

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В.Н.КАРАЗІНА**

ФІЗИКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра безпеки життєдіяльності

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
**ЗАВІДУЮЧИЙ КАФЕДРИ**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

\_\_\_\_\_ доцент Адаменко М.І.  
(науковий ступінь, наукове звання, прізвище та ініціали автора)

ЛЕКЦІЯ №1  
ПРИРОДНІ ЗАГРОЗИ ТА ХАРАКТЕР ЇХ ПРОЯВІВ І ДІЇ НА ЛЮДЕЙ,  
ТВАРИН, РОСЛИН, ОБ’ЄКТИ ЕКОНОМІКИ  
(повне найменування теми лекції)

З навчальної дисципліни \_\_\_\_\_ Безпека життєдіяльності

Обговорено на засіданні кафедри

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Протокол № \_\_\_\_\_

## ЗМІСТ

### ВСТУП

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

1. **Літосферні небезпеки.**
2. **Гідросферні небезпеки.**
3. **Атмосферні небезпеки**
4. **Космічні небезпеки**
5. **Біологічні небезпеки**

### ЛІТЕРАТУРА

1. Типова навчальна програма нормативної дисципліни «безпека життєдіяльності» для вищих навчальних закладів, затверджена заступником міністра освіти і науки, молоді та спорту України 31.03.2011р.
2. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. / О.С. Баб'як, О.М. Сітенко, І.В. Ківва та ін. – Х.: Ранок, 2000. – 304 с.
3. Заплатинський В. М. Полімовний тлумачний словник з безпеки. Підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 120 с. ISBN 978-911-01-0002-1
4. Заплатинський В., Матис Й. Безопасность в эру глобализации. Монография. – ЦУЛ, 2010.- 142.
5. Іванова І.В., Заплатинський В.М., Гвозд'їй С.П. "Безпека життєдіяльності" навчально-контролюючі тести. – Київ: "Саміт-книга", 2005. – 148 с.

## ВСТУП

До природних небезпек відносяться стихійні явища, які являють безпосередню загрозу для життя та здоров'я людей. Наприклад, землетруси, виверження вулканів, снігові лавини, селі, зсуви, каменепади, повені, шторми, цунамі, тропічні циклони, смерчі, блискавки, тумани, космічні випромінювання і багато інших явищ. Будучи природними феноменами життя та розвитку природного середовища вони в той же час сприймаються людиною як аномальні. У безпеці життєдіяльності розглядаються не всі природні катастрофи і стихійні явища, а лише ті з них, які можуть завдати шкоди здоров'ю або призвести до загибелі людей.

Деякі природні небезпеки порушують або утруднюють нормальне функціонування систем та органів людини. До таких небезпек відноситься, наприклад, туман, ожеледиця, спека, холод, спрага та ін.

Незважаючи на глибокі відмінності, по суті всі природні небезпеки підпорядковуються деяким загальним закономірностям.

По-перше, для кожного виду небезпек характерна певна просторова приуроченість. По-друге, встановлено, що чим більша інтенсивність (потужність) небезпечного явища, тим рідше воно трапляється. По-третє, кожному виду небезпек передують певні специфічні ознаки (передвісники). По-четверте, за всієї непередбачуваності тієї чи іншої природної небезпеки, її прояв може бути передбачений. Насамкінець, по-п'яте, у багатьох випадках можуть бути передбачені пасивні та активні захисні заходи від природних небезпек.

Розглядаючи природні небезпеки, потрібно відзначити роль антропогенного впливу на їх прояв. Відомі численні факти порушення рівноваги у природному середовищі в результаті діяльності людства, які призводять до посилення небезпечного впливу. Так, згідно даних міжнародної статистики, походження близько 80 % сучасних зсувів пов'язане із діяльністю людини. У результаті вирубок лісу зростає активність селів, збільшуються паводкові витрати.

Нині масштаби використання природних ресурсів суттєво зросли. Це призвело до того, що стали відчутно виявлятися риси глобальної екологічної кризи. Природа наче мстить людині за грубе вторгнення у її володіння. Про це 200 років тому попереджав видатний англійський економіст Мальтус Томас Роберт (1766 —1834), виклавши у праці «Опыт о законе народонаселения» (1798) свою концепцію про те, що механізмом регуляції людських популяцій стануть епідемії, тобто фактори, що залежать від густоти населення. Над цією проблемою людство почало серйозно замислюватися тільки останнім часом. Дотримання природної рівноваги є найважливішим профілактичним фактором, урахування якого дає змогу скоротити кількість небезпечних явищ.

Між природними небезпеками існує взаємозв'язок. Одне явище може правити за причину, спускний механізм для наступних явищ.

Наприклад, землетрус може викликати снігові лавини, дощі та снігопади, повені, водну ерозію, селі, зсуви, гірські обвали та каменепади, шторми, тайфуни та припливи.

За наявними оцінками, кількість природних явищ на Землі з плином часу не зростає або майже не зростає, але людські жертви та матеріальна шкода збільшуються. Щорічна імовірність загибелі мешканця планети Земля від природних небезпек орієнтовно дорівнює  $10^{-5}$ , тобто на кожні сто тисяч мешканців гине одна людина.

Передумовою успішного захисту від міських небезпек є вивчення їх причин та механізмів. Знаючи суть процесів, можна їх передбачувати. А своєчасний та точний прогноз небезпечних явищ є найважливішою передумовою ефективного захисту. Захист

від природних небезпек може бути активним (будівництво інженерно-технічних споруд, інтервенція та механізм явища, мобілізація природних ресурсів, реконструкція природних об'єктів тощо) та пасивної (наприклад, використання укриттів). У більшості випадків активні та пасивні методи поєднуються.

За локалізацією природні небезпеки можуть бути з певною мірою умовності поділені на 4 групи: літосферні (землетруси, вулкани, зсуви); небезпеки гідросфери (повені, цунамі, шторми) атмосферні (урагани, бурі, смерчі, град, дощ); космічні (астероїди, планети, випромінювання).

## ОСНОВНА ЧАСТИНА

### 1. ЛІТОСФЕРНІ НЕБЕЗПЕКИ

*Землетруси.* Планета Земля за формою є еліпсоїд із середнім радіусом 6371 км. Земля складається з кількох різних за складом та фізичними властивостями оболонок-геосфер. У центрі Землі міститься ядро, за ним іде мантія, потім земна кора, гідросфера та атмосфера. Верхня межа мантії проходить на глибині від 5 до 70 км по поверхні Мохоровича, нижня на глибині 2900 км по межі з ядром Землі. Мантія Землі ділиться на верхню завтовшки близько 900 км та нижню — близько 2000 км. Верхня мантія разом із земною корою утворює літосферу. Температура у мантії вважається такою, що дорівнює  $2000 - 2500$  °С, а тиск знаходиться у межах  $1 - 130$  ГН/м<sup>2</sup>. Саме у мантії відбуваються тектонічні процеси, що викликають землетруси. Наука, що вивчає землетруси, називається *сейсмологією*.

Землетруси — це підземні поштовхи та коливання земної поверхні, що виникають у результаті раптових зміщень і розривів у земній корі або верхній частині мантії й передаються на великі відстані у вигляді пружних коливань.

Природа землетрусів до кінця не розкрита. Землетруси відбуваються у вигляді серії поштовхів, які включають форшоки, головний поштовх та афтершоки. Кількість поштовхів та інтервали часу між ними можуть бути самими різними. Головний поштовх характеризується найбільшою силою. Тривалість головного поштовху звичайно кілька секунд, але суб'єктивно сприймається людьми як дуже тривала. Згідно даних психіатрів та психологів, що вивчали землетруси, афтершоки іноді призводять до більш важкого психологічного впливу, ніж головний поштовх. У людей під впливом афтершоків виникло відчуття невідворотності біди, і вони, скуті страхом, не діяли замість того, щоб шукати безпечне місце та захищатися.

Осередок землетрусу — це деякий об'єм у товщі Землі, у межах якого відбувається вивільнення енергії. Центр осередку — умовна точка, що зветься гіпоцентром, або фокусом.

Проекція гіпоцентру на поверхню Землі називається *епіцентром*. Навкруги нього відбуваються найбільші руйнування. Це так звана *плейстосейстова область*.

Кількість землетрусів, які щороку реєструються на Земній кулі, вимірюється сотнями тисяч, а за даними деяких учених — мільйонами. У середньому кожні 30с. Реєструється один землетрус. Силу землетрусу оцінюють за інтенсивністю руйнувань на поверхні Землі. Існує багато сейсмічних шкал інтенсивності. Шкалу інтенсивності у 80-ті роки XIX ст. створили Де Россі та Форель (від I до X), у 1920 р. італієць Меркаллі запропонував іншу шкалу з діапазоном значень від I до XII. У 1931 р. ця шкала була удосконалена Вудом та Ньюменом. У 1963 р. С. Медведєв із співавторами запропонували нову шкалу.

Лінії, що з'єднують пункти з однаковою інтенсивністю коливань, називаються *ізосейстами*. У 1935 р. проф. Каліфорнійського технологічного інституту Ч.Ріхтер запропонував оцінювати енергію землетрусу за магнітудою (від лат *magnitudo*-величина). Сейсмологи використовують кілька магнітних шкал. В Японії використовують шкалу з семи магнітуд. Саме із цієї шкали виходив К. Ф. Ріхтер, пропонуючи свою удосконалену магнітудну шкалу.

Шкала Ріхтера — сейсмічна шкала магнітуд, заснована на оцінці енергії сейсмічних хвиль, що виникають під час землетрусів. Магнітуда самих сильних землетрусів за шкалою Ріхтера не перевищує 9.

Магнітуда землетрусів — умовна величина, яка характеризує загальну енергію пружних коливань, викликаних землетрусом. Магнітуда пропорційна логарифму енергії землетрусів і дає змогу порівнювати джерела коливань за їх енергією.

Значення магнітуди землетрусів визначається виходячи із спостережень на сейсмічних станціях. Коливання ґрунту, що виникають під час землетрусів, реєструються спеціальними приладами — сейсмографами. Результатом запису сейсмографічних коливань є сейсмограма, на якій записуються поздовжні та поперечні хвилі. Спостереження за землетрусами здійснюються сейсмічною службою країни. Деякі дані землетрусів приведені у таблицях 3.1 та 3.2.

Т а б л и ц я 3.1. Узагальнені оцінки дії землетрусів

Діапазон магнітуди землетрусу за Ріхтером	Середнє число землетрусів на землі на рік	Тривалість сильних струсів ґрунту, с	Радіус району сильного струсу ґрунту, км
4,0 – 4,9	8000	0 – 5	0 – 15
5,0 – 5,9	900	2 – 15	5 – 30
6,0 – 6,9	140	10 – 30	20 – 80
7,0 – 7,9	15	20 – 50	50 – 120
8,0 – 8,9	–	30 – 90	80 – 160

Т а б л и ц я 3.2. Розрахункові значення зміщення ґрунту під час землетрусу

Інтенсивність землетрусу в балах (шкала MSK-64)	Прискорення зміщення ґрунту, см/с <sup>2</sup>	Швидкість зміщення ґрунту, см/с	Горизонтальне зміщення ґрунту, мм
VI	30 – 60	3 – 6	1,5 – 3
VII	61 – 120	6,1 – 12	3,1 – 6
VIII	121 – 240	12,1 – 24	6,1 – 12
IX	241 – 480	24,1 – 48	12,1 – 24

Землетруси поширені на земній поверхні дуже нерівномірно. Аналіз сейсмічних, географічних даних дає змогу визначити ті області, де слід чекати у майбутньому землетрусів і оцінити їх інтенсивність. У цьому полягає суть сейсмічного районування.

Карта сейсмічного районування — це офіційний документ, яким повинні керуватися організації, що займаються проектуванням.

Поки не вирішена проблема прогнозу, тобто визначення часу майбутнього землетрусу. Основний шлях до вирішення цієї проблеми — реєстрація «провісників» землетрусу — слабких попередніх поштовхів (форштоків), деформації земної поверхні, змін параметрів геофізичних полів та ін. Знання часових координат потенційного землетрусу багато в чому визначає ефективність заходів щодо захисту під час землетрусів.

