорничники</u>.</p>	<p>Виникнення пожеж (в першу чергу низинних) можливе в трав'яних типах лісу і на таволгових вирубках в періоди весняного і осіннього пожежних максимумів; в інших типах лісу і на <u>довгомошникових</u> вирубках – в період літнього <u>максимуму</u>.</p>
V	<p>Листяні насадження в ТУМ з індексом 5. Не вкриті ліською рослинністю землі (лісові шляхи, просіки, візирі, протипожежні розриви). Нелісові землі (крім сіножатей, пасовищ, садів, ягідників). Ялинички, березняки і <u>осичняки-довгомошникові</u>. Ялинички сфагнові і <u>приручійні</u>. Вільшаники всіх типів.</p>	<p>Виникнення пожежі можливе тільки при особливо несприятливих умовах (тривала засуха).</p>

## Методи визначення пожежонебезпечних ситуацій



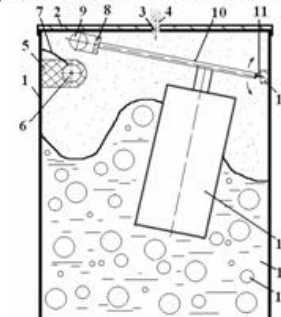
## Приклади схем сигналізацій для виявлення лісових пожеж

Схема димової сигналізації



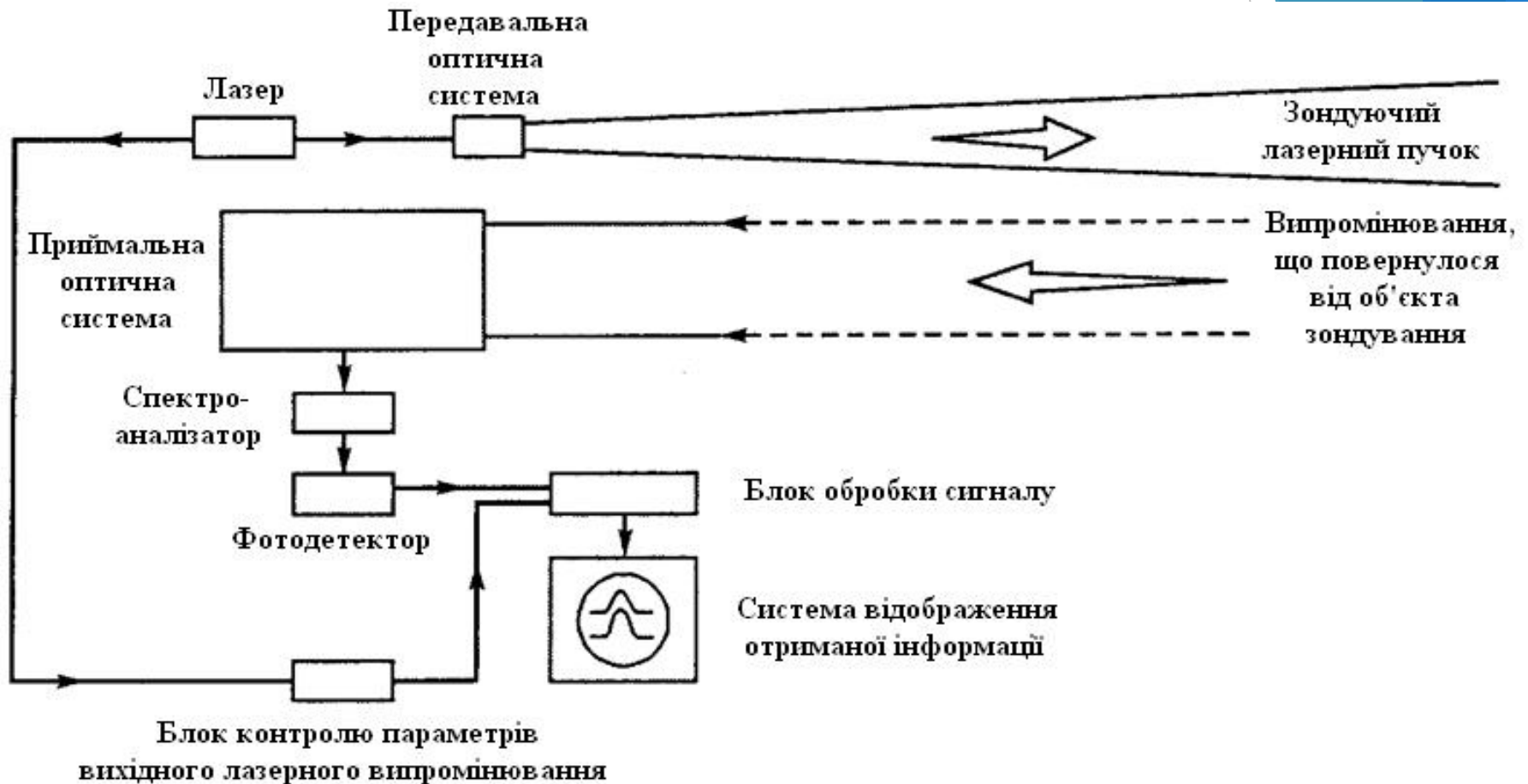
- |                      |                         |
|----------------------|-------------------------|
| 1 – світлоприймач;   | 7 – світлоприймач;      |
| 2 – корпус;          | 8 – вимірвальна камера; |
| 3 – канал;           | 9 – периферійні бленди; |
| 4 – бічна стінка     | 10 – центральна бленда; |
| 5 – оптичний модуль; | 11 – дно.               |
| 6 – джерело світла;  |                         |

