

# КЛІМАТЫЧНАЯ ШКАТУЛКА. РЭСПУБЛІКА БЕЛАРУСЬ

Дапаможнік для школьнікаў  
па тэме «Змена клімату»



Праграма развіцця ААН  
2020



# **КЛІМАТЫЧНАЯ ШКАТУЛКА. РЭСПУБЛІКА БЕЛАРУСЬ**

**Дапаможнік для школьнікаў  
па тэме «Змена клімату»**

**Праграма развіцця ААН  
2020**

**Калектыў аўтараў:**

Уладзімір Бердзін (вядучы аўтар, раздзелы 1.1.-1.4, 2.6, 2.8 і 3.5)  
Кацярына Грачова (раздзелы 3.1, 3.2 і 3.4)  
Юлія Дабралюбава (агульная рэдакцыя, раздзелы 2.7, 2.9 і 2.10)  
д.б.н. Дзмітрый Замалодчыкаў (раздзел 2.3)  
к.г.н. Павел Канстанцінаў (раздзелы 1.1, 2.1, 2.4, 2.5, 2.9)  
Алена Новік (раздзел 4)  
д.п.н., к.б.н. Наталля Рыжова (раздзел 2.2)  
к.э.н. Алена Смірнова (агульнай рэдакцыя, раздзелы 3.2, 3.3, 3.4)  
к.б.н. Аляксандр Суднік (раздзелы 1-3)

**Педагагі-рэцэнзенты:**

к.э.н. Алена Смірнова Любоў Калаціліна

**Каардынатар праекта:**

Юлія Дабралюбава

**Літаратурны рэдактар рускага тэксту:**

Алена Ермакова

**Тэхнічны рэдактар:**

Тэрэнс Джон Карынгтан

**Дызайн і вёрстка:**

Ганна Алекперава, ТАА «РА ИЛЬФ»

**Тыпаграфія:**

ТАА «РА ИЛЬФ» 123056 Масква, В. Кандрацьеўскі пер., д. 10, буд. 1, пам. 1

**Менеджары праекта:**

Наталля Алафінская, к.г.-м.н. Сяргей Тамбіеў, Антаніна Хаванская, Алена Суравікіна

**Падзякі:**

Менеджары праекта ўдзячныя ўсім дарадцам і навуковым кансультантам, якія прымалі ўдзел у падрыхтоўцы камплекта вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка. Рэспубліка Беларусь», асабліва:

Максіму Ярмохіну і Аляксандру Пугачэўскаму (Інстытут эксперыментальнай батанікі імя В.Ф.Купрэвіча Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі) за дапамогу ў падрыхтоўцы раздзела «Як змены клімату ўплываюць на лясы»;

Аляксею Какорыну (Сусветны фонд дзікай прыроды (WWF) за каштоўныя рэкамендацыі пры падрыхтоўцы раздзелаў «Праблема змены клімату» і «Як змены клімату ўплываюць на арктычныя рэгіёны»;

Юліі Калінічавай (Сусветны фонд дзікай прыроды (WWF) за дапамогу ў падрыхтоўцы насценнай карты і плаката;

Аляксею Салдатаву (ТАА «БСХ Бытавая тэхніка») і Вользе Пегавай (Сусветны фонд дзікай прыроды (WWF) за дапамогу ў падрыхтоўцы матэрыялаў па тэме «Энергаэфектыўнасць і энергазберажэнне»;

Педагогам МАУ САШ №9 г. Пераслаўля-Залескага Яраслаўскай вобл. – удзельнікам работы над метадычнымі рэкамендацыямі «Кліматычнай шкатулкі»: Веры Забавінай, Святлане Рудневай, Таццяне Гардзевай, Святлане Токар, Галіне Варажцовай, Вользе Валодзінай, Таццяне Кукушкінай, Галіне Васіковай, Людміле Бубновай.

**Кліматычная шкатулка. Рэспубліка Беларусь: Дапаможнік для школьнікаў па тэме «Змена клімату» /**

У. Бердзін, К. Грачова, Ю. Дабралюбава і інш. – Мінск : Праграма развіцця ААН, 2020. – 270, [2].

«Кліматычная шкатулка. Рэспубліка Беларусь» – спецыяльнае выданне арыгінальнага камплекта вучэбна-гульнівых матэрыялаў па тэме «Змена клімату» Праграмы развіцця ААН (ПРААН), падрыхтаванае для школ Рэспублікі Беларусь пры фінансавай падтрымцы Глобальнага экалагічнага фонду (ГЭФ), Урада Расійскай Федэрацыі і кампаніі «Кока-Кола». Камплект адрасаваны навучэнцам 1–11 класаў і настаўнікам Беларусі, якія выкладаюць прадметы прыродазнаўчанавуковай накіраванасці. «Кліматычная шкатулка. Рэспубліка Беларусь» працягвае серыю экалагічных дапаможнікаў ПРААН для школьнікаў, у якую ўваходзяць «Шкатулка Чорнага мора», «Байкальскі куфэрак», а таксама выданні «Кліматычнай шкатулкі» для іншых краін.

**УДК** 373.3(5):551.583

**ББК** 74.26:26.237

К 49

**ISBN** 978-5-9902971-2-8

© Праграма развіцця ААН

Усе правы абароненыя. Дадзеная публікацыя можа быць капіравана толькі для некамерцыйных, адукацыйных мэт без пісьмовай згоды ўладальніка аўтарскіх правоў пры ўмове дакладнага цытавання дадзенай крыніцы.

## | Пра праект «Кліматычная шкатулка»

Праблема змены клімату прызнана Арганізацыяй Аб'яднаных Нацый (ААН) адной з найбольш важных глабальных праблем. Гэта праблема глабальная таму, што наступствы змены клімату адчуваюцца ва ўсіх краінах і рэгіёнах свету, пры гэтым кожны чалавек у той ці іншай ступені адказны за змены, якія адбываюцца на планеце. Мы з'яўляемся канчатковымі спажывацямі тавараў і паслуг, для вытворчасці якіх патрэбныя рэсурсы і энергія, а значыць – вуглевадародная сыравіна (нафта, вугаль і прыродны газ). Пры іх здабычы і выкарыстанні ў атмасферу выкідаюцца парніковыя газы, у выніку чаго ўзмацняецца так званы парніковы эфект і расце тэмпература паветра. Гэта – наш вугляродны след, які мы пакідаем на Зямлі.

Каб скараціць нагрузку на клімат і знізіць свой вугляродны след, неабходна валодаць адпаведнымі ведамі. Важна, каб гэтыя веды і звычкі выходзіліся з малых гадоў, каб ужо са школьнай лаўкі кожны чалавек разумее, як важна беражліва адносіцца да прыроды і яе рэсурсаў.

З гэтай мэтай Праграма развіцця ААН (ПРААН) пры падтрымцы Глобальнага экалагічнага фонду (ГЭФ), Урада Расійскай Федэрацыі і кампаніі «Кока-Кола» распрацавала камплект матэрыялаў для школьнікаў па тэме «Змена клімату» пад назвай «Кліматычная шкатулка». «Кліматычная шкатулка» працягвае серыю экалагічных дапаможнікаў для навучэнцаў, якія былі раней выпушчаныя ПРААН і яе партнёрамі: «Шкатулка Чорнага мора» і «Байкальскі куфэрак».

«Кліматычная шкатулка» змяшчае:

- ілюстраваны дапаможнік для школьнікаў з пазнавальнымі матэрыяламі і разнастайнымі пытаннямі і заданнямі, разлічанымі на выкананне як індыўдуальна, так і ў групах, пытаннямі па тэме «Змена клімату», а таксама метадычнымі рэкамендацыямі для настаўнікаў па выкарыстанні комплекта матэрыялаў на ўроках у розных класах;
- набор гульнёвых апытальных картак;
- насценную карту, якая ілюструе магчымыя наступствы змены клімату для прыроды і чалавека ў розных рэгіёнах да канца XXI стагоддзя;
- плакат з парадамі пра тое, як скараціць свой вугляродны след;
- электронны носьбіт, які ў электронным выглядзе змяшчае ў сабе ўсе матэрыялы комплекта.

Асноўная задача «Кліматычнай шкатулкі» – падаць школьнікам у цікавай, займальна-гульнёвай форме важную інфармацыю па пытаннях, звязаных з глабальнымі зменамі клімату, а настаўнікам – даць рэкамендацыі па выкарыстанні гэтай тэмы ў рамках школьнай праграмы.

Над стварэннем «Кліматычнай шкатулкі» працавала вялікая каманда аўтараў. Сярод іх эксперты з самых розных сфер: кліматалагі, географы, біёлагі, эканамісты, а таксама прафесійныя дзіцячыя пісьменнікі. Вялікі ўклад у праект унеслі вопытныя педагогі, якія дапамаглі распрацаваць рэкамендацыі для настаўніка па выкарыстанні комплекта на ўроках у школе.

Важна, што «Кліматычная шкатулка» створана спецыяльна для школьнікаў. Гэта свайго роду ілюстраваная энцыклапедыя пра клімат, дзе ў займальнай форме апісаны важныя і часам складаныя пытанні. Чытачы змогуць даведацца, як мяняўся клімат Зямлі на працягу гісторыі і як праяўляюцца сучасныя змены клімату, як гэтыя змены ўплываюць на прыроду і чалавека і ці можна адаптавацца да непазбежных наступстваў, як можна прадухіліць небяспечныя наступствы глабальнага пацяплення і што ўжо робіцца ў розных рэгіёнах свету. Асобны раздзел дапаможніка прысвечаны таму, як можна скараціць свой вугляродны след.

«Кліматычная шкатулка» ўпершыню была апублікавана ў 2014 годзе і прызначалася спецыяльна для расійскіх школ. Камплект матэрыялаў атрымаў шмат станоўчых водгукаў, у тым ліку ад настаўнікаў і экспертаў з іншых краін. Таму ПРААН прыняла рашэнне выпусціць міжнародную версію «Кліматычнай шкатулкі» на англійскай мове пад назвай «Climate Box» і запустіць новы праект па адаптацыі камплекта для новых краін.