У районах, що зазнають землетрусів, здійснюється сейсмостійке, або антисейсмічне будівництво. Це значить, що при проектуванні та будівництві ураховуються можливі дії на будівлі та споруди сейсмічних сил. Вимоги до об'єктів, що будуються у сейсмічних районах, встановлюються будівничими нормами і правилами (БНіП II-A, 12-69) та іншими документами. За прийнятою в Україні 12-бальною шкалою небезпечними для будівель та споруд вважаються землетруси, інтенсивність яких 7 балів та більше. Будівництво у районах із сейсмічністю, яка перевищує 9 балів, неекономічне. Тому, у правилах та нормах вказівки обмежені районами 7—9-бальної сейсмічності. Забезпечення повного збереження будівель під час землетрусів звичайно вимагає великих затрат на антисейсмічні заходи, а у деяких випадках практично нездійсненне. Враховуючи, що сильні землетруси відбуваються рідко, норми припускають можливість пошкодження елементів, які не становлять загрози для людей. Найсприятливішими у сейсмічному відношенні вважаються скельні ґрунти.

Сейсмостійкість споруд суттєво залежить від якості будівельних матеріалів та робіт. Методи розрахункової оцінки сейсмостійкості будівель мають приблизний характер. Тому норми вводять ряд обов'язкових конструктивних обмежень та вимог. До них відносяться, наприклад, обмеження розмірів будівель, що будуються у плані та по висоті. Для уточнень даних сейсмологічного районування проводиться сейсмологічне мікрорайонування, за допомогою якого інтенсивність землетрусів у балах, показана на картах, може бути скоректовано на  $\pm 1$  — 2 бали залежно від місцевих тектонічних, геоморфологічних та ґрунтових умов.

Землетрус — грізна стихія, яка не тільки руйнує міста, а й забирає тисячі людських життів.

Так, у 1908 р. землетрусом з магнітудою 7,5 зруйноване місто Мессаліна (Італія), загинуло більше 100 тис. людей. У 1923 р. катастрофічним землетрусом (магнітуда 8,2) з епіцентром на острові Хонсю (Японія) зруйнувало Токіо, Йокогаму, загинуло близько 150 тис. людей. У 1948 р. землетрусом зруйнований Ашхабад, магнітуда 7, сила 9 балів.

Іноді землетрусам передують грозові розряди у атмосфері, виділення метану із земної кори. Це так звані «провісники» землетрусів. Коливання, що виникають під час землетрусів можуть бути причиною вторинних ефектів у вигляді зсувів та селевих потоків, цунамі, снігових лавин, повеней, розломів у скельних породах, пожеж, жолоблення земної поверхні.

Проблема захисту від землетрусів стоїть дуже гостро. У ній необхідно розрізнити дві групи антисейсмічних заходів:

- а) запобіжні, профілактичні заходи, здійснювані до можливого землетрусу;
- б) заходи, здійснювані безпосередньо перед, під час та після землетрусу, тобто дії у надзвичайних ситуаціях.

До першої групи відноситься вивчення природи землетрусів, розкриття його механізму, ідентифікація провісників, розробка методів прогнозу тощо.

На основі досліджень природи землетрусу можуть бути розроблені методи запобігання та прогнозу цього небезпечного явища. Дуже важливо вибрати місця розташування населених пунктів та підприємств із урахуванням сейсмостійкості району.

Захист відстанню — найкращий засіб при вирішенні питань безпеки під час землетрусів. Якщо будівництво все-таки доводиться вести у сейсмонебезпечних районах, то необхідно ураховувати вимоги відповідних норм і правил (БНіП), що зводяться загалом до підсилення будівель та споруд.

Ефективність дій в умовах землетрусів залежить від рівня організації аварійно-рятувальних робіт та рівня навчання населення щодо цього питання а також ефективності системи повідомлення.

*Селі* — короткочасні бурхливі паводки на гірських річках, що мають характер грязекам'яних потоків. Причинами селів можуть бути землетруси, сильні снігопади, дощі, інтенсивне танення снігу.

Основна небезпека — велика кінематична енергія грязьових та водяних потоків, швидкість руху яких може досягати 15 км/год.

За потужністю селеві потоки поділяють на групи: потужні (винесення більше 100 тис. м<sup>3</sup> селевої маси), середньої потужності (від 10 до 100 тис. м<sup>3</sup>), слабкої потужності (менше 10 тис. м<sup>3</sup>). Селеві потоки виникають несподівано, швидко наростають і продовжуються звичайно від 1 до 3 год, іноді 6 – 8 год. Селі прогнозуються за результатами спостережень за минулі роки та за метеорологічними прогнозами.

До профілактичних заходів проти селів відносяться: гідротехнічні споруди (для затримки селів, для спрямування селів тощо), спускання талої води, закріплення рослинного шару на гірських схилах, лісосадильні роботи, регулювання рубки лісу та ін. У селенебезпечних створюються автоматичні системи повідомлення про селеву загрозу та розроблюються відповідні плани заходів.

*Снігова лавина* — це сніговий обвал, маса снігу, що падає чи сповзає із гірських схилів під впливом якої-небудь дії і захоплює на своєму шляху нові маси снігу. Однією із спонукальних причин лавини може бути землетрус. Снігові лавини поширені у гірських районах.

За характером руху лавини поділяються на схиліві (зсуви), лоткові та стрибаючі. Небезпека лавини полягає у великій кінетичній енергії маси лавини, що має величезну руйнівну силу. Лавини утворюються на безлісих схилах, крутизна яких має значення починаючи від 15° та більше. Оптимальні умови для утворення лавин на схилах у 30-40°. Коли крутизна більше 50° сніг осипається до підніжжя схилу і лавини не встигають сформуватися. Сходження лавини починається тоді, коли шар свіжого снігу, що випав, досягає 30 см, а старого – більше 70 см. Швидкість сходження лавини може досягати більше 100 м/с, а в середньому 20-30 м/с. Точний прогноз часу сходження лавин неможливий.

Є відомості про те, що в Європі кожного року лавини різного виду забирають у середньому близько 100 людських життів. Протилавинні профілактичні заходи поділяються на 2 групи: пасивні та активні. Пасивні способи полягають у використанні опорних споруд, дамб, лавинорізів, снігозатримувальних щитів, насадженні та відновленні лісу тощо.

Активні методи полягають у штучному провокуванні сходження лавини у заздалегідь вибраній час і за дотримання заходів безпеки. З цією метою виконується обстріл головних частин потенційних зривів лавини розривними снарядами або мінами, організовуються вибухи спрямованої дії, використовуються сильні джерела звуку.

У лавинонебезпечних регіонах можуть створюватися протилавинні служби, передбачається система повідомлення та розроблюються плани заходів для захисту від лавин.

*Виверження вулканів.* Сукупність явищ, пов'язаних із рухом магми у земній корі та на її поверхні називається вулканізмом.

*Магма* (від грец. *magma* — густа мазь) — це розплавлена маса переважно силікатного складу, що утворюється у глибинних зонах Землі. Досягаючи земної поверхні, магма виливається у вигляді лави.

Лава відрізняється від магми відсутністю газів, які звітрюються під час виверження. Вулкани (за ім'ям бога вогню Вулкана) являють собою геологічні утворення, що виникають над каналами та тріщинами у земній корі, по яким вивергається на земну поверхню магма. Звичайно вулкани являють собою окремі гори, сформовані продуктами вивержень.

Вулкани поділяються на діючі, сплячі та згаслі. До сплячих відносяться вулкани, про виверження яких нема відомостей, але вони зберегли свою форму і під ними відбуваються локальні землетруси.

Згаслі — це різні вулкани без якої-небудь вулканічної активності.

За механізмом зсувного процесу виділяють такі типи зсувів: зсув, видавлювання, гідравлічне винесення та ін.

За глибиною залягання поверхневого ковзання розрізняють зсуви: поверхневі — до 1 м, дрібні — до 5 м, глибокі — до 20 м, дуже глибокі — більше 20 м.

За потужністю залученої до процесу маси гірських порід зсуви поділяють на малі — до 10 тис. м<sup>3</sup>, середні — від 11 до 100 тис. м<sup>3</sup>, великі — від 101 до 1000 тис.м<sup>3</sup>, дуже великі — більше 1000 тис. м<sup>3</sup>.

За швидкістю руху зсуви бувають швидкі (час розвитку вимірюється секундами або хвилинами), середньої швидкості (хвилини, години), повільні (дні, роки).

Зсуви формуються, як правило, на ділянках, що складаються із водотривких та водоносних порід ґрунту, які чергуються між собою. Зсуви виникають внаслідок порушення рівноваги порід. Коли сили зчеплення на поверхні ковзання стають меншими складової сили тяжіння, маса починає рух. Небезпека зсувів полягає в тому, що величезні маси ґрунтів, що несподівано зсуваються, можуть призвести до руйнування будівель та споруд і великих жертв.

Збудниками зсувних процесів є землетруси, вулкани, будівельні роботи тощо. Попередження та захист від зсувів передбачає ряд пасивних та активних заходів.

До першої групи відносять заходи охоронно-обмежувального виду: заборона будівництва, виконання вибухових робіт, надрізання зсувних схилів. До активних заходів відносять улаштування різних інженерних споруд, підпірних стінок, рядів паль тощо. У небезпечних місцях передбачається система спостереження та повідомлення населення, а також дії відповідних установ з організації аварійно-рятувальних робіт.

## **2. ГІДРОСФЕРНІ НЕБЕЗПЕКИ**

До небезпек гідросфери відносяться *повені та цунамі*. Повіддям називають відносно тривале збільшення водоносності річок, супроводжуване підвищенням рівня води, яке повторюється щороку протягом одного й того самого сезону.

*Паводок* — порівняно короткочасне та неперіодичне підняття рівня води. Паводки, що відбуваються один за одним можуть утворити повіддя, а останнє — повінь.

*Повінь* — значне затоплення водою місцевості у результаті підйому рівня води у річці, озері або морі, який може бути викликаний різними причинами. Це найпоширеніша природна небезпека. Повінь відбувається через різке збільшення кількості води в річці, внаслідок танення снігу або льодовиків, розташованих у її басейні,



а також у результаті випадання сильних опадів. Повені нерідко викликаються загромодженням русла льодом під час льодоходу (затор) або закупорюванням русла внутрішнім льодом під нерухомим крижаним покривом і утворенням крижаної пробки, виникають під дією вітрів, які заганяють воду з моря і викликають підвищення рівня за рахунок затримки у гирлі принесеної річкою води. Ці повені називають *загінними*.

На морських узбережжях та островах повені можуть виникати у результаті затоплення хвилею, яка утворюється під час землетрусів, виверженнях вулканів, цунамі. Повені загрожують майже 3/4 земної поверхні. За даними ЮНЕСКО, від річкових повеней загинуло у 1947-67 рр. близько 200000 людей. Спеціалісти вважають, що людям загрожує небезпека, коли шар води досягає 1 м, а швидкість потоку перевищує 1 м/с. Підйом води на 3 м вже призводить до руйнування будівель. Повені постійно супроводжують людство і приносять велику матеріальну шкоду.

Дуже сильна повінь, яка сталася приблизно 5600 років тому у долині Тигру та Євфрату в Месопотамії, мала настільки серйозні наслідки, що знайшла відображення у Біблії як всесвітній потоп. Значна частина Голландії знаходиться нижче рівня моря. Тому тут здавна почали споруджувати дамби. У 1953 р. сталася сильна повінь, за якої рівень води досяг 4,6 м. Захисні споруди не витримали. Загинуло більше 18000 осіб. У 1957 р. було започатковане будівництво нових захисних споруд. Гамбург, віддалений на 100 км від гирла Ельби, періодично затоплюється у результаті штормових нагонів у Північному морі. У 1981 р. підйом води склав 5,8 м. Катастрофічні підйоми води у Темзі відбувалися багато разів за час існування Лондону і супроводжувалися людськими жертвами. Острова дельти Неви, на яких був заснований Санкт-Петербург, з 1703 р. більше 260 разів заливалися водою.