Схема термомеханічної сигналізації



- |                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| 1 – корпус;                 | 8 – зазор магнітної системи; |
| 2 – герметична кришка;      | 9 – магніт;                  |
| 3 – отвір для випуску пари; | 10 – важіль;                 |
| 4 – пара;                   | 11 – пружинний підвіс;       |
| 5, 12 – кронштейни;         | 13 – поплавець;              |
| 6 – котушка;                | 14 – рідина;                 |
| 7 – провід (вивід);         | 15 – парові бульбашки.       |

# ЛАЗЕРНІ СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЛІСОВИХ РЕСУРСІВ



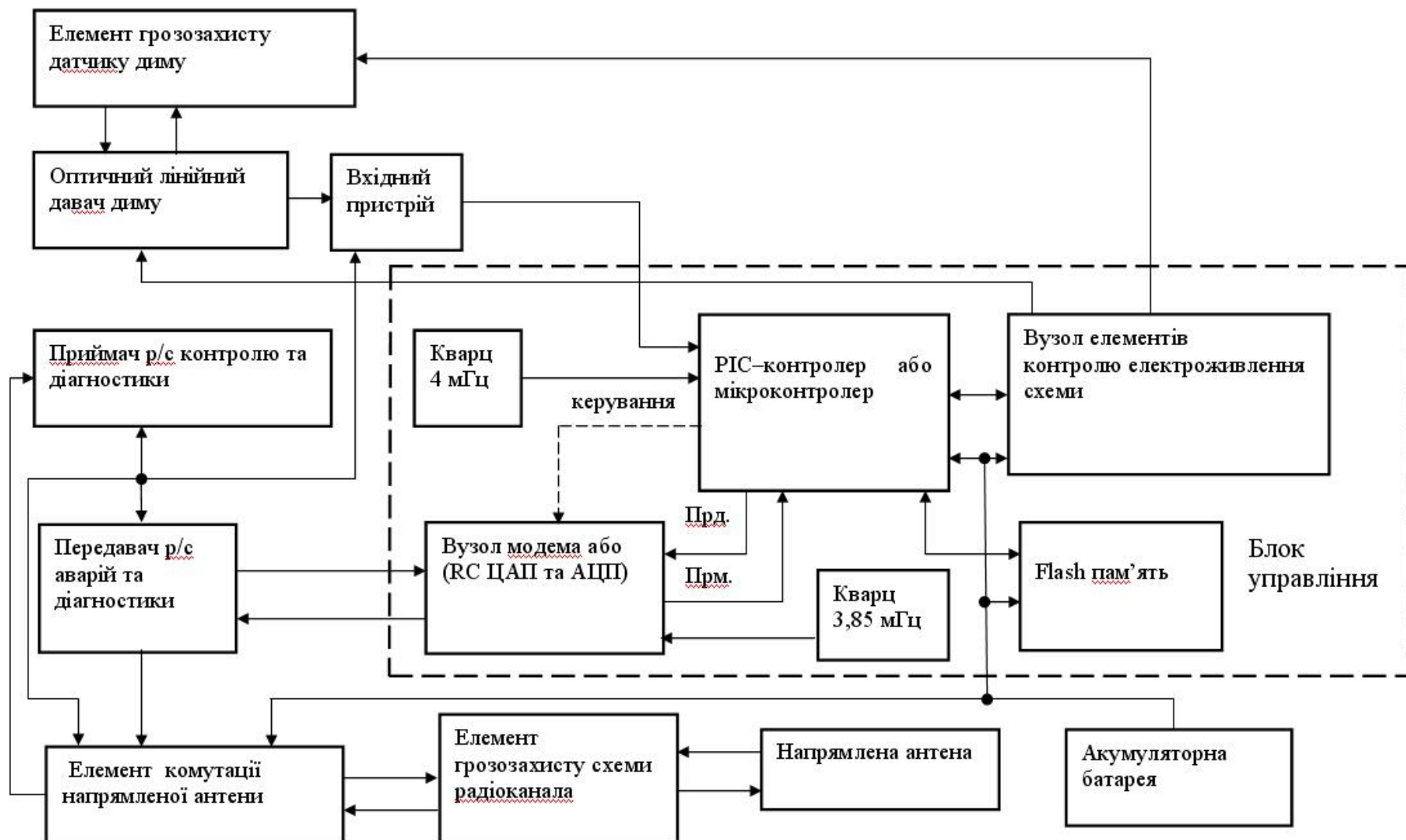


## Основні технічні характеристики комбінованого сповіщувача ИП212/101-2-А1R "ЕСО1002"

Діапазон чутливості відповідає оптичній щільності середовища	0,05 - 0,2 дБ/м
Інерційність спрацьовування димового каналу	10 сек
Температура спрацьовування при повільному підвищенні	58°C
Спрацьовування при швидкості підвищення температури	8°C/мін и більше
Клас теплового каналу	A1R
Середня площа, контрольована одним сповіщувачем	до 110 м <sup>2</sup>
Припустимий рівень впливу фонові освітленості	12000 лк
Припустима швидкість повітря	до 20 м/с