Да 2017 года «Кліматычная шкатулка» ахоплівала ўжо 8 краін рэгіёну Усходняй Еўропы, Каўказа і Цэнтральнай Азіі, стаўшы па-сапраўднаму міжнародным адукацыйным праектам па змяненні клімату.

У 2019 годзе да праекта далучылася Рэспубліка Беларусь. Нацыянальныя эксперты і педагогі абнавілі «Кліматычную шкатулку» і дадалі больш цікавых і актуальных матэрыялаў для вучняў і выкладчыкаў Беларусі. Гэта спецыяльнае выданне камплекта «Кліматычная шкатулка. Рэспубліка Беларусь» вы зараз трымаеце ў руках.

У планах – удзел новых краін і выданне «Кліматычнай шкатулкі» на ўсіх асноўных мовах ААН. Мы ўпэўненыя, што «Кліматычная шкатулка» стане для школьнікаў цікавай і карыснай крыніцай інфармацыі пра праблему змены клімату і дапаможа ім навучыцца беражлівым адносінам да прыроды!

Праект «Кліматычная шкатулка» – гэта не толькі камплект матэрыялаў, але і цэлы шэраг мерапрыемстваў:

- навучанне выкладчыкаў і метадыстаў адукацыі,
- семінары па абмене вопытам і ідэямі,
- супрацоўніцтва з міністэрствамі і дэпартаментамі адукацыі і навуковай супольнасцю,
- метадычная падтрымка настаўнікаў падчас пілатавання камплекта,
- конкурсы школьных праектаў,
- міжнародныя канферэнцыі для спецыялістаў у галіне адукацыі,
- асветніцкія мерапрыемствы і прэзентацыі праекта,
- маніторынг і ацэнка ўплыву праекта.

Даведайцеся больш пра праект на сайце [www.climate-box.com](http://www.climate-box.com).

**Арганізатары праекта «Кліматычная шкатулка»**





## Дарагія сябры!

2030, 2050, 2100 – гэтыя гады, якія найбольш часта згадваюцца, калі мы гаворым пра змену клімату, яго наступствы, а таксама неабходнасць адаптацыі да тых змен, якія адбудуцца ў будучыні. Для большасці людзей гэтыя вельмі далёкая будучыня. Але не для юных чытачоў «Кліматычнай шкатулкі»! Гэтыя гады – важныя часавыя рубяжы для новага пакалення. Дзе я буду працаваць у 2030 годзе? Дзе я буду жыць у 2050? Ці будучы мае дзеці шчаслівыя ў 2100? Гэтыя пытанні пачынаюць задаваць сабе сённяшнія школьнікі і студэнты.

Старэйшае пакаленне спрабуе дапамагчы ім знайсці адказы на гэтыя пытанні, падаючы правільны прыклад: добрая адукацыя, упартая праца, крэатыўныя ідэі і тэхнічныя інавацыі. Аднак са зменай клімату памяняюцца не толькі прыродныя ўмовы на планеце – нашым агульным доме, але і звыклы нам стыль жыцця, а таксама дабрабыт нашых сем'яў і іншых людзей, хто жыве з намі па-суседску ці ў далёкіх краінах. Змена клімату будзе шмат у чым вызначаць умовы жыцця чалавецтва ў будучыні.

Вось чаму «Кліматычная шкатулка» такая важная і своєчасая! Мы павінны добра разумець, як нашы сённяшнія рашэнні могуць паўплываць на нашу будучыню і будучыню нашых дзяцей і ўнукаў. Навуковыя веды пра ўплыў чалавека на Зямлю, яе клімат і рэсурсы павінны выкладацца з самых ранніх гадоў, каб з дзяцінства мы вучыліся беражліва адносіцца да акаляючай нас прыроды. Веды можна падаць у розных формах. «Кліматычная шкатулка» прапонуе новы падыход да асвятлення гэтай складанай, але вельмі важнай тэмы. Самыя сучасныя навуковыя вынікі прадстаўлены тут проста і наглядна: у выглядзе фотаздымкаў, графікаў, карт і цікавых гісторый. Так школьнікам будзе прасцей засвоіць новы матэрыял. Заданні ў канцы кожнага раздзела дапаможніка паспрыяюць лепш замацаваць пройдзеныя тэмы.

Глобалізацыя прынесла нам шмат пераваг, але мы пакуль яшчэ не прыстасаваліся да новых умоў жыцця ў глабальнай прасторы. На працягу тысячагоддзяў чалавецтва прызвычалася рэагаваць на змены, якія адбываюцца ў нашым непасрэдным асяроддзі, і адаптавацца да іх. Гэта было важна для выжывання. Нашы ўнутраныя «дэтэктары небяспекі» не працуюць за межамі таго, што мы бачым і чуем. Тым не менш, сёння нашы дзеянні, перш за ўсё ўжыванне энергіі з выкапнёвага паліва і прыродных рэсурсаў, маюць глабальныя наступствы, якія ставяць пад пагрозу выжыванне ўсіх нас.

Наш «дэтэктар небяспекі» і стыль жыцця маюць вострую патрэбу ў абнаўленні. Гэта абнаўленне адбываецца дзякуючы навуцы, якая дае нам магчымасць зразумець сутнасць праблемы змены клімату і ацаніць магчымыя сцэнары будучыні ў залежнасці ад выбранага нам ладу жыцця сёння. Будучыня залежыць ад нас саміх: ці будзем мы жыць хоць і ў больш цёплым, але ўсё ж камфортным клімаце, да якога большасць людзей на Зямлі

здольныя адаптавацца, ці ж праз некантралюемае пацяпленне свет зменіцца настолькі, што людзі і экасістэмы не змогуць справіцца з катастрофічнымі наступствамі? Уявіце сабе: калі ўзровень мора падымецца больш чым на адзін метр, велізарныя ўчасткі сушы ўздоўж узбярэжжа апынуцца пад вадой. Палярныя льды будуць раставаць яшчэ хутчэй, а экстрэмальныя пагодныя з'явы будуць здарацца ўсё часцей, наносзячы шкоду найбольш неабароненым пластам насельніцтва. Гэта іншы свет, які мы ўбачым, калі будзем працягваць паводзіць сябе «як звычайна». Хоць «як звычайна» жыць пры такім сцэнары ні ў 2100, ні нават у 2050 годзе мы ўжо не зможам.

Я спадзяюся, што з дапамогай навукі і адукацыі, у тым ліку праз навучальныя матэрыялы, такія як «Кліматычная шкатулка», мы зможам загадзя падрыхтаваць новае пакаленне да прыняцця правільных рашэнняў.

### **Томас Стокер**

Сустаршыня рабочай групы I

«Фізічная навуковая аснова змены клімату»

Міжурадавай групы экспертаў па змене клімату (МГЭЗК)

з 2008 па 2015 гады

Прафесар фізікі, Бернскі ўніверсітэт (Швейцарыя)

## ЗМЕСТ

<b>ЧАСТКА 1. Праблема змены клімату</b>	11
1.1. Клімат і надвор'е	12
1.2. Тыпы кліматаў і кліматычныя паясы	14
1.3. Як і чаму мяняўся клімат у мінулым	24
1.3.1. Прычыны змен клімату: мільёны гадоў	26
1.3.2. Прычыны змен клімату: дзясяткі і сотні тысяч гадоў	28
1.3.3. Прычыны змен клімату: стагоддзі	30
1.4. Сучасныя змены клімату	35
<b>ЧАСТКА 2. Як змены клімату ўплываюць на прыроду і чалавека. Ці можна адаптавацца да непазбежных наступстваў?</b>	47
2.1. Як змены клімату ўплываюць на... надвор'е	49
2.2. Як змены клімату ўплываюць на ... расліны і жывёл	58
2.3. Як змены клімату ўплываюць на ... лясы	76
2.4. Як змены клімату ўплываюць на ... водныя рэсурсы	94
2.5. Як змены клімату ўплываюць на ... сельскую гаспадарку	103
2.6. Як змены клімату ўплываюць на ... прыбярэжныя рэгіёны	109
2.7. Як змены клімату ўплываюць на ... горныя рэгіёны	119
2.8. Як змены клімату ўплываюць на ... арктычныя рэгіёны	133
2.9. Як змены клімату ўплываюць на ... гарады	148
2.10. Як змены клімату ўплываюць на ... сацыяльныя праблемы	158
<b>ЧАСТКА 3. Як прадухіліць небяспечныя змены клімату?</b>	169
3.1. «Зялёныя» крыніцы энергіі	170
3.1.1. Што такое энергія?	170
3.1.2. Асноўныя крыніцы энергіі	171
3.1.3. Вуглевадародныя крыніцы энергіі	172
3.1.4. Атамная энергетыка	176
3.1.5. Узнаўляльныя крыніцы энергіі	178
3.1.6. Перавагі і недахопы розных крыніц энергіі	190
3.2. Энергаэфектыўнасць і энергазберажэнне	197
3.2.1. Экалагічныя віды транспарту	201
3.2.2. Бытавая тэхніка і электрапрыборы	206
3.2.3. Зялёнае будаўніцтва. Пасіўныя і актыўныя дамы	209
3.2.4. Зялёныя гарады	213
3.3. Вугляродны след	219
3.4. Як я магу дапамагчы планеце? Скарачаем свой вугляродны след	223
3.5. Глобальнае супрацоўніцтва ў галіне змены клімату і ўстойлівага развіцця	233
<b>ЧАСТКА 4. Метадычныя рэкамендацыі для настаўніка па выкарыстанні камплекта вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка. Рэспубліка Беларусь» у школе</b>	240
<b>Спіс ілюстрацый</b>	266