Але вітер не єдина причина повені. Іноді може бути повне безвітря, а повінь все рівно відбувається. Причиною таких повеней були довгі хвилі, що виникають на морі під впливом циклону. Довга хвиля зі швидкістю 50-60 км/ год рухається у Фінську затоку, стає більш високою на мілководді та у затоці, що звужується, і перешкоджає річковому стоку. За одночасної дії усіх можливих факторів підйом рівня води у дельті Неви може досягти 550 см. Загибель людей під час повені, велика матеріальна шкода, завдана нею, примушує людей вивчати ці явища та знаходити способи захисту від них.

Повені на річках за висотою підйому води, площі затоплення та величині збитків поділяються на 4 категорії: низькі (малі), високі (середні), видатні (великі) та катастрофічні. Існує класифікація повені за ознакою причин.

Частота повеней різна у різних регіонах. Низькі повені повторюються через 5—10 років, високі — через 20—25 років, видатні — через 50—100 років, катастрофічні не частіше одного разу на 100—200 років. Тривалість повеней від кількох до 80—90 днів.

Захист людей в умовах повеней включає повідомлення, евакуацію людей та інші заходи відповідно до планів боротьби із повенями та захисту населення.

Найефективніший спосіб боротьби із річковими повенями — регулювання річкового стоку шляхом створення водосховищ.

Для захисту від повеней у Голландії, Германії, Англії та інших країнах будують спеціальні захисні споруди. Для захисту від водяної стихії у дельті Неви будується захисний комплекс завдовжки більше 25 км у поперечнику, населений пункт Горська — Кронштадт — Ломоносов. У конструкції комплексу передбачені пропускні споруди для судноплавства, водопропускні споруди, кам'яні та земельні дамби, що піднімаються над гладінню затоки на 8 м.

*Цунамі* — це гравітаційні хвилі дуже великої довжини, які виникають у результаті зсуву вгору або вниз великих ділянок дна під час сильних підводних землетрусів, рідше вулканічних вивержень.

Через малу здатність води до стискання та через швидкість процесу деформації ділянок дна стовп води, що спирається на них, також пересувається, не встигаючи розтікатися. В результаті на поверхні води утворюється певне підвищення або зниження. Збурення, що утворилося, переходить у коливальний рух товщі води, що поширюється зі швидкістю, пропорційної квадратному кореню глибини моря (50—1000 км/год). Відстань між сусідніми гребенями хвиль знаходиться у межах 5—1500 км. Висота хвиль в області їх виникнення знаходиться у межах 0,1—5 м, біля узбережжя — до 10 м, а у клиноподібних бухтах, долинах річок — більше 50 м. У глиб суходолу цунамі можуть поширюватися до 3 км.

Відомо більше 1000 випадків цунамі, з них близько 100 із катастрофічними наслідками.

Основний район, де виявляються цунамі — узбережжя тихоого океану (80 % випадків), а також Атлантичний океан, і рідше Середземне море. Цунамі дуже швидко досягають берега. Маючи велику енергію, що досягає іноді  $10^{20}$  ерг, цунамі роблять великі руйнування і становлять загрозу для людей.

Надійного захисту від цунамі немає. Заходами із часткового захисту є спорудження хвилерізів, молів, насипів, садіння лісових смуг, улаштування гаваней. Цунамі не являє небезпеки для кораблів у відкритому морі.

Важливе значення для захисту населення від цунамі мають служби попередження про наближення хвиль, які працюють на засадах попереджувальної реєстрації землетрусів береговими сейсмографами.

### 3. АТМОСФЕРНІ НЕБЕЗПЕКИ

Газове середовище навколо Землі, що обертається разом з нею, називається *атмосферою*.

Склад її біля поверхні Землі: 78,1 нітрогену, 21% кисню, 0,9 % аргону, у незначних частках відсотка оксиду карбону, водень, гелій, неон та інші гази. У нижніх 20 км тримається водяна пара (3 % у тропічному кліматі,  $2 \cdot 10^{-5}$  % у Антарктиді). На висоті 20-25 км розташований шар озону, який запобігає дії шкідливого короткохвильового випромінювання на організми на Землі. Вище 100 км молекули газів розпадаються на атоми та іони, утворюючи іоносферу.

Залежно від розподілу температури атмосферу поділяють на *тропосферу*, *стратосферу*, *мезосферу*, *термосферу*, *екзосферу*.

Нерівномірність нагрівання сприяє загальній циркуляції атмосфери, яка впливає на погоду та клімат Землі. Атмосферний тиск розподіляється нерівномірно, що призводить до руху повітря відносно Землі від високого тиску до низького. Цей рух називається *вітром*. Область зниженого тиску в атмосфері з мінімумом у центрі називається *циклоном*.

Циклон у поперечнику досягає кількох тисяч кілометрів. У Північній півкулі вітри у циклоні дмуть проти годинникової стрілки, а у Південній — за годинниковою. Погода під час циклону переважає хмарна, із сильними вітрами.

*Антициклон* — це область підвищеного тиску в атмосфері, з максимумом у центрі. Поперечник антициклону складає кілька тисяч кілометрів. Антициклон характеризується системою вітрів, що дмуть за годинниковою стрілкою у Північній півкулі, та проти — у

Південній, малохмарною і сухою погодою та слабкими вітрами. В атмосфері мають місце наступні електричні явища: *іонізація повітря, електричне поле атмосфери, електричні заряди хмар, струми та розряди.*

У результаті природних процесів, які відбуваються в атмосфері, на Землі спостерігаються явища, які являють безпосередню небезпеку або утруднюють функціонування систем людини. До таких атмосферних небезпек відносяться *тумани, ожеледиця, блискавки, урагани, бурі, смерчі, град, заметілі, Торнадо, зливи тощо.*

*Ожеледиця* — шар щільного льоду, який утворюється на поверхні землі та предметах (проводах, конструкціях) при замерзанні на них переохолоджених крапель туману або дощу.

Звичайно ожеледиця спостерігається за температури повітря від 0 до — 3 °С, але іноді також за більш низьких. Кірка намерзлого льоду може досягати товщини кількох сантиметрів. Під дією ваги льоду можуть руйнуватися конструкції, ламатися сучки. Ожеледь підвищує небезпеку для руху транспорту та людей.

*Туман* — скупчення дрібних водяних крапель або крижаних кристалів, або і тих і інших у приземному шарі атмосфери (іноді до висоти кількох сотень метрів), що зменшує горизонтальну видимість до 1 км і менше.

У дуже густих туманах видимість може погіршуватися до кількох метрів. Тумани утворюються в результаті конденсації або сублімації водяної пари на аерозольних (рідких або твердих) частках, що містяться в повітрі (так званих ядрах конденсації). Туман із водяних крапель спостерігається, головним чином, при температурах повітря вище — 20 °С. При температурі нижче — 20 °С переважають льодяні тумани. Більшість крапель туману має радіус 5—15 мкм за додатної температури повітря та 2—5 мкм — за від'ємної температури. Кількість крапель у 1 см<sup>3</sup> повітря коливається від 50—100 у слабких туманах і до 500—600 у щільних. Тумани, за їх фізичним генезисом поділяються на тумани охолодження та тумани випаровування.

За синоптичними умовами утворення відрізняють тумани внутрішньо-масові, що формуються в однорідних повітряних масах та тумани фронтальні, поява яких пов'язана із фронтами атмосферними. Переважають тумани внутрішньо-масові. У більшості випадків це тумани охолодження, до того ж їх поділяють на радіаційні та утворені адвекцією. Радіаційні тумани утворюються над суходолом за умови зменшення температури внаслідок радіаційного охолодження земної поверхні, а від неї і повітря. Найчастіше вони утворюються у антициклонах. Тумани, утворені адвекцією, утворюються внаслідок охолодження теплом вологого повітря під час його руху над більш холодною поверхнею суходолу або води. Тумани, утворені адвекцією, розвиваються як над суходолом, так і над морем, найчастіше у теплих секторах циклонів. Ці тумани стійкіші, ніж радіаційні.

Фронтальні тумани утворюються поблизу атмосферних фронтів і пересуваються разом з ними. Тумани перешкоджають нормальній роботі усіх видів транспорту. Прогноз туманів має велике значення для безпеки.

*Град* — вид атмосферних опадів, що складаються із сферичних частинок або шматочків льоду (градин) розміром від 5 до 55 мм, зустрічаються градини діаметром 130 мм та масою близько 1 кг. Густина матеріалу градин 0,5—0,9 г/см<sup>3</sup>. З 1 хв на 1 м<sup>2</sup> падає 500—1000 градин. Тривалість випадання граду звичайно 5—10 хв, дуже рідко — до 1 год.

Розроблені радіологічні методи визначення наявності та небезпечності граду хмар, створені оперативні служби для боротьби з градом. Боротьба із градом ґрунтується на принципі введення за допомогою ракет або снарядів у хмару реагенту (звичайно

йодистого свинцю або йодистого срібла), який сприяє заморожуванню переохолоджених крапель. У результаті з'являється величезна кількість штучних центрів кристалізації. Тому градини утворюються менших розмірів і вони встигають розтанути ще до падіння на Землю.

*Грім* — звук в атмосфері, що супроводжує розряд блискавки. Викликається коливаннями повітря під впливом миттєвого підвищення тиску на шляху блискавки.

*Блискавка* — це гігантський електричний іскровий розряд в атмосфері, що проявляється звичайно яскравим спалахом світла та супроводжується громом.

Найчастіше блискавки виникають у купчасто-дощових хмарах. У розкриття природи блискавки внесли внесок американський фізик Б. Франклін (1706—90), російські вчені М.В. Ломоносов (1711—54) та Г. Ріхман (1711—53), який загинув від удару блискавки під час випробувань атмосферної електрики. Блискавки поділяються на внутрішньохмарні, тобто ті, що проходять у самих грозових хмарах, і наземні, тобто ті, що б'ють у землю. Процес розвитку наземної блискавки складається з кількох стадій.

На першій стадії у зоні, де електричне поле досягає критичного значення, починається ударна іонізація, створювана спочатку вільними електронами, завжди наявними в невеликій кількості у повітрі, які під дією електричного поля набувають значних швидкостей за напрямком до Землі і, стикаючись з атомами повітря, іонізують їх. Таким чином виникають електронні лавини, які переходять у нитки електричних розрядів – стримери, що являють собою канали з високою електропровідністю, котрі поєднуються і дають початок яскравому термоіонізованому каналу із високою провідністю – східчастому лідеру.

Рух лідера до земної поверхні відбувається сходами у кілька десятків метрів зі швидкістю  $\approx 5 \cdot 10^7$  м/с, після чого її рух припиняється на кілька десятків мкс, а світіння сильно слабшає. У наступній стадії лідер знову просувається на кілька десятків метрів, яскраве світіння при цьому охоплює усі пройдені сходи. Потім знову йде зупинка та послаблення світіння. Ці процеси повторюються під час руху лідера до поверхні землі із середньою швидкістю  $2 \cdot 10^5$  м/с. В міру просування лідера до Землі напруженість поля на його кінці посилюється і під його дією із виступаючих на поверхні Землі предметів викидається відповідний стример, що з'єднується з лідером.

На цьому явищі ґрунтується створення блискавководу. У заключній стадії по іонізованому лідером каналу (рис.6) йде зворотний або головний розряд блискавки, що характеризується струмами від десятків до сотень тисяч ампер, сильної яскравості та великою швидкістю просування  $\approx 10^8 \dots 10^7$  м/с. Температура каналу під час головного розряду може перевищувати  $25000$  °С, довжина каналу блискавки 1—10 км, діаметр — кілька сантиметрів. Такі блискавки називаються затяжними. Вони найчастіше бувають причиною пожеж. Звичайно блискавка складається з кількох повторних розрядів, загальна тривалість яких може перевищувати 1 с. Внутрішньохмарні блискавки містять у собі тільки лінійні стадії, їх довжина становить від 1 до 150 км. Імовірність ураження блискавкою наземного об'єкта росте в міру збільшення його висоти та із збільшенням електропровідності ґрунту. Ці обставини враховуються під час улаштування блискавководу. На відміну від небезпечних блискавок, які називають *лінійними*, існують *кульові* блискавки, які нерідко утворюються вслід за ударом лінійної блискавки. Лінійна та кульова блискавки можуть бути причиною важких травм та загибелі людей. Удари блискавки можуть супроводжуватися руйнуваннями, викликаними її термічними та електродинамічними діями.