Робоча напруга, U	від 8 В до 30 В
Амплітуда пульсацій напруги живлення	±2 В, макс.
Номінальний струм у черговому режимі	менше 85 мкА
Припустимий струм у режимі "Пожежа"	50 мА, макс.
Висота з базою Е1000В	50 мм
Діаметр	102 мм
Вага з базою Е1000В	120 г
Розмір лазерного тестера ЛТ	83x30x15 мм
Вага лазерного тестера ЛТ	30 г
Діапазон робочих температур	-30°C +70°C
Максимально припустима відносна вологість	95%
Ступінь захисту оболонки сповіщувача	IP23



# Структурна схема елемента системи пожежної сигналізації по радіоканалу для охорони лісових ресурсів



# Опис роботи структурної схеми елемента системи пожежної сигналізації

Схема може працювати в 4-х режимах:

**1 РЕЖИМ.** Черговий, що призначений для відслідковування:

- 1) сигналу пожежі із давача диму;
- 2) сигналу запиту діагностики з радіоприймача.

Режим характеризується мінімальним електроспоживанням від акумуляторної батареї (АБ). В ньому мікроконтролер відслідковує роботу всіх вузлів схеми по максимуму електроспоживання. Якщо споживаний струм якогось вузла схеми стає більшим, ніж криптично допустимий, вузол контролю за електроживленням виробляє сигнал аварії і по команді із мікроконтролера відключає від АБ підозрілий (аварійний) вузол схеми.