# Проблема змены клімату



ЧАСТКА

1

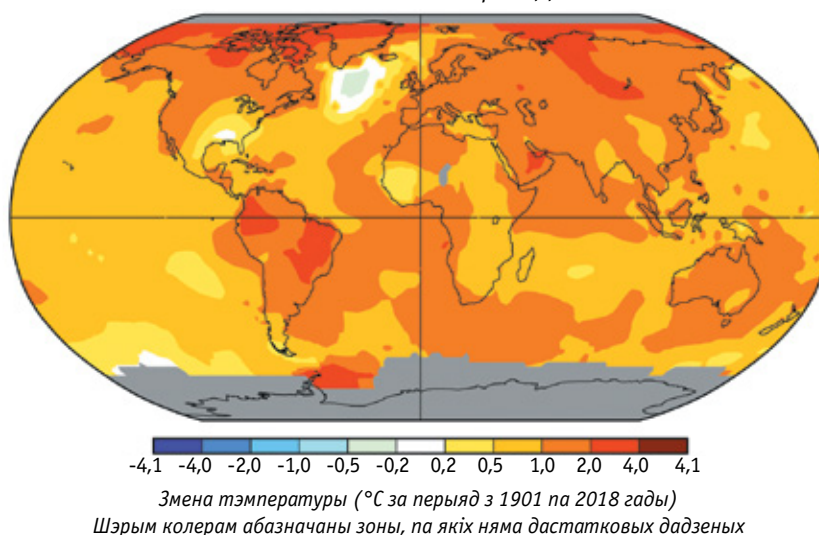
<b>1. Праблема змены клімату</b>	11
1.1. Клімат і надвор'е	12
1.2. Тыпы кліматаў і кліматычныя паясы	14
1.3. Як і чаму мяняўся клімат у мінулым	24
1.3.1. Прычыны змен клімату: мільёны гадоў	26
1.3.2. Прычыны змен клімату: дзясяткі і сотні тысяч гадоў	28
1.3.3. Прычыны змен клімату: стагоддзі	30
1.4. Сучасныя змены клімату	35

## 1. | Праблема змены клімату

Змена клімату – адна з самых важных праблем сучаснасці. Калі дваццаць гадоў таму яе абмяркоўвалі толькі ў навуковых колах, то сёння яна стала відавочнай для большасці. Мы заўважаем, што становіцца цяплей, а надвор'е ў цэлым – усё больш зменлівым.

Тое, што клімат нашай планеты мяняецца і мяняецца імкліва, ужо не выклікае сумненняў. Глядзіце самі: за апошнія 130 гадоў сярэдняя тэмпература на Зямлі вырасла ўжо на  $1^{\circ}\text{C}$ . Нават такое, здавалася б, невялікае павышэнне тэмпературы ў маштабе планеты небяспечнае для яе жыхароў: раслін, жывёл і для нас з вамі. Акрамя таго, 1 градус – гэта ў сярэднім па свеце. А ў некаторых рэгіёнах, асабліва ў Арктыцы, цяплей ж значна хутчэй!

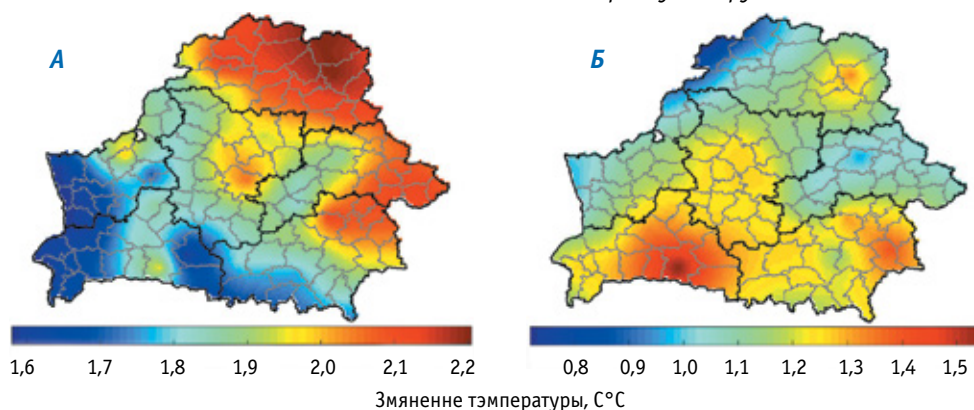
**Мал. 1.1.** Карта змен прыземнай тэмпературы, якія назіраюцца з 1901 па 2018 гады.



### Планета награвяецца!

З пачатку XX стагоддзя сярэдняя тэмпература на Зямлі вырасла на  $1^{\circ}\text{C}$ . 18 з 20 апошніх гадоў увайшлі ў лік самых цёплых за ўсю гісторыю метэааналізавання. У Паўночным паўшар'і такога цёплага перыяду, як з 1989 па 2019 гады, не было за апошнія 1400 гадоў. Напрыклад, толькі ў Беларусі за гэты перыяд зімовая тэмпература павысілася прыкладна на  $2^{\circ}\text{C}$ .

**Мал. 1.2.** Павышэнне сярэдняй тэмпературы паветра зімой (А) і летам (Б) за перыяд з 1989 па 2019 гады адносна кліматычнай нормы ў Беларусі.



Больш правільна казаць не «глабальнае пацяпленне», а «змена клімату», паколькі рост тэмпературы, гэта значыць пацяпленне, – гэта толькі адна частка працэсаў змены клімату на Зямлі. Разам з кліматам уся прырода выходзіць з раўнавагі: растаюць леднікі і шматгадовая мерзлата, павышаецца ўзровень Сусветнага акіяна, паводкі, засухі і ўраганы сталі здарацца ўсё часцей, надвор'е становіцца ўсё больш зменлівым. Кліматычныя змены прыводзяць да гібелі многіх жывёл і раслін, не прыстасаваных да новых умоў, яны наносаць значную эканамічную шкоду і пагражаюць здароўю і нават жыццю людзей.

Гіпотэз пра прычыны такіх перамен многа. Адно даследчыкі кажуць пра ўплыў на нашу планету астранамічных працэсаў (павялічваецца актыўнасць Сонца, змяняецца нахіл зямной восі), іншыя звяртаюць увагу на тое, што сам чалавек з яго празмерным энэргаўжываннем стаў прычынай кліматычных бедстваў. На некаторыя працэсы, якія адбываюцца на нашай планеце, мы можам паўплываць, на некаторыя – не. І калі мы не маем улады над сонечнай актыўнасцю або змяненнем вугла нахілу зямной восі, то паўплываць на аб'ёмы выкідаў парніковых газаў чалавек можа.

Дык што ж адбываецца з надвор'ем і кліматам? Як мяняўся клімат Зямлі раней і як ён мяняецца цяпер? Хто вінаваты ў зменах, якія зараз адбываюцца? Што такое парніковыя газы і прычым тут мы з вамі? Давайце паспрабуем ва ўсім гэтым разабрацца.

## 1.1. | Клімат і надвор'е

Людзі часта скардзяцца на надвор'е, а на клімат – амаль ніколі. «Увесь канец кастрычніка дзьмулі ўраганна вятры і лілі зацяжныя дажджы. Потым прыйшоў лістапад, сцюдзёны, з моцнымі ранішнімі замаразкамі, з ледзяным ветрам, ад якога балелі шчокі і кісці рук» (Дж. Роўлінг «Гары Потэр і Ордэн Фенікса»). Бачыце: нават у літаратурных творах звычайна гаворыцца пра надвор'е, а пра клімат – амаль ніколі. І гэта па-чалавечы зразумела: каб даведацца пра надвор'е, дастаткова проста выглянуць у акно. Мы сутыкаемся з надвор'ем кожны дзень, а вось клімат – гэта нешта незразумелае. Пра яго змены цяпер кажуць амаль усе: і навукоўцы, і палітыкі, і бізнесмены. І часта яны супярэчаць адзін аднаму: адны кажуць, што гэта добра, іншыя – што, наадварот, дрэнна, трэція сцвярджаюць, што нічога асаблівага з кліматам не адбываецца.

Калі вы вяртаецеся дадому з адпачынку, праведзенага з бацькамі недзе далёка ад дома, першае, пра што вас звычайна пытаюцца па вяртанні, ці пашанцавала з надвор'ем. А вось калі вы самі рэкамендуеце сябрам адпачыць у тым месцы, дзе вы ўжо пабывалі, то, напэўна, скажаце: «Там вельмі добры клімат».

Чым жа адрозніваюцца паняцці «надвор'е» і «клімат»?



**Надвор'е** – гэта стан атмасферы ў дадзеным пункце ў дадзены момант ці за абмежаваны прамежак часу (напрыклад, за суткі або месяц).

**Клімат** – гэта ўсярэдненае значэнне надвор'я ў дадзеным пункце за працяглы прамежак часу (некалькі дзесяцігоддзяў).

Атрымліваецца, надвор'е – гэта імгненны стан некаторых метэаралагічных элементаў: тэмпературы і вільготнасці паветра, атмасфернага ціску, воблачнасці і шэрагу іншых. Таму, калі раптам летам цэлы тыдзень халаднавата, ідуць такія праліўныя дажджы, што нават высоўваць нос на вуліцу няма ніякага жадання – то гэта дрэннае надвор'е.



Як слушна прымеціў Марк Твен: «Клімат – гэта тое, што мы чакаем, надвор'е – тое, што мы атрымліваем». Назіраць за кліматам, проста выглянуўшы ў акно, нельга!

Асноўнымі характарыстыкамі клімату лічаць:

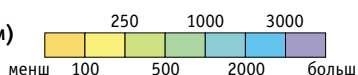
- тэмпературу паветра і яе змяненне ў залежнасці ад сезону,
- колькасць і рэжым выпадзення ападкаў на працягу года,
- асаблівасці перамяшчэння паветраных мас,
- пераважныя вятры і іншыя.

Гэтыя характарыстыкі звычайна паказваюць на кліматычных картах (Мал. 1.1.1).

Мал. 1.1.1. Прыклад кліматычнай карты свету.



Сярэднегадавая колькасць ападкаў (у мм)



12090 мм Наибольшая сярэднегадавая колькасць ападкаў

1,0 мм Найменшая сярэднегадавая колькасць ападкаў

24000 мм Абсалютны максімум выпадзення ападкаў

-10°С – Сярэднегадавая тэмпература паветра

+46°С Найбольш высокая і найбольш нізкая тэмпература паветра

-10°С

+58°С Абсалютны максімум тэмпературы

-89,2°С Абсалютны мінімум тэмпературы

**В** Вобласці высокага ціску паветра (макс.)

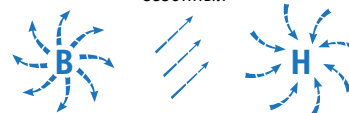
**Н** Вобласці нізкага ціску паветра (мін.)