Найбільші руйнування викликають удари блискавок у наземні об'єкти за відсутності хороших струмопровідних шляхів між місцем удару та Землею. Від електричного

пробою у матеріалі утворюються вузькі канали, у яких створюється дуже висока температура і частина матеріалу випаровується з вибухом та наступним запалюванням. Поруч із цим можливе виникнення великих різниць потенціалів між окремими предметами усередині будівлі. Це може бути причиною ураження людей електричним струмом. Дуже небезпечні прямі удари блискавкою у повітряні лінії із дерев'яними опорами, тому що при цьому можуть виникати розряди з проводів та апаратури (телефон, вимикачі) на землю та інші предмети. Це може призвести до пожеж і ураження людей електричним струмом. Прямі удари блискавки у високовольтні лінії можуть бути причиною коротких замикань. Небезпечне попадання блискавки у літаки. Під час удару блискавки у дерево можуть бути уражені люди, які перебувають поблизу нього.

Розряди атмосферної електрики здатні викликати вибухи, пожежі та руйнування будівель і споруд. Це призвело до необхідності розробки спеціальної системи захисту від блискавок.

*Захист від блискавок* — комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, цілості будівель і споруд, обладнання та матеріалів від розрядів блискавки.

Блискавка здатна діяти на будівлі та споруди прямими ударами (первинна дія), які викликають безпосереднє пошкодження і руйнування, і вторинними діями — за допомогою явищ електростатичної й електромагнітної індукції. Високий потенціал, створюваний розрядами блискавки може заноситися у будівлі також по повітряних лініях та різних комунікаціях. Канал головного розряду блискавки має температуру 20000 °C і вище, яка викликає пожежі та вибухи у будівлях і спорудах.

Будівлі та приміщення підлягають захисту від блискавок відповідно до БН 305-77. Вибір захисту залежить від призначення будівлі або споруди, інтенсивності грозової діяльності у розгляданому регіоні і очікуваної кількості уражень об'єкта блискавкою, що припадає на рік.

Інтенсивність грозової діяльності характеризується середньою кількістю грозових годин на рік  $n_r$  або числом грозових днів на рік  $n_d$ . Визначають її за допомогою відповідної карти, приведеної в БН 305-77, для конкретного району.

Застосовують і узагальненіший показник – середня кількість ударів блискавки на рік ( $n$ ) на 1 км<sup>2</sup> поверхні Землі, який залежить від інтенсивності грозової діяльності:

Інтенсивність грозової діяльності, кількість/рік	10-20	20-40	40-60	60-80	80 та більше
$n$	1	3	6	9	12

Очікувану кількість уражень блискавкою на рік будівель та споруд  $N$  не обладнаних захистом від блискавок, визначають за формулою:

$$N = (S + 6h_x) \cdot (L + 6h_x) \cdot 10^{-6},$$

де  $S$  та  $L$  — відповідно ширина та довжина будівлі (споруди), що потребує захисту, яка має у плані прямокутну форму, м, для будівель складної конфігурації при розрахунку  $N$  у якості  $S$  та  $L$  приймають ширину та товщину найменшого прямокутника, у який можна вписати будівлю на плані;  $h_x$  – найбільша висота будівлі (споруди), м;  $n$  – середньорічна кількість ударів блискавки у 1 км<sup>2</sup> земної поверхні у місці розташування будівлі.

Для димарів, водонапірних веж, щогл, дерев очікувану кількість ударів блискавки в рік визначають за формулою:

$$N = 9 \cdot 10^{-6} h^2,$$

У незахищену від блискавки лінію електропередачі довжиною  $L$  км із середньою висотою підвісу проводів  $h_{cp}$  кількість ударів блискавки за рік складає за припущення, що небезпечна лінія поширюється від осі лінії в обидва боки на  $3 h_{cp}$

$$N = 0,42 \cdot 10^{-3} L h_{cp} n_r$$

Залежно від імовірності викликаної блискавкою пожежі або вибуху, виходячи із масштабів можливих руйнувань або збитку, нормами встановлені три категорії улаштування захисту від блискавок.

У будівлях та спорудах, віднесених до I категорії захисту від блискавки, довгий час зберігаються і систематично виникають вибухонебезпечні суміші газів, пари та пилу, переробляються або зберігаються вибухові речовини. Вибухи у таких будівлях, як правило, супроводжуються значними руйнуваннями і людськими жертвами.

У будівлях та спорудах II категорії захисту названі вибухонебезпечні суміші можуть виникнути тільки в момент виробничої аварії або несправності технологічного обладнання, вибухонебезпечні речовини зберігаються у надійній упаковці. Попадання блискавки у такі будівлі, як правило, супроводжується значно меншими руйнуваннями та жертвами.

У будівлях та спорудах III категорії від прямого удару блискавки може виникнути пожежа, механічні руйнування та ураження людей. До цієї категорії відносяться виробничі приміщення, димові труби, водонапірні башти тощо.

Будівлі та споруди, які відносяться за улаштуванням до I категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, електростатичної та електромагнітної індукції та виникнення високих потенціалів внаслідок контакту з надземними та підземними металевими комунікаціями по всій території України.

Будівлі та споруди II категорії захисту повинні бути захищені від прямих ударів блискавки, вторинних її дій та від виникнення високих потенціалів в комунікаціях тільки у місцевостях із середньою інтенсивністю грозової діяльності  $n_r = 10$ .

Будівлі та споруди, віднесені за будовою захисту від блискавок до III категорії, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки та виникнення високих потенціалів внаслідок контакту з наземними металевими комунікаціями у місцевостях із грозовою діяльністю 20 год. на рік та більше. Будівлі захищаються від прямих ударів блискавки блискавковідводами. *Зоною захисту блискавковідводу* називають частину простору прилеглу до блискавковідводу, усередині якого будівля або споруда захищена від прямих ударів блискавки із певним ступенем надійності.

*Блискавковідводи* складаються із приймачів блискавки, що приймають на себе розряд блискавки, заземлювальних пристроїв, які призначені для відведення струму блискавки у землю, та відведень струму, що з'єднують приймачі блискавки із заземлювальними пристроями.

Блискавковідводи можуть розташовуватися окремо або встановлюватися безпосередньо на будівлі або споруді. За типом приймача блискавки їх поділяють на стержневі, тросові та комбіновані. Залежно від кількості діючих на одній споруді блискавковідводів, їх поділяють на одиночні, подвійні та багатократні.

*Приймачі стержневих блискавковідводів* роблять із сталевих стержнів різних розмірів та форм перерізу. Мінімальна площа перерізу приймача блискавки —  $100 \text{ мм}^2$ . Цьому відповідає круглий переріз стержня діаметром 12 мм, штабова сталь  $35 \times 3$  мм або газова труба зі сплющеним кінцем.

Приймачі блискавки тросових блискавковідводів виконують із сталевих багатодрових тросів перерізом не менше  $35 \text{ мм}^2$  (діаметр 7 мм).

У якості приймачів блискавки можна використовувати також металеві конструкції споруд, які потрібно захищати — димарі та інші труби, дефлектори (якщо вони не мають викидів горючої пари та газів), металеву покрівлю та інші металоконструкції, що піднімаються над будівлею.

*Відведення струму* роблять із сталльної проволочки перерізом 25-35 мм<sup>2</sup>, діаметром не менше 6 мм, сталі квадратного або іншого профілю. У якості відведень струму можна використовувати металеві конструкції будівель та споруд, що захищені блискавковідводом (колони, ферми, пожежні драбини, металеві напрямні ліфтів тощо), крім попередньо напруженої арматури залізобетонних конструкцій. Відведення струму потрібно прокладати найкоротшими шляхами до заземлювальних пристроїв. З'єднання відведень струму із приймачами струму та заземлювальними пристроями повинно забезпечити безперервність електричного зв'язку у з'єднаних конструкціях. Це звичайно забезпечується зварюванням. Відведення струму потрібно розташовувати на такій відстані від входів у будівлю, щоб до них не могли торкатися люди. Таке розташування запобігає ураженню струмом блискавки.

*Заземлювачі відведень струму* встановлюють для відведення струму блискавки у землю, і від їх правильної та якісної будови залежить ефективна робота захисту від блискавок.

Конструкція заземлювача приймається залежно від імпульсного опору, що вимагається із урахуванням питомого опору та зручності його укладення у ґрунті. Для забезпечення безпеки людей рекомендується огорожувати заземлювачі або під час грози не допускати людей до заземлювачів на відстані менше 5—6 м. Заземлювачі потрібно розташовувати на відстані від доріг, тротуарів тощо.

*Ураган* — це циклон, у якого тиск у центрі дуже низький, а вітри досягають великої і руйнівної сили. Швидкість вітру може досягати 25 км/год. Іноді урагани на суходолі називають *бурею*, а на морі — *штормом, тайфуном*.

Урагани являють собою явище морське і найбільші руйнування від них бувають поблизу узбережжя. Але вони можуть проникати і далеко на суходіл. Урагани можуть супроводжуватися сильними дощами, повенями, у відкритому морі утворюють хвилі висотою більше 10 м, штормовими нагонами. Особливою силою відрізняються тропічні урагани, радіус вітрів яких може перевищувати 300 км.

Урагани — явище сезонне. Щорічно на Землі розвивається у середньому 70 тропічних циклонів. Середня тривалість урагану близько 9 днів, максимальна — 4 тижні.

*Буря* — це дуже сильний вітер, який призводить до великого хвилювання на морі і до руйнувань на суходолі. Буря може спостерігатися під час проходження циклону, смерчу.

Швидкість вітру біля земної поверхні перевищує 20 м/с і може досягати 100 м/с. У метеорології застосовується термін «шторм», а за швидкості вітру більше 30 м/с — ураган. Короткочасні посилення вітру до швидкостей 20-30 м/с називаються *шквалами*.

*Смерч* — це атмосферний вихор, що виникає у грозовій хмарі а потім поширюється у вигляді темного рукава або хоботу за напрямком до поверхні суходолу та моря.

У верхній частині смерч має схоже на лійку розширення, що зливається з хмарами. Коли смерч спускається до земної поверхні, нижня частина його теж іноді стає розширеною, нагадуючи перекинуту лійку. Висота смерчу може досягати 800-1500 м. Повітря у смерчі обертається і одночасно піднімається по спіралі уверх, втягуючи пил або воду. Швидкість обертання може досягати 330 м/с. У зв'язку з тим, що всередині вихору тиск зменшується, відбувається конденсація водяної пари. За наявності пилу та води смерч стає видимим.

Діаметр смерчу над морем вимірюється десятками метрів, над суходолом — сотнями метрів.

Смерч виникає звичайно у теплому секторі циклону і рухається разом із циклоном зі швидкістю 10—20 м/с. Смерч проходить шлях завдовжки від 1 до 40—60 км. Супроводжується грозою, дощем, градом та, якщо досягає поверхні Землі, майже завжди робить великі руйнування, усмоктує у себе воду і предмети, що зустрічаються на його шляху, піднімає їх високо уверх і переносить на великі відстані. Предмети у кілька сотень кілограмів легко піднімаються смерчем і переносяться на десятки метрів. Смерч на морі являє собою небезпеку для кораблів. Смерчі над суходолом називаються *тромбами*, у США їх називають *торнадо*.

Так само як урагани, смерчі розпізнають із супутників погоди. Для візуальної оцінки сили (швидкості) вітру у балах за його дією на наземні предмети або за хвилюванням на морі англійський адмірал Ф. Бофорт у 1806 р. розробив умовну шкалу, яка після змін та уточнень у 1963 р. була прийнята Всесвітньою метеорологічною організацією і широко застосовується у синоптичній практиці. Швидкість вітру за шкалою Бофорта змінюється від 0-0,2 (Штиль) до 32,7 м/с (Ураган).

#### 4. КОСМІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ

**Космос** — це світовий простір, що впливає на живі організми на Землі. Розглянемо деякі небезпеки, що загрожують людині із Космосу.