**2 РЕЖИМ.** Запис діагностики. Проводиться запис діагностичних даних з оперативного запам'ятовуючого пристрою (ОЗП) мікроконтролера до енергонезалежної постійного запам'ятовуючого пристрою (ПЗП). До діагностичних даних відносяться дані про працездатність регулярно тестуємих вузлів схеми.

**3 РЕЖИМ.** Видача діагностики за запитом. Даний режим необхідний для систематичного дистанційного контролю працездатності схеми пристрою. Після отримання із радіоприймача сигналу запиту мікроконтролер перемикає тракт видачі діагностичних даних із ПЗУ на передавач радіосигналу.

**4 РЕЖИМ.** Сигналізація про пожежу. Це режим, в якому після спрацювання давача диму мікроконтролер передає сигнал про пожежу на передавач радіосигналу. Для даного режиму струм споживання в схемі максимальний. ЛОДД, за допомогою якого даний пристрій реагує на появу пожежі, захищений по входу від статичних розрядів швидкодіючим запобіжним модулем, а по виходу відділений від основної схеми оптопарою.

Живлення та контроль споживаного струму сенсором диму здійснюється через вузол елементів контролю електроживлення і, у випадку виходу з ладу оптичного лінійного давача диму, цим вузлом створюється сигнал аварії непрацездатності, який передається на мікроконтролер та записується в енергонезалежну ПЗУ.

Вхідний пристрій призначений для перетворення вихідного малопотужного сигналу з оптичного давача в сигнал логічної "1" ТТЛ-рівня (2,5-4,5 В). Працездатність вхідного пристрою також контролюється через вузол елементів контролю.

Основним блоком схеми пристрою є блок управління, до якого входять: мікроконтролер, вузол модема, Flash-пам'ять (енергонезалежна ПЗУ), вузол елементів контролю електроживлення. Блок управління забезпечує виконання таких функцій:

1) сканує наявність сигналів:

- аварії по перевищенню максимально допустимого струму споживання контролюємих вузлів схеми пристрою;
- аварійного порогу розряду АБ;
- сигналізації з вхідного пристрою про задимленість повітря;
- запиту з приймача радіосигналу про діагностичні дані;



# Опис роботи структурної схеми елемента системи пожежної сигналізації (продовження)

2) формує сигнали управління:

- вузлом елементів контролю електроживлення (оскільки всі вузли схеми, за винятком блока управління, живляться в імпульсному режимі для економії АБ);

- трактами прийому/передачі радіосигналів (елементом комутації антени).

Вузол модема може складатися з простих РС-ланок, на яких побудовані елементарні АЦП та ЦАП відповідно для перетворення прийнятого радіосигналу в цифрову послідовність і, навпаки, перетворення цифрової послідовності, виданої мікроконтролером, в синусоїдальний сигнал. У якості модему може також використовуватись спеціалізована ІМС, керування якою може здійснюватись із мікроконтролера.

За допомогою вузла елементів контролю електроживлення, мікроконтролер контролює по спожитому струму ( $I_{\text{спож}}$ ) режими роботи усіх вузлів схеми. За допомогою елементів контролю стану АБ, які знаходяться в даному вузлі, проводиться контроль розряду АБ до граничного допустимого значення. АБ контролюється за двома рівнями розряду: гранично допустимий (передаварійний) і аварійний. При гранично допустимому розряді АБ працездатність схеми зберігається в повному обсязі, але відповідним елементом контролю формується сигнал аварії, який в кінцевому випадку потрапляє в радіоканал для передачі в оперативний центр повідомлення про необхідність заміни АБ.

При аварійному режимі розряду АБ мікроконтролером включається можливість прокльочення тракту передавання радіосигналу.

Flash-пам'ять використовується для довготривалого зберігання діагностичних даних. З метою економії ресурсів АБ збір діагностичних даних може проводитись рідше.

Приймач та передавач радіосигналу працюють на одну направлену антену і комутуються на неї за допомогою спеціального елемента комутації антени, тобто в черговому режимі антена увімкнена на приймач радіосигналу, а при переході в режим передачі аварії чи діагностичних даних антена перемикається на передавач радіосигналу. В даному випадку, через сумісне використання антени трактами передачі і прийому, використовується антена спрямованої дії. У вхідних колах приймача та вихідних – передавача фільтри забезпечують необхідне послаблення радіосигналу поза смугою їх роботи, тобто забезпечується необхідне перехідне послаблення в радіоприймачі сигналу радіопередавача.