Напрамак пераважных вятроў

пастаянныя



сезонныя



Назіраннямі, вывучэннем і прагназаваннем надвор'я займаецца спецыяльная навука – **метэаралогія**. Вывучэннем клімату займаецца **кліматалогія**.



*Як жартуюць жыхары Ірландыі, «клімат у Ірландыі цудоўны, але надвор'е яго псуе».*

*Ірландыя – дзяржава, размешчаная на аднайменным востраве ў Заходняй Еўропе. Надвор'е Ірландыі адрозніваецца сваёй выключнай зменлівасцю. Аднак зіма тут вельмі мяккая, і трава застаецца зялёнай круглы год. З гэтай прычыны Ірландыю часта называюць «Ізумрудным востравам».*

## Па якіх метэаралагічных элементах вызначаецца надвор'е?



**Тэмпература паветра** бывае станоўчай і адмоўнай. Мяжой падзелу паміж станоўчымі і адмоўнымі тэмпературамі паветра з'яўляецца  $0^{\circ}\text{C}$ , калі вада замярзае і пераўтвараецца ў лёд.



**Вільготнасць** паветра залежыць ад колькасці вадзяной пары ў паветры. Калі зімой вільготнасць высокая, мы мёрзнем больш. А ўспякоту пры высокай вільготнасці становіцца душна.



**Аблокі** – гэта вялікая колькасці драбнюткіх кропель або крышталёў лёду ў атмасферы.



**Ападкі** – адрозніваюць ападкі, якія выпадаюць з аблокаў (дождж, снег, ледзяны дождж, снежныя ці ледзяныя крупы, град, снежнае збожжа) і якія выдзяляюцца на паверхні зямлі і прадметаў (раса, іней, шэрань, галалёд).



**Бачнасць** – гэта гранічная адлегласць, далей якой аб'ект, за якім назіраюць, зліваецца з фонам і становіцца нябачным.



**Туманы** – гэта вялікая колькасць прадуктаў кандэнсацыі вадзяной пары ў блізкіх да паверхні зямлі пластах паветра.



**Атмасферны ціск** — ціск, які ствараецца вагой паветра.



**Вецер** – гэта гарызантальнае перамяшчэнне паветра, якое выклікаецца рознасцю атмасфернага ціску.

## 1.2. | Тыпы кліматаў і кліматычныя паясы

Клімат у розных кропках Зямнога шара адрозніваецца. Успомніце: калі за акном надыходзяць зімовыя маразы, многія людзі імкнуцца з'ехаць у адпачынак у гарачыя краіны, дзе ў гэты час можна купацца ў моры і загараць.

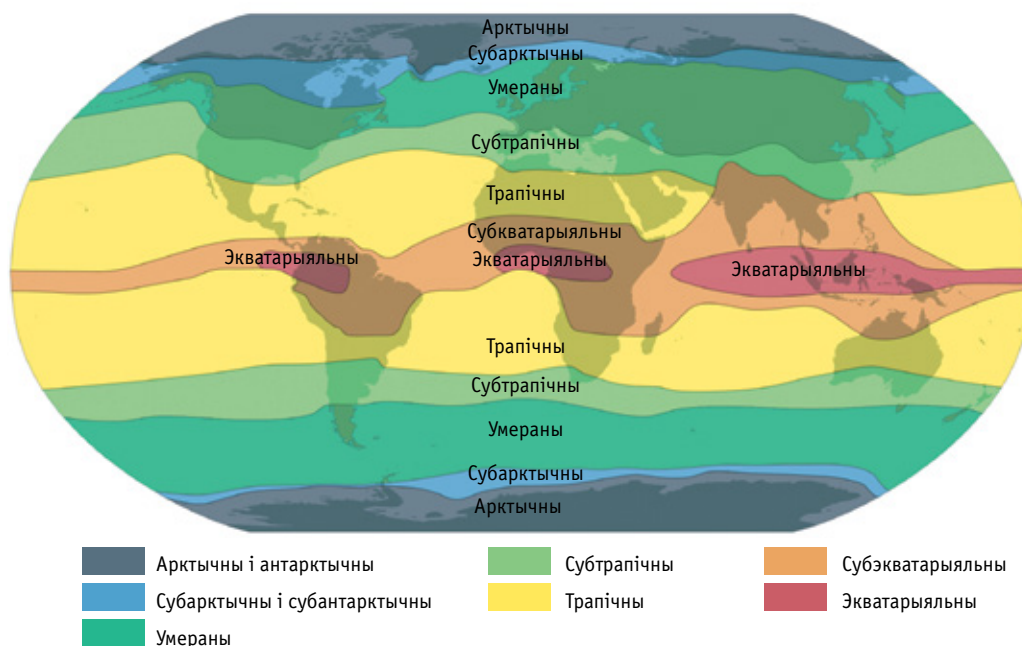
Са старажытных часоў навукоўцы дзялілі Зямлю на кліматычныя паясы ў залежнасці ад вышыні сонца над гарызонтам і даўжыні дня. Само слова «клімат» у перакладзе з грэчаскай мовы азначае нахіл Сонца. Сапраўды, кліматычныя адрозненні на нашай планеце звязаны ў першую чаргу з тым, што з цяпло ад Сонца размяркоўваецца па паверхні Зямлі нераўнамерна.



Таксама вялікі ўплыў на асаблівасці клімату аказвае блізкасць мора, цыркуляцыя атмасферы, рэжым выпадзення ападкаў і іншыя так званыя «кліматаяўтваральныя фактары». Яны, у сваю чаргу, моцна залежаць ад геаграфічных умоў, перш за ўсё ад геаграфічнай шыраты, а таксама вышыні над узроўнем мора.

Тэрыторыі з падобным кліматам уяўляюць сабой шырокія палосы – так званыя «кліматычныя паясы», якія паступова змяняюць адзін аднаго па меры перамяшчэння ад экватара да полюсаў (Мал. 1.2.1).

Мал. 1.2.1. Карта кліматычных паясоў Зямлі паводле Б. П. Алісавы.



У Беларусі, краінах Усходняй Еўропы, Каўказа і Цэнтральнай Азіі часцей за ўсё выкарыстоўваюць класіфікацыю кліматаў, створаную ў 1950-я гады вядомым савецкім кліматалагам Б. П. Алісавым. Згодна з гэтай класіфікацыяй, вылучаецца па чатыры асноўныя кліматычныя паясы на кожнае паўшар'е Зямлі і тры пераходныя.



**Кліматычныя паясы** – шыротныя палосы зямной паверхні, якія маюць адносна аднастайны клімат.

Асноўныя кліматычныя паясы: **экватарыяльны, трапічны, умераны і палярны (у Паўночным паўшар'і – арктычны, у Паўднёвым паўшар'і – антарктычны)**. Яны лічацца асноўнымі, бо круглы год тут пануюць адны і тыя ж паветраныя масы, характэрныя для гэтых кліматычных паясоў.

Паміж асноўнымі знаходзяцца пераходныя паясы: **субэкватарыяльны, субтрапічны і субпалярны (у Паўночным паўшар'і – субарктычны, а ў Паўднёвым – субантарктычны)**. Усе пераходныя кліматычныя паясы маюць у сваёй назве прыстаўку «суб» (на лацінскай мове гэта азначае «пад»).

У пераходных кліматычных паясах паветраныя масы змяняюцца па сезонах. Яны прыходзяць сюды па чарзе з суседніх паясоў. Напрыклад, у субтрапічным клімаце лета спякотнае, як у тропіках, а зіма халодная, паколькі на змену трапічнай прыходзіць умераная паветраная маса.



Унутры некаторых кліматычных паясоў сустракаюцца асаблівыя кліматычныя вобласці з кантынентальным, марскім, мусонным кліматамі або кліматам заходніх узбярэжжаў (Гл. табліцу 1.2.1).



Сезоны ў Паўднёвым і Паўночным паўшар'ях прама процілеглыя: са снежня па люты, калі ў Паўночным паўшар'і самы халодны час года, у Паўднёвым паўшар'і ў самым разгары лета, і наадварот.

Табліца 1.2.1. Кліматы Зямлі (паводле Б. П. Алісава).

Кліматычны пояс	Тып клімату	Сярэдняя тэмпература		Рэжым і колькасць атмасферных ападкаў	Цыркуляцыя атмасферы і пераважныя вятры	Тэрыторыя
		Зімой	Летам			
Экватарыяльны	Экватарыяльны	+26 °С	+26 °С	На працягу года, 2000 мм	У вобласці паніжаннага атмасфернага ціску фарміруюцца цёплыя і вільготныя экватарыяльныя паветраныя масы	Экватарыяльныя вобласці Афрыкі, Паўднёвай Амерыкі і Акіяніі
Суб-экватарыяльны	Трапічны мусонны	+20 °С	+30 °С	У асноўным падчас мусону, 2000 мм	Мусоны	Паўднёвая і Паўднёва-Усходняя Азія, Заходняя і Цэнтральная Афрыка, Паўночная Аўстралія
Трапічны	Трапічны сухі	+12 °С	+35 °С	На працягу года, 200 мм	Пасаты	Паўночная Афрыка, Цэнтральная Аўстралія
Субтрапічны	Міжземнаморскі	+7 °С	+22 °С	Пераважна ў халодны час года, 500 мм	Летам – антыцыклоны пры высокім атмасферным ціску; зімой – цыклоны	Міжземнамор'е, Паўднёвая Афрыка, Паўднёва-Заходняя Аўстралія, Заходняя Каліфорнія
	Субтрапічны сухі	0 °С	+40 °С	На працягу года, 120 мм	Сухія кантынентальныя паветраныя масы	Унутраныя часткі мацерыкоў паміж 30 і 45° у абодвух паўшар'ях
Умераны	Умераны марскі	+2 °С	+17 °С	На працягу года, 1000 мм	Заходнія вятры	Заходнія часткі Еўразіі і Паўночнай Амерыкі
	Умераны кантынентальны	-15 °С	+20 °С	На працягу года, 400 мм	Заходнія вятры	Унутраныя часткі мацерыкоў ад 40–45° да палярных кругоў
	Умераны мусонны	-20 °С	+23 °С	У асноўным падчас летняга мусону, 560 мм	Мусоны	Усходняя ўскраіна Еўразіі
Субпалярны	Субарктычны	-25 °С	+8 °С	На працягу года, 200 мм	Пераважаюць цыклоны	Паўночныя ўскраіны Еўразіі і Паўночнай Амерыкі
Субпалярны	Субантарктычны	-20 °С і ніжэй	Каля 0 °С	На працягу года, да 500 мм	Пераважаюць цыклоны	Акваторыя Паўднёвага паўшар'я ад 60° п.д.ш.
Палярны (арктычны або антарктычны)	Палярны (арктычны або антарктычны)	-40 °С	0 °С	На працягу года, 100 мм	Пераважаюць антыцыклоны	Акваторыя Паўночнага Ледавітага акіяна і мацярык Антарктыда