*Астероїди* — це малі планети, діаметр яких коливається у межах 1-1000 км. Нині відомо близько 300 космічних тіл, які можуть перетинати орбіту Землі. Всього за прогнозами астрономів у Космосі існує приблизно 300 тис. астероїдів та комет.

Зустріч нашої планети з такими небесними тілами являє собою серйозну небезпеку для всієї біосфери. Розрахунки показують, що удар астероїда діаметром близько 1 км супроводжується виділенням енергії, що у десятки разів перевищує весь існуючий на Землі ядерний потенціал. Енергія одного удару оцінюється величиною  $\approx 10^{23}$  ерг.

У 1994 р. відбулася унікальна астрономічна подія: осколки комети Шумейкера-Леві зіштовхнулися з Юпітером. Вона нагадала усім про існування проблеми кометної небезпеки і небезпеки астероїдів. Імовірність зіткнення астероїдів із Землею оцінюється  $\approx 10^{-5}$  —  $10^{-8}$ . Тому у багатьох країнах ведуться роботи з проблем небезпеки астероїдів і техногенного засмічення космічного простору, які направлені на прогнозування і попередження зіткнення масивних тіл із Землею.

Основним засобом боротьби із астероїдами і кометами, що наближаються до Землі є ракетно-ядерна технологія. Залежно від розмірів небезпечних космічних об'єктів (НКО) і використаних для їх виявлення інформаційних засобів час на організацію протидії може змінюватися у широких межах від кількох діб до кількох років. Із урахуванням операцій на виявлення, уточнення траєкторії і характеристик НКО, а також час підльоту засобів перехвату потрібна дальність виявлення НКО повинна складати 150 млн км від Землі.

Передбачається розробити систему планетарного захисту від астероїдів і комет, яка ґрунтується на двох принципах захисту, а саме: зміна траєкторії НКО або руйнування його на кілька частин. Тому на першому етапі розробки системи захисту Землі від метеоритної небезпеки та від небезпеки астероїдів передбачається створити службу спостереження за станом з таким розрахунком, щоб виявляти об'єкти розміром близько 1 км за рік — два до його підльоту до Землі. На другому етапі необхідно розрахувати його траєкторію і проаналізувати можливість зіткнення із Землею. Якщо імовірність такої події велика, то необхідно приймати рішення по знищенню або зміні траєкторії цього



небесного тіла. З цією метою передбачається використати міжконтинентальні балістичні ракети з ядерною боеголовкою. Сучасний рівень космічних технологій дає змогу створити такі системи перехоплення.

Тіла розміром близько 100 м можуть з'явитися у безпосередній близькості до Землі досить зненацька. У цьому випадку уникнути зіткнення шляхом зміни траєкторії практично нереально. Єдина можливість запобігти катастрофі — це зруйнувати тіла на кілька дрібних фрагментів.

Величезний вплив на земне життя робить сонячна радіація. Сонячна радіація є потужним оздоровчим і профілактичним фактором. Розподіл сонячної радіації на різних широтах служить важливим показником, що характеризує різні кліматогеографічні зони, що враховується у гігієнічній практиці під час вирішення різних питань, пов'язаних із містобудуванням, тощо.

Уся сукупність біохімічних, фізіологічних реакцій, що протікають за участю енергії світла, носить назву *фотобіологічних* процесів. Фотобіологічні процеси в залежно від їх функціональної ролі можуть бути умовно розділені на три групи.

Перша група забезпечує синтез біологічно важливих сполук (наприклад, фотосинтез). До другої групи відносяться фотобіологічні процеси, які служать для отримання інформації і дає змогу орієнтуватися в навколишньому середовищі (зір, фототаксис, фотоперіодизм). До третьої групи входять процеси, що супроводжуються шкідливими для організму наслідками (наприклад, руйнування білків, вітамінів, ферментів, поява шкідливих мутацій, онкогенний ефект). Відомі стимулюючі ефекти фотобіологічних процесів (синтез пігментів, вітамінів, фотостимуляція клітинного складу). Активно вивчається проблема фотосенсибілізуючого ефекту. Вивчення особливостей взаємодії світла з біологічними структурами створило можливість для використання лазерної техніки у офтальмології, хірургії тощо.

Найактивнішою у біологічному відношенні є ультрафіолетова частина сонячного спектру, яка біля поверхні Землі представлена потоком хвиль у діапазоні від 290 до 400 нм. Інтенсивність ультрафіолетового випромінювання біля поверхні Землі не завжди стала і залежить від географічної широти місцевості, пори року, стану погоди, ступеню прозорості атмосфери. За хмарної погоди інтенсивність ультрафіолетового випромінювання біля поверхні Землі може знижуватись до 80 %; за рахунок запиленості атмосферного повітря це зниження складає від 11 до 50 %.

Бактерицидна дія штучного ультрафіолетового випромінювання використовується також для знезаражування питної води. При цьому органолептичні властивості води не змінюються, в неї не вносяться сторонні хімічні речовини.

Однак дія ультрафіолетового випромінювання на організм і навколишнє середовище не обмежується лише сприятливим впливом. Відомо, що надмірне сонячне опромінювання приводить до розвитку вираженої еритеми з набряком шкіри і погіршенням стану здоров'я. Найчастішим ураженням очей при дії ультрафіолетових променів є фотоофтальмія. У цих випадках виникає гіперемія кон'юнктиви, з'являються блефароспазм, слъзотечія і світлобоязнь. Подібні ураження зустрічаються за рахунок відбивання променів Сонця від поверхні снігу в арктичних і високогірних районах («снігова сліпота»). Відомий фотосенсибілізуючий ефект у осіб, особливо чутливих до дії ультрафіолетових променів, під час роботи з кам'яновугільним пеком. Підвищення чутливості до ультрафіолетових променів спостерігається у хворих із свинцевою інтоксикацією, у дітей, що перенесли кір, тощо.

За останні роки в спеціальній літературі висвітлюється питання про підвищення частоти виникнення раку шкіри у осіб, що постійно зазнають надмірного сонячного

опромінення. Як аргумент приводяться дані про велику частоту випадків раку шкіри в південних районах порівняно з розповсюдженням його на півночі.

Довгохвильова частина сонячного спектра представлена інфрачервоним випромінюванням. За біологічною активністю інфрачервоні промені діляться на короткохвильові з діапазоном хвиль від 760 до 1400 нм і довгохвильові з діапазоном хвиль від 1500 до 25000 нм. Інфрачервоне випромінювання справляє на організм теплову дію. Чим коротша довжина хвиль, тим глибше проникнення їх у тканини, але суб'єктивне відчуття тепла і почуття жару менш виражені. Навпаки, довгохвильове інфрачервоне випромінювання поглинається переважно поверхневими шарами шкіри, де зосереджені терморцептори; почуття жару при цьому виражене. Найнесприятливіший вплив інфрачервоного випромінювання проявляється у виробничих умовах, де його потужність може у багато разів перевищувати рівень, можливий у природних умовах. Відмічено, що у робітників гарячих цехів, складувів, що мають контакт з потужними потоками інфрачервоного випромінювання, знижується електрична чутливість ока, збільшується прихований період зорової реакції тощо. Інфрачервоні промені за тривалої дії викликають і органічні зміни органа зору. Інфрачервоні випромінювання з довжиною хвилі 1500—1700 нм досягає роговиці і передньої камери ока; коротші промені з довжиною хвилі до 1300 нм проникають до кришталика, у тяжких випадках можливий розвиток теплової катаракти. Зрозуміло, що ця дія можлива лише при відсутності належних заходів захисту робітників. Тому одним з найважливіших завдань санітарного лікаря на відповідних підприємствах являється попередження виникнення захворювань, пов'язаних з несприятливим впливом інфрачервоного випромінювання.

## 5. БІОЛОГІЧНІ НЕБЕЗПЕКИ

### 5.1. Загальні відомості

Світ навколо людини ділиться на живий та неживий. Відмітною особливістю живих об'єктів є їх здатність рости та розмножуватися. Біологічними (біо від грец. *bios* - життя) називаються небезпеки, що походять від живих об'єктів.

Всі об'єкти живого світу можна умовно розділити на кілька груп; а саме мікроорганізми (*Protista*), гриби (*Fundi*, *Mycetes*), рослини (*Plantae*), тварини (*Ansmalia*), люди (*Homo sapiens*).

Комплексна наука про живу природу називається *біологією*. Предметом вивчення біології є життя у всіх його проявах

Живий світ дуже різноманітний. Але є одна загальна дуже важлива властивість усіх живих істот — це їх клітинна будова. Клітини — це цеглинки, з яких складаються всі живі істоти, їх тканини, органи та організми в цілому.

**Клітина** — це найменша форма організованої живої матерії, здатна у середовищі та умовах, які підходять для неї, існувати самостійно. Клітинну будову живих об'єктів відкрив англієць Роберт Гук у 1665 р.

Рослини, тварини, люди є багатоклітинними, а мікроорганізми, як правило, істоти одноклітинні.

Між різними живими істотами іде постійна боротьба. У цій боротьбі людина не завжди виходить переможцем.

Носіями, або субстратами, біологічних небезпек є всі середовища життя (повітря, вода, ґрунт), рослинний і тваринний світ, самі люди, штучний світ, створений людиною та інші об'єкти.

Біологічні небезпеки можуть справляти на людину різну дію — механічну, хімічну, біологічну та ін.

Наслідком біологічних небезпек є різні хвороби, травми різної важкості, у тому числі смертельні.

Виходячи з принципу доцільності, домінуючого у природі, можна стверджувати, що всі живі істоти виконують певну призначену їм роль. Але по відношенню до людини деякі з них є небезпеками.

Знання біологічних небезпек — це одна з умов успішного захисту людини від небезпек взагалі та біологічних, зокрема.

У кожній групі живих істот розрізняють кілька типів, що поділяються на загони; в загонах — кілька класів; у кожному класі — кілька порядків; останні поділяються на родини, що складаються з рядів, а ряди поділяються на види.

Кожен живий об'єкт має свою назву, яка складається з двох слів. Перше слово, що пишеться з великої літери, означає назву роду даного організму, а друге є його видовим елементом. Таку бінарну номенклатуру ввів шведський вчений Карл Лінней. Наприклад, бацила туберкульозу носить наукову назву *Mycobacterium tuberculosis*, дріжджі — *Saccharomyces cerevisiae*, бацила правця — *Clostridium Tetani*.

Деякі мікроби нагадують своїми діями тварин, інші — рослин. Щоб зрозуміти суть та характер біологічних небезпек, розглянемо докладніше кожен групу живих істот.

## 5.2. Мікроорганізми

*Мікроорганізми* — це найменші, здебільшого одноклітинні істоти, яких можна побачити тільки у мікроскоп, характеризуються величезною різноманітністю видів, здатних існувати у різних умовах. Мікроорганізми виконують корисну роль у круговороті речовин у природі, використовуються у харчовій та мікробіологічній промисловості, при виробництві пива, вин, ліків.

Деякі види мікроорганізмів є хвороботворними, або патогенними. Вони викликають хвороби рослин, тварин та людини. Такі хвороби як проказа, чума, тиф, холера, малярія, туберкульоз та багато інших у далекі часи забирали тисячі життів, сіючи забобони та страх серед населення. Людство довгий час не знало, що ці хвороби викликаються мікроорганізмами. Не було і засобів боротьби із заразними хворобами. Тому інфекційні захворювання людини іноді набували масового розповсюдження, яке називається епідемією, або пандемією.

Широке розповсюдження заразних хвороб тварин називається *епізоотією*, а рослин — *епіфітомією*.

Людство наполегливо шукало розгадку страшних хвороб. Давньогрецький учений Демокріт (460—370 до н.е.) висловлював думку, що хвороби викликаються дрібними організмами, які проникають у тіло людини та тварин. Це геніальне передбачення підтвердилося лише більше 2000 років після того.

Гіппократ (460—377 рр. до н.е.) вніс значний вклад у вчення про походження хвороб, створивши теорію хвороботворних «міазмів».

Арістотель (384—322 рр. до н.е.) справедливо твердив, що сказ передається через укус скажених собак.