Радіопередавач створений на базі високочастотних (ВЧ) транзисторів, а приймач - на однокристалічній мікросхемі приймача ЧМ діапазону. Для запобігання пошкодження вхідних радіоприймача та вихідних радіопередавача каскадів від статичних розрядів, в схемі пристрою задіяний швидкодіючий елемент грозозахисту радіотракту, який запобігає проходженню високих струмів і напруг на схему пристрою. Використання направленої антени дає можливість під час прийому підсилити радіосигнал, а при передачі – зменшити потужність вихідного каскаду радіопередавача для збереження достатньої якості передачі.



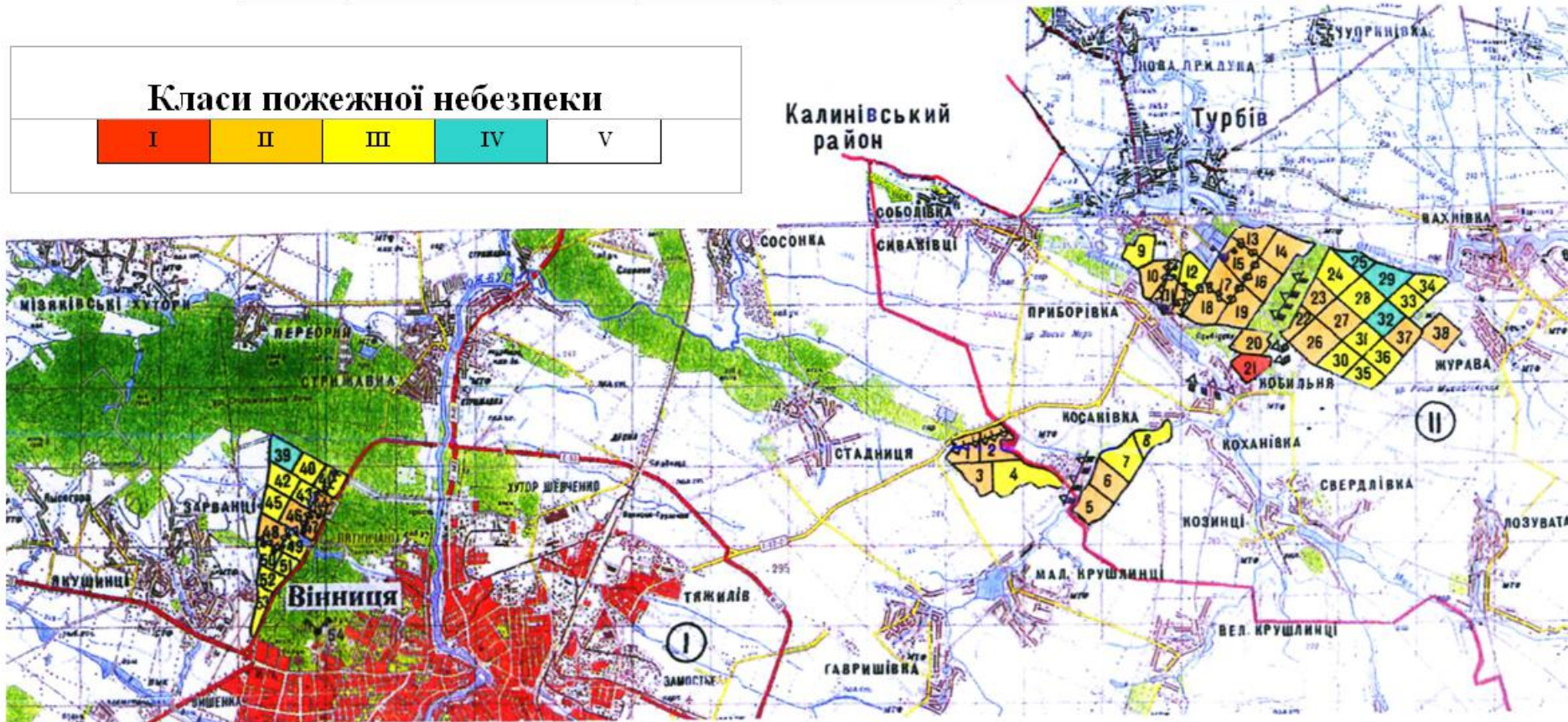
# Розподіл кварталів лісів ДП "ВЛНДС" за класами пожежної небезпеки