## Кароткае апісанне кліматаў

### Экватарыяльны клімат

Для гэтага тыпу клімату характэрна панаванне гарачых і вільготных экватарыяльных паветраных мас. Тэмпература паветра тут пастаянная (+ 24-28 ° С), на працягу года тут выпадае вельмі шмат ападкаў (ад 1500 да 5000 мм). З прычыны таго, што колькасць ападкаў перавышае выпарэнне, глебы ў экватарыяльным клімаце забалочаныя, на іх растуць густыя і высокія вільготныя лясы. Экватарыяльны тып клімату фарміруецца над паўночнымі раёнамі Паўднёвай Амерыкі, на ўзбярэжжы Гвінейскага заліва, над басейнам ракі Конга і вярхоўяў Ніла ў Афрыцы, над большай часткай Інданезійскага архіпелага і прылеглай да яго часткі Індыйскага і Ціхага акіянаў у Азіі.



### Субэкватарыяльны клімат

Пры гэтым тыпе клімату штогод бываюць дажджлівыя сезоны – улетку тут гарача і часта выпадаюць вялікія ападкі. З прыходам зімы надыходзіць больш халодны і сухі сезон. Ападкі ў субэкватарыяльным клімаце размяркоўваюцца вельмі нераўнамерна. Напрыклад, у сталіцы Гвінеі г. Канакры ў снежні-сакавіку выпадае 15 мм ападкаў, а чэрвені-верасні – 3920 мм. Гэты тып клімату распаўсюджаны ў некаторых частках Індыйскага акіяна, на захадзе Ціхага акіяна, а таксама над Паўднёвай Азіяй і ў тропіках Афрыкі і Паўднёвай Амерыкі.



### Трапічны клімат

У зоне трапічнага кліматычнага пояса пануюць антыцыклёны з высокім ціскам і стаіць яснае надвор'е амаль увесь год. Для гэтага кліматычнага пояса характэрныя два сезоны: цёплы і халодны. Тэмпературы могуць вагацца ад +20° С на ўзбярэжжы да +50 ° С у глыбіні мацерыка. Сутачнае ваганне тэмпературы таксама вельмі значнае: у летні час днём паветра награвяецца да + 40-45° С, ноччу ж астывае да + 10-15° С. У тропіках часта сустракаюцца пустыні, найбольш буйная з якіх – Сахара ў Афрыцы. У больш увільготненых раёнах распаўсюджаныя саванны і лістападныя лясы. Трапічны клімат характэрны для Мексікі, Паўночнай і Паўднёвай Афрыкі, Цэнтральнай Аўстраліі, Аравійскага паўвострава.



### Субтрапічны клімат

Субтрапічны клімат пераважае ў рэгіёнах, размешчаных паміж трапічнымі і ўмеранымі шыротамі, прыкладна паміж  $30^{\circ}$  і  $45^{\circ}$  паўночнай і паўднёвай шыраты. Тут звычайна спякотнае трапічнае лета і досыць халодная зіма. Сярэдняя месячная тэмпература ўлетку вышэй за  $+22^{\circ}\text{C}$ , зімой вышэй за  $-3^{\circ}\text{C}$ , але з прычыны ўварванняў палярнага паветра магчымыя замаразкі да  $-10 \dots -15^{\circ}\text{C}$ , а зрэдку і моцныя (да  $-25^{\circ}\text{C}$ ) маразы. Гэты тып клімату характэрны для Міжземнамор'я, Паўднёвай Афрыкі, Паўднёва-Заходняй Аўстраліі, Паўночна-Заходняй Каліфорніі.

### Умераны клімат

Гэты тып клімату фарміруецца над умеранымі шыротамі (ад  $40-45^{\circ}$  паўночнай і паўднёвай шыраты да палярных кругоў). У Паўночным паўшар'і больш за палову паверхні ўмеранага пояса займае суша, у Паўднёвым 98% – гэта акіяны. Умеранаму клімату ўласцівыя частыя і моцныя змены надвор'я з прычыны цыклонаў. Галоўная асаблівасць умеранага клімату – чатыры сезоны: два асноўныя – халодны (зіма) і цёплы (лета), і два прамежкавыя – вясна і восень. Сярэдняя тэмпература самага халоднага месяца, як правіла, ніжэй за  $0^{\circ}\text{C}$ , самага цёплага – вышэй за  $+15^{\circ}\text{C}$ . Ва ўмераным клімаце зімой на паверхні зямлі ляжыць снег. Пераважныя заходнія вятры прыносяць ападкаў на працягу ўсяго года, за год выпадае ад 1000 мм у прыбярэжных раёнах да 100 мм у глыбіні мацерыка.



*У Беларусі пераважае ўмераны кантынентальны клімат з частымі атлантычнымі цыклонамі; з мяккай і вільготнай зімой, цёплым летам, сырой восенню. Сярэдняя гадавая тэмпература паветра складае  $7,4^{\circ}\text{C}$  на паўднёвым захадзе і  $4,4^{\circ}\text{C}$  на паўночным усходзе. Сярэдняя тэмпература студзеня вагаецца ад  $-4^{\circ}\text{C}$  да  $-8^{\circ}\text{C}$ , ліпеня – ад  $+17^{\circ}\text{C}$  да  $+19^{\circ}\text{C}$ . Гадавая колькасць атмасферных ападкаў складае 550-650 мм на нізінах і 650-750 мм на раўнінах і ўзвышшах.*

*Асноўныя рысы клімату Беларусі вызначаюцца геаграфічным становішчам краіны ў сярэдніх шыратах, адноснай блізкасцю да Атлантычнага акіяна, пераважным заходнім пераносам паветраных мас і раўнінным рэльефам, які не перашкаджае перамяшчэнню паветраных мас у розных напрамках.*

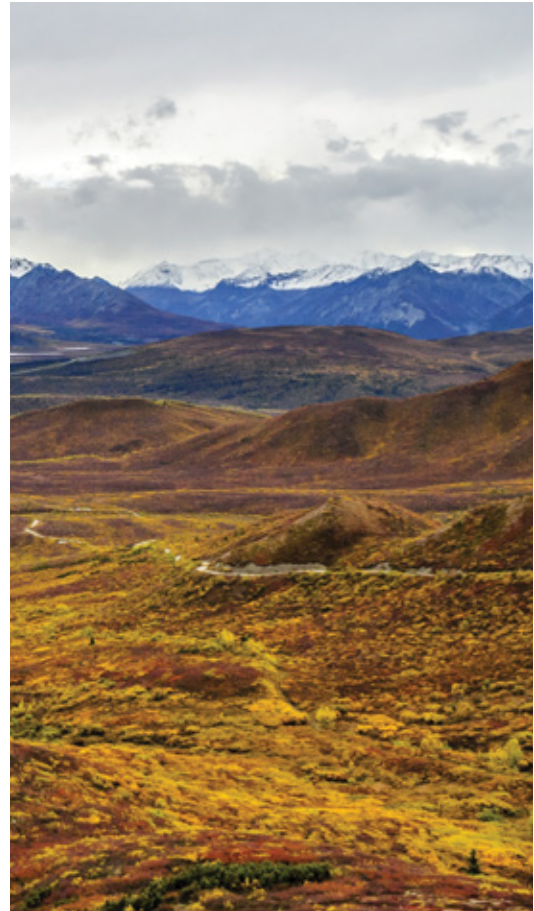
### **Субпалярны (субарктычны / субантарктычны) клімат**

*Субарктычны* кліматычны пояс размешчаны паміж арктычным і ўмераным кліматычнымі паясамі Паўночнага паўшар'я Зямлі. Улетку тут пануе ўмераная паветраная маса, зімой – арктычная. Лета кароткае і халоднае – у ліпені тэмпература паветра днём рэдка паднімаецца вышэй за  $+15^{\circ}\text{C}$ , ноччу падае да  $0 \dots +3^{\circ}\text{C}$ . На працягу ўсяго лета не выключаны начныя замаразкі. Узімку тэмпература паветра днём і ноччу складае  $-35\text{--}45^{\circ}\text{C}$ . Тэрыторыя, на якой пануе субарктычны клімат, занята тундрай і лесатундрай, глебы ўяўляюць сабой шматгадовую мерзлату, расліны і жывёлы сустракаюцца рэдка. Субарктычны клімат распаўсюджаны на поўначы Расіі і Канады, на Алясцы (ЗША), у Паўднёвай Грэнландыі і на крайняй поўначы Еўропы.

*Субантарктычны* кліматычны пояс размешчаны ў Паўднёвым паўшар'і паміж умераным і антарктычным паясамі. Пераважная частка субантарктычнай кліматычнай зоны занята паверхняй акіяна. Колькасць ападкаў дасягае 500 мм на год.