Гіппократівську теорію «міазмів» підтримав і самий видатний римський лікар Клавдій Гелен (130—200 рр. до н.е.).

Славний швейцарський лікар Парацельс (1493 — 1541 рр.) вважав, що збудниками заразних хвороб є живі істоти. У своїх працях він часто використовує слово «вірус».

Видатний італійський лікар Джироламо Фракастро (1478 — 1553 рр.) також припускав, що збудниками хвороб є особливі організми, які дуже швидко розмножуються. Фракастро описав ряд захворювань тварин: ящур, сап, віспу овець та ін.

У 1348 — 1350 рр. від епідемії чуми загинуло 7,5 млн людей, тобто майже половина населення, яке мешкало в той час на території Європи. Під час епідемії чуми (1364 р.) у Москві живими залишилося так мало людей, що вони не могли поховати мертвих. Протягом усього середньовіччя віспа, бактеріальна дизентерія, висипний тиф, проказа та грип завдавали великої шкоди населенню. Спустошливий характер носили й епізодичні хвороби, під час яких гинули мільйони тварин. У багатьох містах Європи встановлені пам'ятники загиблим під час епідемій.

З давніх часів і до 17 ст. ученими різних країн і народів було висловлено багато ідей про причини інфекційних захворювань і способи боротьби з ними. Серед них були й геніальні здогади, про які сказано вище, а також забобони та схоластика.

У 17 ст. в науці з'являються дві антисхоластичні течії: емпіризм та раціоналізм. Корифеєм першого був Френсіс Бекон (1561 — 1626), другого — Рене Декарт (1596 — 1650). Представники цих течій були повні рішучості розбити схоластичні канони, понад усе відшукати істину шляхом досліджень та експериментів. Наука ставала на міцний фундамент. У цей час були закладені основи сучасної науки. Саме в той період починається ера великих відкриттів у біології, що мають відношення до розгляданої проблеми біологічних небезпек.

*Відкриття Левенгука.* Як відомо, багато вчених давнини висловлювали ідею про існування дрібних живих істот, що проникають в організм і викликають захворювання. Але ніхто цих істот не бачив. Уперше вдалося побачити бактерії голландцю Антоні ван Левенгуку. Це сталося у 1676 р. Відомо, що перший мікроскоп був побудований у 1590 році З. Янсенем (Нідерланди). Близьку використовував мікроскоп у дослідженнях Р. Гук, який відкрив клітинну будову тканин. Левенгук (1632—1723) відкрив бактерії випадково, займаючись іншою проблемою. Його дуже зацікавили побачені живі істоти, які він назвав «звірятками». Він присвятив вивченню мікроорганізмів більше 50 років свого життя, вивчаючи форму та розміри бактерій.

*Мікробіологія. Випадкове відкриття Левенгука стало початком нової науки — мікробіології. Її основоположником визнається французький учений Луї Пастер (1822 — 1895). За освітою Пастер був хіміком. Захоплюючись біологією, він установив, що кожне інфекційне захворювання виникає в результаті патогенної діяльності особливого виду мікробів і запропонував способи боротьби з ними.*

Геніальність Пастера полягає в тому, що він використав принцип послаблення збудника. Послаблений збудник, не викликаючи захворювання, створює імунітет у організмі людини або тварини, якій зроблене щеплення. Пошуками збудників інфекційних хвороб займався не менш знаменитий лікар Роберт Кох. Він відкрив збудників сибірської виразки, туберкульозу та холери.

Мікробіологія вивчає мікроорганізми, їх систематику, морфологію, генетику, роль у круговороті речовин у природі, патогенну дію, що призводить до хвороб людини, тварин та рослин.

Мікроорганізми дуже різноманітні. Їх іноді називають просто мікробами (від *micro-* малий та *bios-* життя). Виходячи з самої назви, мікроорганізми дуже маленькі об'єкти. Тому мікробіологи використовують дрібні одиниці, такі як мікромметр, нанометр і навіть ангстрем. Більшість бактерій мають величину 0,5-1 мкм, гриби дріжджів — 5-10 мкм. Самі дрібні бактерії мають в діаметрі близько десятої мікромметра.

Окремі види бактерій та грибів досягають у довжину кількох міліметрів та навіть сантиметрів. Але, як правило, мікроорганізми — це живі істоти дуже малих розмірів, які людина без допомоги мікроскопа побачити не може.

*Мікроплазми* — це вид мікроорганізмів, що мешкають у водоймищах, гної. Патогенні мікроплазми викликають хвороби людини (пневмонію), тварин (запалення легенів), розлади.

*Бацили* (від лат. *Bacilium*) — це бактерії що мають вигляд паличок, які утворюють внутрішньоклітинні спори.

*Аероби* — організми, здатні до життя тільки у присутності атмосферного кисню.

*Анаероби* — організми, здатні до життя тільки за відсутності атмосферного кисню.

*Бактеріологія* — розділ мікробіології, що вивчає бактерії.

*Види мікроорганізмів.* Серед патогенних мікроорганізмів розрізняють *бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, найпростіші.*

Найпростіші складаються із однієї клітини. Частіше всього вони мешкають у водоймищах. Приклади найпростіших тварин: *амеба, радіолярія, грегарина, евглена, трипаносома, міксоспори́дія, параме́ція.*

*Трипаносоми* мають розмір 12 — 100 мкм, є паразитами крові й тканин людини та хребетних тварин. Переносники — кровосисні комахи (муха цеце). Викликають захворювання трипаносомоз, на яке хворіють люди і тварини (лихоманка, ураження лімфатичних вузлів та ін.). Захворювання людей називають сонною хворобою (африканський трипаносомоз) або хвороба Шагаса (американський трипаносомоз).

*Евглена* — водиться переважно у мілких прісних водоймищах, часто викликає «цвітіння води, відомо близько 60 видів, довжина до 0,1 мм.

Незважаючи на свою назву, найпростіші мають будову навіть складнішу, ніж окрема клітина. «Знехтував» найпростішими і Карл Лінней, описавши їх як один рід, названий «хаос інфузоріум». Лише через два сторіччя після відкриття Левенгука вчені встановили, що такі тяжкі захворювання як малярія, сонна хвороба, що переслідували людину з давніх часів, викликаються паразитами найпростішими.

Звичайні розміри найпростіших  $1/20$  —  $1/7$  мм. Їх можна побачити без мікроскопа (око людини розрізняє предмети розміром до 0,1 мм. Розмножуються вони поділом кожні 3 год.

*Бактерії* — типові представники мікроорганізмів. Бактерії, що мають форму правильних кульок, називають *коками*. Групи коків називають *стафілококами* або *стрептококами*. До коків відносять збудників різних інфекційних хвороб. Дуже багато бактерій мають форму паличок, наприклад кишкова паличка, що мешкає в нашому організмі (*Escherichia coli*), — збудник тифу (*Salmonella typhi*), дизентерії (*Shigella dysenteriae*).

Електронний мікроскоп дає змогу побачити і органи руху бактерій — тоненькі джгутики.

Бактерії — всюдисущі та дуже витривалі. Їх знаходили у воді гейзерів з температурою близько  $100^{\circ}\text{C}$ , у вічній мерзлоті Арктики, де вони пробули більше 2 млн років, не загинули у відкритому космосі, а також під дією смертельної для людини дози радіації. Є серед них бактерії — хижакі, які ловлять найпростіших. Деякі бактерії живляться аміаком, метаном. Їх намагались використовувати для «поїдання» метану в шахтах. Розмножуються бактерії найпростішим діленням надвоє, у сприятливих умовах через кожні 20 хв.

Бактеріальними захворюваннями є чума, туберкульоз, холера, правець, проказа, дизентерія, менінгіт та ін. Від чуми в середні віки загинули десятки мільйонів людей. Ця хвороба наводила на людей панічний жах. Вважається, що у ХХ ст. небезпека чуми зникла.

Туберкульозні бактерії відкрив Р. Кох у 1882 р., але повністю ця хвороба не переможена. Холера в Європу занесена у 1816 р., до 1917 р. в Росії холерою переохворіло більше 5 млн людей, половина з яких померла. Зараз випадки холери рідкі.

Правець уражає нервову систему. Хвороба переможена за допомогою профілактичних щеплень.

Випадки захворювання проказою стали рідкими. Людей, що захворіли як і раніше поміщають у лепрозорії.

*Віруси* (від лат. *virus* — яд) — найдрібніші неклітинні частинки, що складаються із нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК) та білкової оболонки (кансиду). Мають вигляд палички, сферичні тощо. Розмір від 20 до 300 нм і більше. Віруси — внутрішньоклітинні паразити: розмножуючись тільки у живих клітинах, вони використовують їх ферментативний апарат і перемикають клітину на синтез зрілих вірусних частинок — віріонів. Віруси дрібніші бактерій у 50 раз. Їх не видно у світловому мікроскопі. Вони не затримуються найтоншими фарфоровими фільтрами. Віруси розповсюджені повсюди. Викликають хвороби рослин, тварин і людини. Вивченням вірусів займається наука вірусологія.

Отже, віруси мають наступні особливості, порівнюючи з бактеріями. Для вірусів характерна така властивість як *фільтрованість*, тобто вони проходять через фільтри. Учень Пастера Шарль Шамберлан використав для фільтрування рідин, у яких бактерії розмножувалися, особливий фарфоровий фільтр (свічку Шамберлана), що затримує самі дрібні з усіх відомих бактерій. Саме такий фільтр був використаний для доказів небактеріального характеру збудника сказу.

Віруси від бактерій не здатні існувати та розмножуватися самостійно. Кожна бактерія являє собою клітину, що має свій обмін речовин. Бактерії здатні рости та розмножуватися на *штучних поживних середовищах*. Віруси, як справжні клітинні паразити, повністю залежать від обміну речовин у клітині-хазяйці. «Підкорена» клітина змушена синтезувати складові речовини вірусу, з яких незабаром монтуються нові вірусні частинки.

Бактерії та живі клітини організму завжди містять одночасно два типи нуклеїнових кислот: рибонуклеїнову (РНК) та дезоксирибонуклеїнову (ДНК) кислоти. Віруси містять тільки один вид нуклеїнової кислоти — або РНК, або ДНК.

Віруси здатні «нав'язати» свою генетичну інформацію спадковому апарату ураженої ним клітини. Віруси заражають клітину і заставляють її допомагати їх розмноженню. Це, як правило, закінчується загибеллю клітини. Віруси, на відмінну від бактерій, розмножуються лише в живих клітинах. Тому віруси вивчають на рівні організму піддослідної тварини або культури клітини.

Вірусними захворюваннями є віспа, сказ, грип, енцефаліт, кір, свинка, краснуха, гепатит та ін. Давні рукописи донесли до нас описи страшних епідемій віспи, у яких загинуло до 40 % хворих. Англієць Едвард Дженнер у 1796 р. запропонував свій метод вакцинації, поклавши тим самим початок боротьби з цією недугою. Але тільки у 1980 р. ВОЗ заявила про те, що віспа переможена. Тепер дітям, що народилися після 1980 р. не роблять щеплення віспи.

*Сказ* — смертельна хвороба людини і тварин, відома з глибокої давнини. Найчастіше сказ вражає собак. Хворіють на сказ також вовки, кішки, щурі, ворони та інші тварини.

*Щеплення* — єдиний надійний засіб проти сказу. Перше щеплення проти сказу було зроблене Луї Пастером у 1885 р. Дитина, сильно покусана скаженою собакою, не захворіла. Людину, що захворіла на сказ, вилікувати неможливо. Прихований (інкубаційний) період хвороби тягнеться від 8 днів до року. Тому при будь-якому укусі тварини необхідно звертатися до лікаря.

У 1981 р. у Сан-Франциско (США) були виявлені люди, хворі незвичайними формами запалення легенів та пухлин. Захворювання закінчувалося смертю. Як виявилось, у цих хворих був різко послаблений імунітет (захисні властивості) організму. Ці люди стали гинути від мікробів, які викликають у звичайних умовах тільки легке нездужання. Хворобу назвали СНІД-синдромом набутого імунodefіциту.