## Експлікація

Шифр	Назва лісництва	Номери кварталів	В тому числі за адмін. районами		Загальна площа, га
			Вінницький	Липовецький	
			I	II	
1	Турбівське дослідне лісництво	1-54	784	1806	2590

## Класи пожежної небезпеки

I	II	III	IV	V
---	----	-----	----	---





## Розрахунок економічного ефекту від впровадження пожежної сигналізації в лісах ДП “ВЛНДС”

Витрати на підготовку, випуск і встановлення одного елемента системи пожежної сигналізації (ЕСПС) складають 264 гривні 78 копійок. Для охорони території, що розглядається, потрібно ЕСПС приблизно  $n = 550$  шт. Це означає, що загальні витрати на створення і облаштування сигналізації в лісі, складають

$$S = S_1 \cdot n = 264,78 \cdot 550 = 145'629 \text{ (грн.)} \quad (1)$$

Для визначення доцільності такого приладу потрібно визначити максимальні збитки, які будуть спричинені невчасно виявленою лісовою пожежею окремого лісового масиву за умови повного його знищення вогнем, та порівняти отримані дані. Адже відомо, що пожежу, яка лише починається, може загасити одна людина найпростішими засобами, а через кілька годин для її ліквідації знадобляться десятки, а може й сотні людей з притягненням важкої лісопожежної техніки.

Розглянемо ліси ДП "ВЛНДС". Найбільш пожежонебезпечні масиви знаходяться у південній частині лісів Липовецького району Турбівського дослідного лісництва (квартали 9-38). Згідно з даними підприємства на цій території розміщено 11 порід дерев, загальний запас насаджень та вартість яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Кількісна та вартісна характеристика окремих порід ДП "ВЛНДС"

Назва породи	Загальний запас насаджень у кварталах 9-38, м <sup>3</sup>	Середня вартість 1 м <sup>3</sup> деревини, грн
Сосна звичайна	400	270
Береза зависла	3100	170
Осика	900	180
Вільха чорна	3050	250
Дуб звичайний	10090	840
Липа дрібнолиста	3100	240
Тополя канадська	810	120
Верба біла	30	180
Граб звичайний	30	230
Берест	40	400
Черешня	10	310

# Розрахунок економічного ефекту від впровадження пожежної сигналізації в лісах ДП “ВЛНДС” (продовження)

Отже, знайдемо загальну вартість деревини ( у лісах, що розглядаються) за умови, що вона згоріла повністю і більше не нестиме в собі ніякої цінності:

$$S_{\partial} = \sum_{i=1}^n Z_{ni} \cdot C_{\partial i}$$

де  $Z_{ni}$  - загальний запас насаджень  $i$ -тої деревини у кварталах 9-38, м<sup>3</sup>;

$C_{\partial i}$  - середня вартість 1 м<sup>3</sup>  $i$ -тої деревини, грн.

$$S_{\partial} = 400 \cdot 270 + 3100 \cdot 170 + 900 \cdot 180 + 3050 \cdot 250 + 10090 \cdot 840 + 3100 \cdot 240 + 810 \cdot 120 + 30 \cdot 180 + 30 \cdot 230 + 40 \cdot 400 + 10 \cdot 310 = 10'907'700 \text{ (грн.)}$$

До збитків, спричинених можливою пожежею, окрім вартості згорілої деревини, також відносяться вартість робіт по відновленню ушкодженої території (у т.ч. ліквідація захаращеності), засадженню молодняку та догляду за ним до віку змикання крон, збитки від забруднення навколишнього природного середовища продуктами горіння та загибелі рослин і тварин, які занесені в Червону та Зелену Книги України, збитки від втрати лісом своєї функції (грунтозахисної, санітарно-гігієнічної тощо) і витрати по тушінню пожежі (заробітна платня робочих, притягнутих до тушіння, оплата транспортних засобів і вартість матеріалів, використаних на виявлення і гасіння пожежі тощо) та інші.