### **Палярны клімат**

Вышэй за  $70^{\circ}$  паўночнай і  $65^{\circ}$  паўднёвай шыраты пануе палярны клімат, які ўтварае два паясы: арктычны і антарктычны. Увесь год тут пераважаюць палярныя паветраныя масы. Сонца некалькі месяцаў не з'яўляецца зусім (гэты час завецца «палярная ноч») і некалькі месяцаў не сыходзіць за гарызонт («палярны дзень»). Снег і лёд аддаюць больш цяпла, чым яго атрымліваюць, таму паветра моцна ахалоджанае, снег не растае ўвесь год. На працягу ўсяго года тут высокі атмасферны ціск (антыцыклон), таму вятры слабыя, воблакаў амаль няма. Ападкаў выпадае вельмі мала, паветра насычана дробнымі ледзянымі іголкамі, а летам тыповая працяглая імжа. Сярэдняя тэмпература лета не перавышае  $0^{\circ}\text{C}$ , а зімы –  $-20\text{--}40^{\circ}\text{C}$ .



## Дзе на планеце найхаладней і найгарачэй?

**Самае халоднае месца на Зямлі** – Усходняя раўніна Антарктыды. У жніўні 2010 года з амерыканскага спадарожніка NASA Aqua там быў зафіксаваны новы рэкорд самай нізкай тэмпературы –  $-93,2^{\circ}\text{C}$ . Між тым гэты рэкорд наўрад ці будзе прызнаны афіцыйна. Згодна з дзеючым навуковым стандартам, каб вымярэнні тэмпературы паветра былі дакладнымі, яны павінны праводзіцца на паверхні планеты, а не з космасу. Таму прызнаным міжнароднай супольнасцю рэкордам самай нізкай тэмпературы паветра пакуль застаецца тэмпература  $-89,2^{\circ}\text{C}$ , зафіксаваная на тэрыторыі савецкай (а цяпер расійскай) навуковай станцыі "Усход" у Антарктыдзе 21 ліпеня 1983 года (Мал. 1.2.2).

**Самае гарачае месца на планеце** – Даліна Смерці ў ЗША. 13 ліпеня 1913 года там быў устаноўлены абсалютны рэкорд тэмпературы паветра ў цені –  $+56,7^{\circ}\text{C}$  (Мал. 1.2.3).

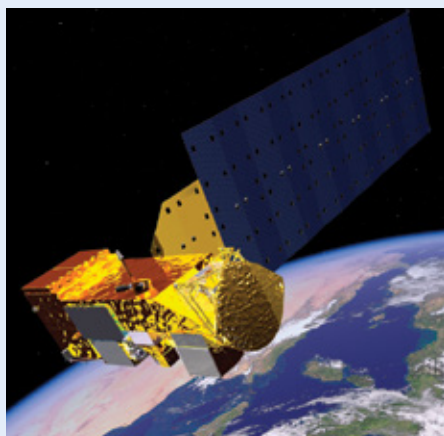
Мал. 1.2.2. Расійская навуковая станцыя «Усход» у Антарктыдзе.



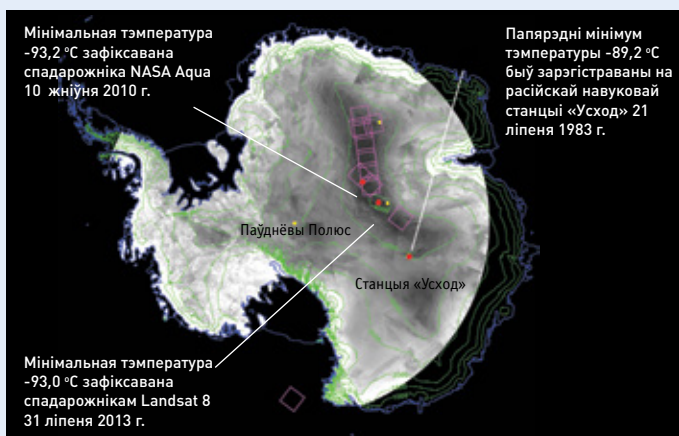
Мал.1.2.3. Даліна Смерці, ЗША.



Мал. 1.2.4. Амерыканскі спадарожнік NASA Aqua быў запушчаны ў 2002 годзе для вывучэння фізічных працэсаў на Зямлі.



Мал. 1.2.5. Дадзеныя пра тэмпературу паветра на паверхні Антарктыды, трыманыя з амерыканскіх спадарожнікаў NASA Aqua у 2003–2013 гадах і Landsat 8 у 2013 годзе.



# Пытанні

1. Калі ў Паўночным паўшар'і зіма, то якая пара года ў Паўднёвым паўшар'і?
2. Што такое вецер? Якія вятры вы ведаеце? Чым яны адрозніваюцца? У якіх кліматах такія тыпы вятроў пераважаюць і чаму?
3. У якім кліматычным поясе вы жывяце? Раскажыце пра надвор'е, якое пераважае ў вашым кліматычным поясе ў розныя пары года.
4. У якіх кліматычных паясах самыя цяжкія ўмовы жыцця для раслін і жывёл?
5. Дзе халадней – на Паўночным полюсе ці на Паўднёвым?



# Заданні

## Заданне 1. Гульня

**Матэрыялы:** карткі з характарыстыкамі асобных элементаў розных тыпаў клімату: экватарыяльны, трапічны, умераны, палярны.

У практыкаванні можа ўдзельнічаць ад 12 да 24 чалавек. Кожны ўдзельнік атрымлівае адну картку з пэўнай характарыстыкай клімату.

Неабходна, камунікуючы з сябрамі, адшукаць усе характарыстыкі клімату і сабрацца групай. Далей кожная каманда паказвае з дапамогай пантамімікі, які ў яе тып клімату.

## Заданне 2.

Вядомы амерыканскі пісьменнік Марк Твен неяк пажартаваў: «Калі вам не падабаецца надвор'е ў Новай Англіі, пачакайце некалькі хвілін».

З якіх асаблівасцей клімату і надвор'я Новай Англіі пажартаваў пісьменнік?

Знайдзіце рэгіён Новая Англія на карце ЗША. Да якога кліматычнага пояса гэты рэгіён адносіцца?

## Заданне 3.

Што такое спрыяльныя і неспрыяльныя кліматычныя ўмовы?

Падзяліцеся на групы і выберыце адзін з тыпаў клімату. Падрыхтуйце сцэнкі-жарты ў абарону тыпу клімату, які вам дастаўся.

## Заданне 4. Гульня

**Мэта:** уявіць сябе ў экватарыяльным клімаце і адчуць штодзённы трапічны дождж.

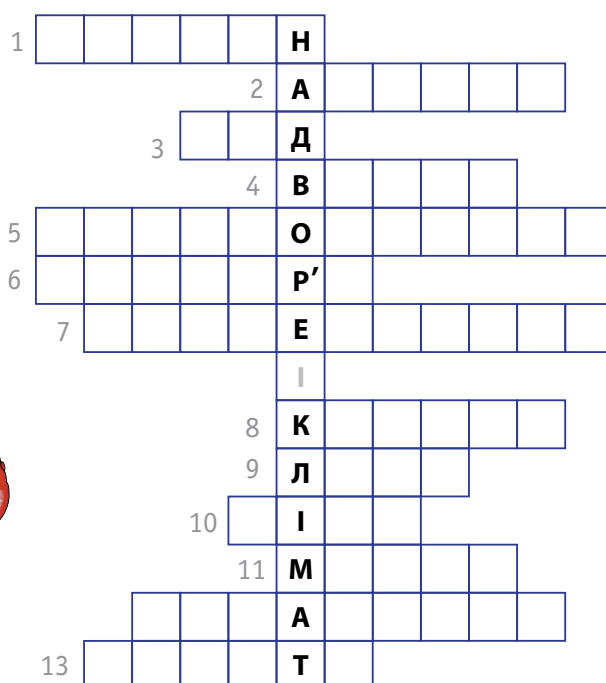
**Ход гульні.** Удзельнікі ўстаюць у круг. У цэнтр круга ўстае вядучы, які паказвае ўсім рухі. Выконваючы рухі, вядучы павольна кружыцца вакол сваёй восі. Новы рух пачынаецца толькі пасля паслядоўнага ўключэння ў яе выкананне ўсіх удзельнікаў па крузе. Рух кожны ўдзельнік мяняе на наступны толькі тады, калі вядучы аказваецца насупраць яго. Астатнія ўдзельнікі працягваюць выконваць папярэдні рух.

**Паслядоўнасць рухаў.** Вядучы і першы ўдзельнік (потым па чарзе другі, трэці і іншыя) злучаюць свае далоні і пачынаюць імі павольна рабіць кругавыя рухі. Затым выконваюцца пальцамі пстрычкі, потым пачынаюць пляскаць у далоні, потым па клубах і потым тупаць нагамі. Калі паслядоўнасць заканчваецца, усе рухі выконваюцца ў зваротнай паслядоўнасці. Гэтым удзельнікі імітуюць гукі залевы ад пачатку да завяршэння.

## Заданне 5. Крыжаванка

Па гарызанталі:

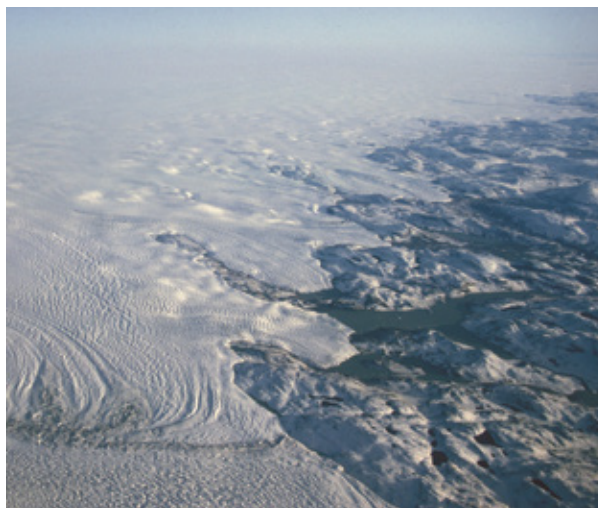
- Рускі паэт першай паловы XIX стагоддзя, які вельмі любіў восень.
- Адзін з асноўных паказчыкаў надвор'я.
- Сезоны змяняюць адзін аднаго за адзін...
- Гарызантальнае перамяшчэнне паветра, якое выклікаецца рознасцю атмасфернага ціску.
- Адзін з асноўных паказчыкаў надвор'я.
- Стан атмасферы ў дадзены час у дадзеным месцы.
- Адзін з асноўных паказчыкаў надвор'я.
- Шматгадовы рэжым надвор'я, характэрны для дадзенай мясцовасці.
- Сама любімы школьнікамі час года.
- Адзін з асноўных паказчыкаў надвор'я.
- Галоўны герой дзіцячых зімніх свят, дзед, чыйго прыходу ўсе вельмі чакаюць.
- Вядомы італьянскі кампазітар, аўтар зборніка твораў «Поры года».
- Ад яе клімат залежыць у першую чаргу.