Віруси СНІДу були одночасно відкриті у 1983 р. біологами у Франції та США. Встановлено, що віруси СНІДу передаються під час переливання крові, нестерильними шприцами, статевим шляхом, а також при вигодовуванні дитини грудним молоком.

Перші півроку–рік, а іноді і протягом кількох років після зараження у людини не помітно ніяких ознак хвороби, але вона є джерелом вірусу і може заразити людей навколо себе. До цього часу ліків проти СНІДу не знайдено. СНІД називають «чумою ХХ сторіччя».

Епідемія грипу описана Гіппократом ще у 412 р. до н.е. У ХХ ст. були відмічені 3 пандемії грипу. У січні 1918 р. в Іспанії з'явилися повідомлення про епідемію грипу, які отримали назву «іспанка». «Іспанка» обійшла весь світ, заразивши близько 1,5 млрд людей (проминула лише кілька загублених в океані островів) і забрала 20 млн життів — більше, ніж перша світова війна.

У 1957 р. близько 1 млрд людей захворіли «азіатським грипом», загинуло більше 1 млн людей. У 1968-1969 р. на планеті Земля лютував «гонконгський грип». Кількість епідемій грипу, як не дивно, з кожним сторіччям зростає: у XV було 4 епідемії, у XVII — 7, у XIX — аж 45.

Чому до цього часу немає надійних щеплень проти грипу? Виявляється, що вірус грипу дуже швидко змінюється. Не встигли лікарі створити вакцину проти однієї форми грипу, як збудник хвороби з'являється вже в новому вигляді.

Рикетсії (за ім'ям американського вченого Ricketts) — мілкі хвороботворні бактерії, розмножуються у клітинах хазяїна (так само як віруси). Збуджують рикетсіози (висипний тиф, ку-лихоманку та ін.) у людини та тварин.

Рикетсіоз, те саме, що й ку-лихоманка. Ку-лихоманка (рикетсіоз Q) — гостре інфекційне захворювання людини та тварин, викликане рикетсіями. Ознаки захворювання: головний біль, слабкість, безсоння, біль у м'язах. У тварин хвороба протікає без симптомів. Людина заражається від тварин.

Спірохети — мікроорганізми, клітини яких мають форму тонких звивистих ниток. Мешкають у ґрунті, стоячих та стічних водах. Патогенні спірохети — збудники сифілісу, тифу, лептоспірозу та інших захворювань. Спірохетози — захворювання людини й тварин, викликані патогенними спірохетами.

Актиноміцети — мікроорганізми з рисами бактерій та найпростіших грибів. Розповсюджені у ґрунті, водоймищах, повітрі. Деякі види є патогенними, викликають такі захворювання як актиномікоз, туберкульоз, дифтерію та ін. Деякі актиноміцети утворюють антибіотики, вітаміни, пігменти тощо. Використовуються у мікробіологічній промисловості.

*Ріст та розмноження мікроорганізмів. Як і все живе, одноклітинні мікроорганізми ростуть. Досягнувши певної величини, клітина перестає рости. Під мікроскопом можна спостерігати, як у певний момент вона ділиться на дві частини, які стають самостійними організмами. Так із одної материнської клітини з'являються дві дочірні. Виростаючи, вони теж діляться, утворюючи чотири клітини, потім вісім, шістнадцять і надалі так само у геометричній прогресії.*

Першим вченим, який побачив під мікроскопом, як мікроб ділиться навпіл, був Лазаро Спаланцані (1729 — 1799 рр.) Було це у 1776 р. Час від виникнення клітини до її поділу називається часом *генерації*. У природі спостерігається певна закономірність: чим дрібніший організм, тим скоріше з'являється у нього потомство. Так, час генерації кишкової палички *Escherichia coli* та збудника холери *Vibrio cholerae* складає всього 20 хвилин. Користуючись формулами геометричної прогресії  $a_n = a_1 \cdot q^{n-1}$  та  $S_n = (a_n q - a) / (q - 1)$ , де  $a_1$  та  $a_n$  — відповідно перший та будь-який інший члени прогресії,  $q$  — знаменник прогресії;  $n$  — номер взятого члена;  $S_n$  — сума перших  $n$ -членів, можна підрахувати кількість бактерій, що утворюються за певний час. Підрахунки показують, що вже через добу з однієї бактерії утворюється нереально велика кількість клітин. Відповідно, процес розмноження мікробів обмежений певними умовами. Французький учений Ж. Моно досліджував ріст бактерій і встановив наступну закономірність. У перший час бактерії пристосовуються до середовища та розмножуються дуже повільно. Цей період називають *лаг-фазою*. Потім іде фаза швидкого розмноження за логарифмічним законом (лог-фаза), після чого настає стаціонарна фаза, коли середовище збагачується продуктами життєдіяльності бактерій, що гальмують процес розмноження і насамкінець бактерії починають відмирати (фаза відмирання).

Причиною загибелі бактерій є несприятливі умови середовища:

- 1) звичайно мікроорганізми нормально живуть при температурі  $0 — 90$  °С. Для деяких видів ця межа набагато ширша: від  $-270$  до  $+400$  °С;
- 2) прямі промені сонця для більшості бактерій згубні;
- 3) мікроорганізми життєздатні в умовах дуже низького тиску (всього 5 мм рт. ст.) та дуже високого (більше 5 атм.);
- 4) на життєздатність мікроорганізмів впливає реакція середовища рН. Найсприятливіше нейтральне (рН = 7) або лужне (рН > 7) середовище.

Субстратами (носіями) біологічних небезпек можуть бути елементи середовища мешкання (повітря, вода, ґрунт), рослини, тварини, люди, обладнання, інструменти, сировина, переробні матеріали та ін.

Бактерії живуть у воді, у тому числі також у гарячих джерелах, у льодах, у повітрі на різній висоті від Землі. Особливо багато бактерій у ґрунтах. У 1 г орного ґрунту міститься від 1 до 20 млрд мікробів. Мікроби супроводжують людину все життя. Без мікробів життя неможливе. Але патогенні мікроби для людини небезпечні. Тому людина наполегливо шукає способи захисту від патогенних мікробів. Ще Спаланцані довів, що за тривалого кип'ятіння рідин, мікроби, які знаходяться в них, гинуть. Німецький вчений Шванн встановив, що висока температура вбиває і мікробів, що перебувають у повітрі. Фізик Тиндаль довів, що мікроби у рідинах гинуть після кількох повторних кип'ятінь. Повторне короткочасне нагрівання рідини до точки кипіння, запропоноване Тиндалем називають *тиндалізацією*. Усі методи знищення мікробів під впливом високої температури мають загальну назву — стерилізація. Часткова стерилізація молока нагріванням до  $60$  °С протягом 30 хв називається *пастеризацією*.

Для уловлювання мікробів із рідин та газів застосовують спеціальні фільтри, що мають дуже мілкі пори.



Мікроорганізми не безсмертні. Розмноження їх не безмежне. Багато клітин гинуть не доживаючи до поділу. Мікроби ворогують між собою (антагонізм). Мікроби гинуть від сонячного світла, ультрафіолету. Деякі мікроби живляться відмерлими частинами рослин. Це сапрофіти. Інші нападають на живі організми — це паразити.

Хвороботворні мікроби виділяють ферменти, які порушують нормальний стан людини.

**Бактерициди** — хімічні речовини, що вбивають бактерії.

*Бактеріоситаз* — тимчасова зупинка розмноження бактерій під впливом різних речовин (у тому числі й ліків).

*Уловлювачі бактерій* — пристосування для відбору проб повітря з метою визначення ступеню та характеру бактеріального забруднення.

*Бактеріоносії та вірусоносії* — люди або тварини, що мають у собі збудників інфекційних захворювань при відсутності ознак захворювання.

*Бактеріологічне нормування*. Принцип нормування бактеріологічних забруднень може бути реалізований на практиці на основі прямих та непрямих показників.

Прямі методи полягають у встановленні залежності між фактом захворювання та знаходженні відповідних патогенних мікробів. Однак через тривалий інкубаційний період та порівняно малу частоту захворювань прямі методи визнаються недостатньо надійними.

У зв'язку з цим стали застосовуватися непрямі показники бактеріального нормування якості води. Одним з перших непрямих показників небезпечного для здоров'я бактеріального забруднення води було запропоновано вважати загальну кількість бактерій, вирощуваних на живильному середовищі з 1 мл нерозведеної води. При вирішенні питання про те, яку кількість бактерій, що осіли у воді, можна вважати безпечною, була рекомендація Р. Коха, зроблена ним на основі вивчення холерної епідемії у Гамбурзі у 1892 р. Порівнюючи якість питної води, якою постачалося населення Гамбурга, з якістю води сусіднього міста Альтона, яке зостався вільним від епідемії холери, Р. Кох відзначив, що очищення води на фільтрах м. Альтона до вмісту в ній не більше 100 мікробів у 1 мл забезпечувала населенню безпеку під час холерної епідемії.

У 1914 р. у першому стандарті якості питної води у США показник не більше 100 бактерій у 1 мл був використаний у якості нормативу допустимого загального бактеріального забруднення. Другого разу у світовій практиці це було зроблено в СРСР у 1937 р. Надалі цей показник був прийнятий у стандартах майже всіх європейських країн.

Другим непрямим показником є кількість кишкових паличок. Дослідженнями вчених було доведено, що кишкова паличка може слугувати санітарно-показниковим мікроорганізмом.

У 1937 р. було прийнято тимчасовий стандарт якості води, що подається у водопровідну мережу, згідно якому кількість кишкових паличок у 1 л води повинна бути не більше 3. Цей норматив перевірено багатолітньою практикою централізованого водопостачання. Дотримання цього нормативу створює необхідний ступінь безпеки у відношенні інфекцій, які можуть розповсюджуватися водним шляхом. Було доведено, що коли кількість кишкових паличок наближається до 3 в 1 л, досягається відсутність у воді життєздатних та вірулентних (хвороботворних) мікроорганізмів.

У людському організмі містяться різноманітні мікроорганізми. Якись з них нешкідливі, інші навіть корисні. Хвороботворні мікроби відрізняються тільки тим, що виділяють ферменти, які розкладають кров'яні тільця, м'язи, слизові оболонки, порушуючи тим самим нормальний стан організму. Особливу групу утворюють

хвороботворні мікроби, які виділяють сильнодіючі отрути (токсини), що отруюють уражений організм. Руйнуючу дію на організм людини справляють також агресини, що містяться в бактеріях.

Мікроби проникають в організм людини найчастіше трьома шляхами: через органи дихання, травний тракт та шкіру. Зараження через шляхи дихання називається крапельною інфекцією.

Носіями хвороботворних мікробів є тварини, комахи. Місцем розмноження мікробів, що виробляють токсини, можуть бути продукти живлення. *Clostridium botulinum* розмножується у м'ясній їжі і виділяє токсин ботулізму, дуже сильну отруту. Хвороботворні мікроби зберігають життєздатність у воді дуже довго. Але людина не може довго існувати без води. Звідси постійна загроза інфекції. Сильна епідемія холери спалахнула у Петербурзі в 1908 - 1909 р. Причина — надходження стічної води з каналу у водопровідну мережу.

Людина має добрий природний захист від хвороботворних мікробів. Перша лінія захисту — наша шкіра. Але найменша ранка відкриває доступ мікробам в організм. У носовій порожнині мікроорганізми затримуються дрібними волосками. У ротовій порожнині бактерії затримуються слиною, у якій містяться бактерицидна речовина, відома під назвою *лізоцим*. Лізоцим є також в сльозах. Це встановив А. Флеммінг. У 1965 р. біохіміки визначили склад лізоциму, в молекулі якого знаходиться 129 різних амінокислотних залишків. Лізоцим розчиняє клітинні стінки ряду бактерій, знищує бактерії. Але якщо мікробам все-таки вдається проникнути в організм, то їх чекає кисле середовище шлунку, яке знищує більшу частину мікроорганізмів. Деякі мікроби все-таки проникають у кишечник. Тут їх чекає чергова перешкода. І.І. Мечников у 1883 р. показав, що білі кров'яні тільця (лейкоцити) здатні активно захоплювати та поглинати сторонні мікроби, які проникли в організм. Це явище Мечников назвав *фагоцитозом*, а білі кров'яні тільця — фагоцитами. На основі цих фактів розроблена фагоцитарна теорія імунітету.