З вище перерахованих складових можливих збитків, спричинених пожежею на досліджуваній території, кількісно оцінити можна лише вартість згорілої деревини та робіт по відновленню лісу, адже решта залежатимуть від виду та сили пожежі.

Вартість насадження і вирощування молодняку на території 1 га для ДП "ВЛНДС" складає приблизно 600 грн. Враховуючи, що площа лісів, що розглядаються, складає 1500 га, насадження і вирощування молодняку коштуватиме 600 грн/га · 1500 га = 900'000 грн.

Отже загальна сума збитків, спричинених лісу пожежею, складає:

$$S_{\text{заг}} = S_{\partial} + S_{\text{м}}, \quad (2)$$

де  $S_i$  - вартість насадження і вирощування молодняку до віку змикання крон, грн.

$$S_{\text{заг}} = 10'907'700 + 900'000 = 11'807'700 \text{ (грн.)}$$

Порівнюючи загальні витрати на створення і облаштування сигналізації в лісі (формула 1) - 145'629 грн. та збитки, спричинені можливою невчасно виявленою пожежею, і які можна заздалегідь кількісно оцінити (формула 2), - 11'807'700грн., видно, що впровадження розроблюваної пожежної сигналізації є економічно доцільним, оскільки можливі збитки від пожежі в 81 раз перевищують витрати на систему пожежної сигналізації.



## *Наукова новизна*

1. Удосконалена логістична схема організаційно-технічного контролю, збереження та захисту цінних природних територіальних комплексів в умовах підвищеної пожежної небезпеки, що дало змогу підвищити протипожежний захист лісових масивів.

2. Вперше запропоновано систему пожежної сигналізації, яка складається із мережі лінійних оптичних давачів диму (ЛОДД), що зв'язані по радіоканалу із пультом централізованого спостереження, на якому проводиться прийом, обробка і реєстрація вимірjuвальної і діагностичної інформації. Запропоновано структурну схему елемента системи та детальну характеристику основних її складових.

## *Практичне значення*

Система пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів по радіоканалу дозволяє організувати надійну охорону від пожеж цінних природних територіальних комплексів, які містять рідкісні або занесені до Червоної книги України види рослинного і тваринного світу, а також об'єкти природно-заповідного фонду – природні національні парки, заповідники, заказники, пам'ятки природи та ін.

Результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці виробничої діяльності лісгоспів та підприємств природно-заповідного фонду для оптимізації управління в галузі охорони і збереження лісових ресурсів на території Вінницької області, України та Еквадору.



Отже, за результатами виконаної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Розглянуто процес горіння деревини, зокрема, наведено її хімічні властивості, склад продуктів горіння та вплив вологи на кінетику горіння. Внаслідок горіння деревини, що складається целюлози, лігніну і геміцелюлози, утворюються гази  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{C}_2\text{H}_2$ , димові шлейфи.

2. Проаналізовано основні методи визначення пожежонебезпечних ситуацій, їх переваги і недоліки, зокрема розглянуто лазерні системи дистанційного зондування лісових ресурсів, в основі яких лежать лідари; аерокосмічні системи виявлення лісових пожеж, що дозволяють отримувати знімки, які забезпечують майже одночасне і суцільне охоплення спостереженнями значних територій суші, проте не можуть розглядатися в якості основних систем для раннього виявлення загорянь через надлишковість інформації за кількістю і якістю.

3. Проведено аналіз сенсорів пожежонебезпечних ситуацій, зокрема наведено їх загальну класифікацію за кількома критеріями та розглянуто основні характеристики та принцип дії теплового, димового і газового сигналізаторів.