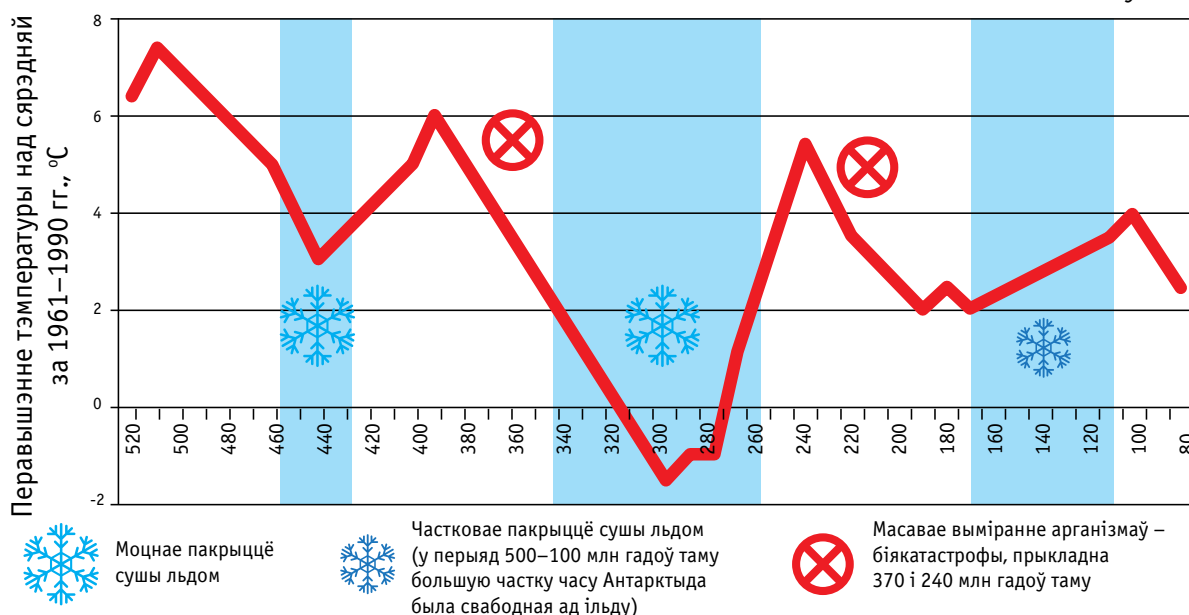
### 1.3. | Як і чаму змяняўся клімат у мінулым

Пра тое, што клімат на Зямлі мяняўся заўсёды, здагадацца нескладана. Вядома, героі мультфільмаў і камп'ютарных гульняў пра дыназаўраў і ледніковы перыяд выдуманя, але самі дыназаўры існавалі, пра гэта сведчаць шматлікія косякі і яйкі, што засталіся пасля іх. Калі жылі дыназаўры, было значна цяплей, чым цяпер. Былі і ледніковыя перыяды, калі было нашмат халадней, а ляднік накрываў усю тэрыторыю Беларусі, прычым яго таўшчыня была большая за шматпавярховы дом!



На працягу соцень мільёнаў гадоў гісторыі Зямлі тэмпература мянялася вельмі моцна – прыкладна на  $10^{\circ}\text{C}$  (Мал. 1.3.1). Гэта вельмі шмат! Калі б цяпер было на  $10^{\circ}\text{C}$  цяплей, то ў Паўночнай Еўропе клімат быў бы зусім іншым, а сярэдняя гадавая тэмпература ў Стакгольме – як на міжземнаморскім узбярэжжы, напрыклад, у Барселоне або Марсэлі. Здавалася б, што ў гэтым дрэннага? Але ж тады ў Паўднёвай Еўропе было б гарача, як у Дубаі. Узімку яшчэ надрэнна, але летам занадта гарача! А на Аравійскім паўвостраве стала б проста немагчыма жыць.

Мал. 1.3.1. Дадзеныя пра тэмпературу на Зямлі за апошнія 500 млн гадоў.



### **Адкуль вучоныя ведаюць пра клімат мінулага?**

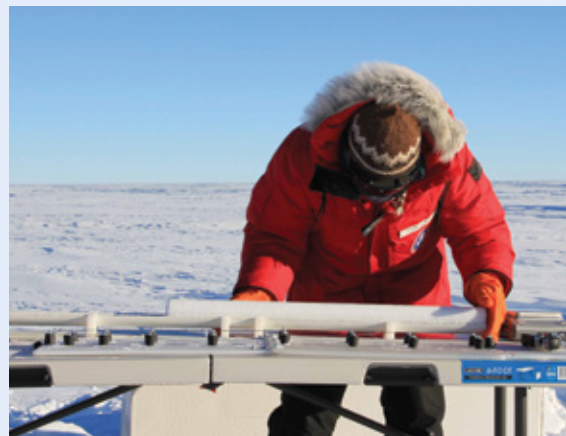
Тэмпературу вучоныя разлічылі, аналізуючы геалагічныя пароды, адкладанні на дне азёр, мораў і акіянаў. Лёд пакідае сляды на скалах, у адкладаннях са дна старажытных мораў можна адшукаць рэшткі раслін мінулых гадоў, якім для жыцця патрэбна была пэўная тэмпература.

Для апошняга мільёна гадоў у вучоных ёсць значна больш дасканалая крыніца атрымання дадзеных – ільды Антарктыды. Лёд змяшчае бурбалкі паветра, якія могуць расказаць пра газавы склад атмасферы і пра тэмпературу на Зямлі ў мінулым (Мал. 1.3.2). Самы працяглы шэраг дадзеных – прыкладна за 800 тыс. гадоў – атрыманы на расійскай станцыі «Усход».

Вельмі наглядная крыніца інфармацыі пра кліматычныя змены апошніх стагоддзяў – гадавыя кольцы дрэў. У цёплых гадах кольцы шырэйшыя, а ў халодных вузейшыя. Таксама пра клімат мінулага можна даведацца па ракавінах марскіх і прэснаводных малюскаў.

Навука, якая займаецца вывучэннем клімату мінулага, называецца **палеакліматалогія**.

**Мал. 1.3.2.** Вучоныя дастаюць слупок антарктычнага лёду, па якім яны змогуць вызначыць тэмпературу паветра і знаходжання вуглякіслага газу ў атмасферы Зямлі за сотні тысяч гадоў.



### 1.3.1. | Прычыны змен клімату: мільёны гадоў

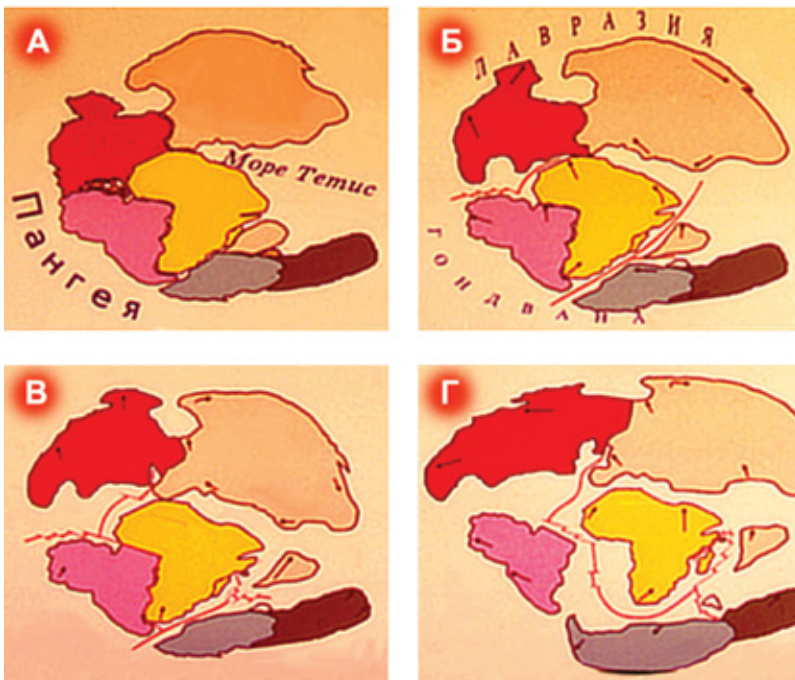
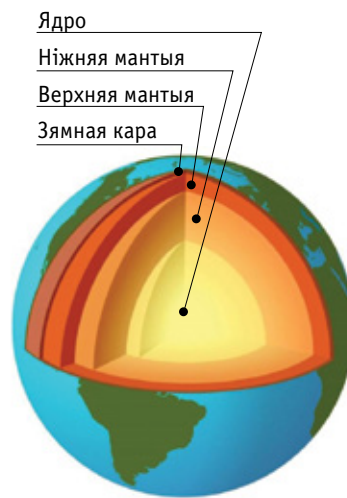
Спрабуючы адказаць на пытанне пра прычыны моцных змен клімату за апошнія паўмільярда гадоў, навукоўцы разгледзелі разнастайныя геалагічныя, астранамічныя, біялагічныя, геамагнітныя і касмічныя фактары. Вывучылі нават чуткі пра прышэльцаў з іншых планет: а раптам яны выкарыстоўвалі якую-небудзь кліматычную зброю. Але ніякіх слядоў знешняга ўмяшання не знайшлося... Затое высветлілася, што тэмпература на планеце апошнія сотні мільёнаў гадоў вызначалася размяшчэннем на Зямным шары мацерыкоў!