Імунітет буває набутий та природний, або природжений. У 1796 р. англійський лікар Дженнер відкрив метод запобіжних щеплень, який він назвав *вакцинацією*, а матеріал для щеплень *вакциною* (від лат. *vacca* — корова). Несприйнятливість до інфекцій, створювана штучним шляхом, називається *імунізацією*. Імунізація сироваткою є пасивною, вакциною — активною.

У боротьбі з мікробами велике значення має гігієна. Піт, пил, бруд — добре поживне середовище для мікроорганізмів. Ефективним середовищем боротьби з мікробами є дезинфекція. У якості засобів дезинфекції застосовується настойка йоду, ультрафіолетові промені, хлор та ін. Дезинфекція є безпосереднім засобом боротьби з мікробами.

Дезинсекція та дератизація спрямовані проти переносників мікробів. *Дезинсекція* — засіб боротьби з комахами. Препарати, які застосовуються при дезинфекції називаються *інсектицидами*. Їх багато. Всі вони мають у якості складової частини хлор.

Боротьба з гризунами називається *дератизацією*. При цьому застосовують хімічні, механічні та біологічні засоби. ГОСТ 12.1.008-76 «Біологічна безпека» зобов'язує приймати відповідні засоби під час роботи з біологічними об'єктами, щоб попередити виникнення у працюючих захворювання, стану перенесення, інтоксикації, сенсibiliзації й травм, викликаних мікроорганізмами.

*Гриби* — відокремлена група нижчих рослин, що позбавлені хлорофілу і живляться готовими органічними речовинами. Існує більше 100 тисяч видів грибів. Від бактерій гриби відрізняє наявність ядра у клітині. Патогенні гриби викликають хвороби рослин, тварин та людини.

Наука про гриби — *мікологія*. *Мікози* (від грец. *mykes* — гриб) — хвороби людини та тварин, що викликаються паразитичними грибами. Токсичні гриби викликають харчові отруєння людини й тварин, які називаються *мікотоксикозами*.

Гриби мають три форми розмноження: вегетативну, безстатеву та статеву. Самий отруйний гриб на світі — бліда поганка. Отрута блідої поганки не руйнується ні при кип'ятінні, ні при жаренні. Цей гриб являє собою смертельну небезпеку для людини. Людина може отруїтися червоним мухомором, але смертельні наслідки рідкі. Майже кожний їстівний гриб має свого неїстівного або отруйного двійника. Це являє небезпеку для недосвідченого грибника.

На життя людей вже багато сторіч мають вплив гриби–паразити рослин. Кожен рік людство втрачає через ці гриби близько п'ятої частини світового врожаю рослин. Паразитичний гриб фітофтора уражає картоплю, що прирікає населення на голод. Так, у 1845 р. був значний неврожай картоплі в Ірландії.

Небезпечний також гриб — *паразит споринья*. Він росте на колосках жита. Містить відомий і дуже небезпечний наркотик ЛСД. У людини викликає важке захворювання — «антонів вогонь».

### 5.3. Тваринний та рослинний світ

Деякі тварини являють потенційну небезпеку для людини.

*Кліщі*. Живляться кров'ю великих тварин і людини. Кліща, що присмоктався, не можна витягувати. Його голова зостанеться у шкірі і викличе запалення, більш небезпечно ніж сам укус. Краще рясно змочити кліща спиртом або одеколоном і кліщ сам відпаде. Дуже шкідливі маленькі коростяні кліщі, що викликають хворобу — коросту. Головна шкода кліщів — не у їх укусах, а у хворобах, що переносяться кліщами, наприклад, кліщовому енцефаліті. Надійним захистом від цієї хвороби є щеплення.

*Скорпіони*. Зловісна слава скорпіона пов'язана з його отруйністю. Для дрібних тварин укус скорпіона смертельний. Для людини укол жала скорпіона дуже болісний (виникає пухлина, людину морозить, підвищується температура), але життя не загрожує. Достеменно відомо тільки кілька випадків загибелі дітей, вкушених великими тропічними скорпіонами.

*Павуки*. Павук каракурт (у перекладі чорна смерть), довжиною трохи більше одного сантиметра, один із самих небезпечних. Смертність від його укусів складає близько 4 %. Укус каракурта викликає психічне збудження укушеного, болі у всьому тілі, порушення роботи серця та утруднене дихання. Спеціальна сироватка проти каракурта не завжди доступна. У польових умовах рекомендується зразу після укусу припікати ранку сірником. Отрута павука під час нагрівання руйнується. Інші небезпечні павуки (наприклад, тарантул) серйозної загрози для людини не становлять, хоча їх укус болісний.

*Сарана*. Небезпечна тим, що знищує урожай, всю рослинність, може приректи на голод весь тваринний світ і людину.

*Акули та скати*. За різними оцінками спеціалістів нараховується від 250 до 350 видів акул. За офіційною статистикою від акул гине 35 людей за рік. Акули нападають на людину не тільки у відкритому морі, а й на глибині 1 — 1,5 м недалеко від берега.

Поведінка акул непередбачувана. Іноді люди знаходяться довго у відкритому морі, яке кишить акулами, а ті їх не чіпають. Жак-Ів Кусто, який більше ста разів зустрічався з акулами, свідчить, що іноді неможливо передбачити, що зробить акула. Під час другої світової війни у Тихому океані загинуло більше тисячі моряків. Транспорт торпедували вночі, а вранці рятувальні кораблі, що прибули на місце катастрофи, виявили на воді

багато трупів у рятувальних жилетах. Усі тіла були без ніг. Ф. Рузвельт у 1942 р. дав розпорядження почати розробку заходів, щодо відлякування акул. Препарат, який отримав гучну назву «винищувач акул», входив у рятувальний комплект американських військовослужбовців. Як показала практика, апарат виявився ненадійним. Кінцеве рішення поки що не знайдено. Жак-Ів Кусто запропонував для захисту від акул оригінальний пристрій — захисток від акул. Це металева клітка, у якій їдять занурюється під воду. Ефективним колективним засобом захисту від акул виявилися сітки, розставлені у морі недалеко від пляжів.

*Піраньї.* Це невеликі, до 30 см у довжину, риби, що живуть у річках і озерах Південної Америки. Піраньї нападають на усе живе, що опинилося у межах їх досяжності: великих риб, домашніх та диких тварин, людину. Алігатор — і той намагається уникати з ними зустрічі. Зграя піраньї здатна у лічені хвилини обгризти бика, залишивши тільки голий скелет. Пастухи, що переганяють худобу через річки, де водяться піраньї, змушені віддавати їм на поталу оду з тварин. Поки піраньї розправляються з нещасною жертвою, стадо може перейти на протилежний берег. 19 вересня 1981 р. більше 300 людей були з'їдені піраньями біля бразильського порту Обідус. Люди опинилися у воді у результаті аварії пасажирського судна.

*Електричні риби.* До них відносяться близько 30 видів електричних скатів, електричний вугор, електричний сом. Характерними особливостями цих тварин є наявність у них електричних органів. Електричні органи — це видозмінені м'язи. Напруга електричних зарядів досягає 220 В, а в електричних вугрів — навіть 600 В. Як відомо, така напруга небезпечна для людини.

*Земноводні.* У джунглях Південної Америки живе жабка кокої. Це маленька істота, яка поміщається у чайній ложці. Її отрута у тисячу разів сильніша ціаністого калію і у 35 раз сильніше отрути середньоазіатської кобри. Отрути однієї жабки вистачило б для вбивства 1500 людей. Це сама сильна отрута із відомих тваринних отрут. Через шкіру вона не проникає, але будь-яка подряпина може призвести до біди.

*Отруйні ящірки* — ядозуби, або хелодерми, володіють сильнотруйною отрутою, від якої швидко гинуть дрібні тварини. Небезпечна отрута і для людини. Близько третини гине від укусів.

*Змії.* Самою отруйною змією довгий час вважався австралійський тарпан. Усі відомі випадки укусу людини тарпаном закінчувалися її загибеллю. За новими дослідженнями отруйнішими вважаються тигрові та морські змії. Гюрза — велика гадюка, завдовжки до 2 м, небезпечна для людини. Королівська кобра є самою довгою отруйною змією на Землі. Рекордна довжина досягає 5,7 м. Укушена цією коброю людина може померти дуже швидко, всього через пів-години після укусу.

Змій дуже багато, лише невелика частина серед них є отруйною. Отрута змії діє тільки під час попадання у кров. Зміїна отрута використовується у медицині. Зараз існують спеціальні розплідники змії (серпентарії), у яких беруть отруту.

*Їжаки (звірі).* Єдиними носіями отрути серед звірів на нашій планеті вважаються єхидни та качкодзьоби. Хижаки — леви, гієни, тигри, леопарди та інші за певних умов можуть становити собою небезпеку для людини.

*Рослини (PLANTAE).* Здавна люди помічали, що деякі види рослин володіють лікарськими і отруйними властивостями. Але, як стверджував Парацельс, тільки доза робить речовину отрутою або ліками.

*Тютюн.* Появу в XV ст. тютюну в Європі пов'язують з іменем француза Жана Ніко, який начебто привіз насіння цієї рослини з острова Тобаго. Звідси латинська назва тютюну - *Nicotiana tabacum*. У тютюні міститься отруйний алкалоїд нікотин. Смертельна

доза нікотину міститься приблизно у 20 цигарках, але оскільки вона поступає в організм поступово, смерть курця не настає. Нікотин дуже швидко розноситься по тілу курця. У мозок він потрапляє через 5-7 с після першої затяжки. Смола, що утворюється під час згоряння тютюну, викликає пухлини. Серед курців рак легень зустрічається у кілька разів частіше, ніж серед тих, хто не курить. Один із англійських королів так охарактеризував куріння: «звичай, огидний для очей, ненависний для носа, шкідливий для грудей, небезпечний для легень». Знаменитий поет Гете казав: «Освічена людина не курить». Був час, коли в Росії за куріння карали батогами. Існував звичай нюхати і жувати тютюн. З Америки в Європу було завезено багато культур - картоплю, помідори, соняшники тощо. Тютюн - найнепотрібніша з них. Однак тютюнову пилюку використовують з користю у сільському господарстві для боротьби з шкідливими комахами.

*Конопля.* Із смолистих виділень коноплі отримують небезпечні наркотики, відомі як гашиш, маріхуана, анаша, споживання яких призводить до розвитку найтяжчого захворювання - наркоманії.

*Кропива.* Весною зелений борщ з молоді кропиви допомагає заповнити нестачу вітамінів у організмі. Листки кропиви покриті волосками з їдким соком. Волоски просочені кремнеземом і дуже крихкі. При найменшому дотику головки волосків обламуються, їдкий сік потрапляє у ранки, викликаючи опіки і подразнення шкіри.

*Мак.* Людина розпочала розводити мак заради їстівного насіння, в якому більше 50 % відмінного масла. Але ще у давнину люди робили надрізи на неспілих головках маку, із яких виступав білий сік (опій або опіум). Засохлий сік зшкрібали і отримували гіркий коричневий порошок — опій (опіум). З давніх пір, на жаль, опій використовують не тільки як ліки, але і як наркотик. Куріння опіуму забрало тисячі життів курців і навіть послужило причиною опіумних війн. Зараз висівання опіумних сортів маку заборонене рішенням ООН.

У величезному світі рослин, крім рослин, які являють потенційну небезпеку для людини, є рослини — *хижаки* і рослини — *паразити*. Існують навіть легенди про рослини — людодіди. Герберт Уеллс на основі цих легенд написав оповідання «Страшна орхідея».

Існує ряд садових рослин і квітів, які отруйні або настільки токсичні, що викликають отруєння. Більша частина постраждалих — діти.

*Дурман.* Усі частини цієї рослини містять алкалоїд з наркотичним ефектом. Дурман легко відрізнити від інших рослин по великих лійкоподібних квітах.

Завдання до самостійної підготовки  
Вивчення матеріалу лекції

Лекцію розробив:

Доцент

М.І.Адаменко