## *Висновки і рекомендації (продовження)*

**4. Вперше запропоновано систему пожежної сигналізації, яка складається із мережі ЛОДД, що зв'язані по радіоканалу із пультом централізованого спостереження, на якому проводиться прийом, обробка і реєстрація вимірювальної і діагностичної інформації. Наведено структурну схему елемента системи та детальну характеристику основних її складових. Дана система пожежної сигналізації для охорони лісових ресурсів по радіоканалу дозволяє організувати надійну охорону від пожеж цінних природних територіальних комплексів, які містять рідкісні або занесені до Червоної книги України види рослинного і тваринного світу, а також об'єкти природно-заповідного фонду – природні національні парки, заповідники, заказники, пам'ятки природи та ін.**

5. Наведено характеристику території, лісового фонду, лісо-рослинних умов та пожежної небезпеки території ДП "ВЛНДС", а також сплановано розміщення елементів пожежної сигналізації для охорони лісів даного підприємства.

## *Апробація результатів роботи*

Викладені у магістерській кваліфікаційній роботі положення доповідались на таких наукових конференціях:

1. XII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності»: (м.Львів, 2017);
2. «VI Всеукраїнський з'їзд екологів з між-народною участю» (Екологія/Ecology-2017), (м.Вінниця, 2017);
3. Всеукраїнському конкурсі «Молодь і прогрес у раціональному природокористуванні» (м.Київ, 2017);
4. 5-й Міжнародному конгресі «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування.» (м.Львів, 2018); а також у щорічних науково-технічних конференціях ВНТУ.

### **Подяки**

Автор вдячний начальнику Вінницького обласного управління лісового та мисливського господарства, д.с.-г.н., професору, Заслуженому лісівнику України, Відміннику лісового господарства України **Бондару Анатолію Омеляновичу** за сприяння у проведенні експериментальних досліджень логістики збереження, захисту та контролю цінних природних територіальних комплексів в умовах підвищеної пожежної небезпеки.



# Публікації результатів роботи

1. Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Гарсія Камачо Ернан Улліанодт Пожежна сигналізація для охорони лісових ресурсів // «Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності»: Матеріали XII Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених (23-24 березня 2017 року). – Львів: ЛДУБЖ, 2017. – С.56.
2. Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Гарсія Камачо Ернан Улліанодт Пожежна сигналізації на території лісового фонду // Матеріали XLVI Науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (2017). – Вінниця: ВНТУ, 2017. – С.123.
3. Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Васильківський І.В. Контроль викидів двигунів внутрішнього згорання // VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2017), 20-22 вересня, 2017. Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 182.
4. Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Васильківський І.В. Пожежна сигналізація на території лісового фонду // VI Всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю (Екологія/Ecology-2017), 20-22 вересня, 2017. Вінниця: ВНТУ, 2017. – С. 171.
5. Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, Сільва Рубіо Луїс Антоніо, І.В.Васильківський Інноваційна система протипожежної охорони лісових ресурсів // 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2018. – С.157.
6. Сільва Рубіо Луїс Антоніо, Гарсія Камачо Ернан Улліанодт, І.В.Васильківський Інноваційний контроль викидів двигунів внутрішнього згорання // 5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2018. – С.150.

41

*Участь у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт в галузі «Техногенна безпека», ЛДУБЖ, м.Львів, 2017 р.*



42

*Участь у Всеукраїнському конкурсі студентських наукових зі спеціальності Науки про Землю (гідрометеорологія), ОДЕУ, м Одеса, 2018 р.*





*Привітання ректора ВНТУ з перемогами у  
Всеукраїнських студентських наукових конкурсах*





Диплом II-го ступеня Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт в галузі «Техногенна безпека», Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, м.Львів, 2017 р.





Диплом III-го ступеня Всеукраїнського  
конкурсу студентських наукових зі  
спеціальності Науки про Землю  
(гідрометеорологія), ОДЕУ, м Одеса, 2018 р.



Диплом III-го ступеня Всеукраїнського  
конкурсу «Молодь і прогрес в  
раціональному природокористуванні»,  
НАУ, м.Київ, 2017 р.





*Доповідь закінчена.*



*Дякую за увагу!*