#### Рух кантынентаў

Зямная кара – толькі тонкі верхні пласт нашай планеты (Мал. 1.3.3). Пад ёй пачынаецца мантыя – асноўная частка планеты, якая з некаторай глыбіні ўяўляе сабой вельмі гарачую і вязкую вадкасць. Па ёй «плаваюць» цвёрдыя літасферныя пліты. Яны могуць расколвацца, раз'язджацца або сыходзіцца, толькі вельмі павольна – звычайна на некалькі сантыметраў за год, але за мільёны гадоў атрымаецца нямала! Гэту з'яву называюць дрэйфам кантынентаў. Старажытны мацярык Пангея павольна падзяляўся на часткі – кантыненты, яны раз'язджаліся і сутыкаліся (Мал. 1.3.4). Сапраўды, калі паглядзець на заходні бок Афрыкі і ўсходні бок Паўднёвай Амерыкі, то бачна, што яны былі часткай адной пліты, якая з часам раскалолася.

Калі мацерыкі знаходзяцца блізка да экватара, то на іх не назапашваецца лёд, а калі яны блізка да палюсоў, то на іх утвараюцца ледавікі, што мы зараз бачым у Антарктыдзе і ў Грэнландыі. Белая паверхня лёду і снегу адлюстроўвае сонечнае выпраменьванне назад у космас, яна застаецца халоднай, а цёмная паверхня зямлі або воды яе амаль цалкам паглынае і награвяецца.

Мал. 1.3.3. Унутраная будова Зямлі.



Мал. 1.3.4. Дрэйф кантынентаў за апошнія 500 млн гадоў.

**А** – утварэнне Пангеі;

**Б** – раздзяленне Пангеі, утварэнне Лаўразіі і Гандваны;

**В** – раскол Гандваны, утварэнне Індастана, Аўстраліі і Антарктыды;

**Г** – утварэнне Паўднёвай Амерыкі, пачатак расколу Лаўразіі.

Калі гэта з'ява адбываецца на вялізнай плошчы, то яна становіцца галоўным фактарам, які ўплывае на клімат усёй планеты! У апошнія паўмільярда гадоў асноўную частку часу кантыненты былі пакрытыя льдом менш, чым цяпер, і было цяплей.



*Белая паверхня лёду і снегу адлюстроўвае сонечнае выпраменьванне назад у космас, таму яна застаецца халоднай, а цёмная паверхня зямлі або вады амаль цалкам паглынае выпраменьванне і награвяецца.*

Калі клімат моцна мяняўся, асабліва ў бок пахаладання, наступалі біякатастрофы, калі за дзясяткі мільёнаў гадоў гінулі многія жывыя арганізмы і заставаліся толькі самыя прыстасаваныя да новых умоў.

Падчас аднаго з такіх пахаладанняў прыкладна 60 млн гадоў таму вымерлі апошнія дыназаўры. Гэта быў паступовы працэс, які, верагодна, доўжыўся больш за тысячу гадоў. Дакладная прычына гібелі дыназаўраў невядомая, а можа, іх было некалькі, а не адна.

### **Чаму вымерлі дыназаўры?**

*Прыкладна 60 млн гадоў таму вымерлі апошнія дыназаўры. Чаму гэта адбылося, навукоўцы да гэтага часу не могуць дакладна сказаць.*



*Адна з тэорыяў – дыназаўры не вытрымалі канкурэнцыі з больш «дасканалымі» жывымі арганізмамі. Напрыклад, з млекакормячымі, якія былі памерам з вавёрку, але ўначы, калі было халодна і дыназаўры не маглі рухацца, яны з'ядалі іх яйкі ці наносілі ім смяротныя раны.*

*Іншая тэорыя – на Зямлю ў раёне цяперашняга Карыбскага мора ўпаў велізарны метэарыт, падзенне прывяло да таго, што ў атмасферу трапіла гіганцкая колькасць пылу, які на нейкі перыяд засланіў нашу планету ад Сонца. Стала халодней, птушкі, млекакормячыя і многія іншыя арганізмы да гэтага прыстасаваліся, а дыназаўры не вытрымалі.*

*Яшчэ адна версія. Вядома, што для некаторых рэптылій (кракадзілаў, чарапах) тэмпература глебы вызначае, самцы ці самкі вылупяцца з яек, закапаных у прыбярэжны пясок. Біёлагі мяркуюць, што такая залежнасць магла паўплываць і на нясенне яек дыназаўраў, якія па сутнасці такія ж паўзуны, толькі вельмі вялікія. І калі тэмпература такая, што на свет з'яўляюцца адны самкі (або самцы), то ўзнаўленне аднаго або некалькіх відаў спыняецца. І гэта без усялякіх катастроф, пажараў, вывяржэнняў або падзення гіганцкіх метэарытаў!*

*Змена роўнага і вільготнага клімату на такі, пры якім ёсць сезонныя змены, нават невялікія, стварае ўмовы, калі кароткія перыяды халодных начэй не могуць даць дастаткова цяпла для выжывання велізарных цел тагачасных рэптылій. Калі такія часы цягнуцца дастаткова доўга, многія жывёлы слабеюць і ўрэшце гінуць.*

Аднак самая галоўная кліматычная падзея адбылася 50 млн гадоў таму. Кантыненты аддаляліся ад палюсоў. Снегу і лёду было вельмі мала, і тэмпература расла: яна была прыкладна на  $12^{\circ}\text{C}$  вышэйшай, чым цяпер. Але «рапам» Індыя, якая да гэтага была асобнай невялікай літасфернай плітой, урэзалася ў Еўразію. Утварыліся горы Гімалаі, і пачаўся такі рух літасферных пліт, што Антарктыда заняла месца на Паўднёвым полюсе і пакрылася пластом белага лёду (30–40 млн гадоў таму). Тэмпература на планеце рэзка стала падаць, бо белая ледзяная Антарктыда стала адлюстроўваць сонечнае выпраменьванне назад у космас!

Прыкладна 10 млн гадоў таму на сваё цяперашняе месца на планеце ўстала Грэнландыя і пакрылася пластом белага лёду, што яшчэ панізіла тэмпературу, і яна наблізілася да сучасных значэнняў.

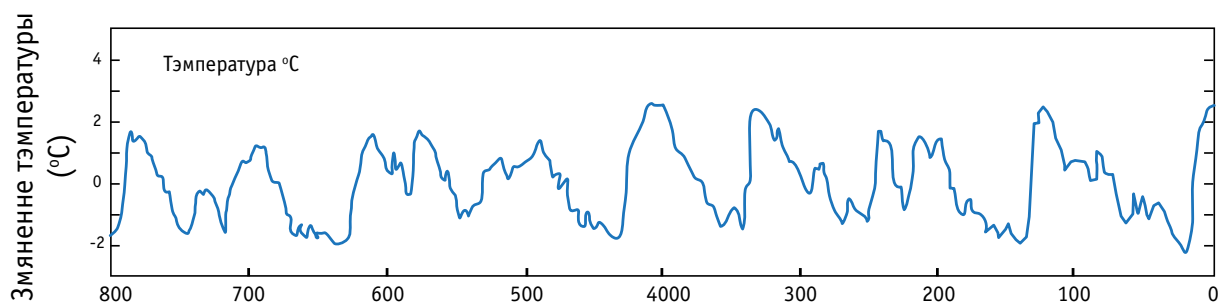


Апошнія 500 млн гадоў на Зямлі было значна цяплей, чым цяпер. 30–40 млн гадоў таму пакрылася льдом Антарктыда, а 10 млн гадоў таму – Грэнландыя, у выніку чаго тэмпература апусцілася да сучаснага ўзроўню.

### 1.3.2. | Прычыны змен клімату: дзясяткі і сотні тысяч гадоў

Мы ведаем, што на працягу кожнага мільёна гадоў тэмпература на Зямлі змянялася. Высветлілася цікавая рэч: прыкладна кожныя 100 тыс. гадоў мы бачым адносна кароткі перыяд цяпла, а ўвесь астатні час значна халадней – гэта ледніковыя перыяды. Зараз мы жывём у цёплым перыяд.

**Мал. 1.3.5.** Змяненне тэмпературы на Зямлі за апошнія 800 тыс. гадоў адносна сярэдняга паказчыка.

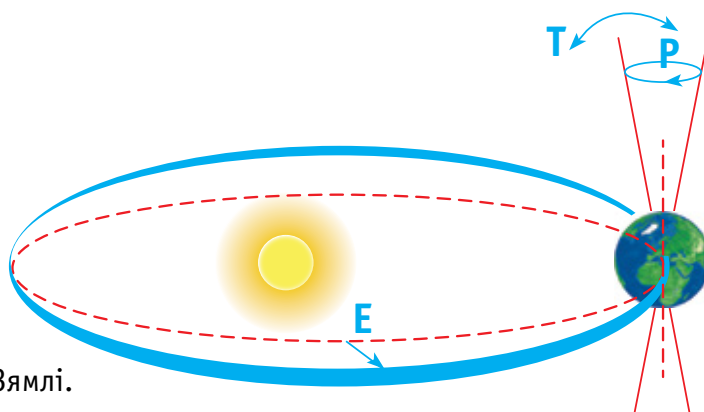


Чаму так адбываецца? Навукоўцы мяркуюць, што прычыны ўзнікнення ледніковых перыядаў і перыядаў наступнага пацяплення – астранамічныя (Мал. 1.3.6).

Кожныя 41 тыс. гадоў змяняецца нахіл зямной восі ў межах паміж  $22^{\circ}$  і  $24,5^{\circ}$  (цяпер ён складае  $23,5^{\circ}$ ). Гэта значыць, што ў палярных раёнах палярная ноч то даўжэйшая, то карацейшая. На агульную колькасць цяпла, якое паступае да Зямлі ад Сонца, гэта, вядома, не ўплывае, але ад гэтага залежыць суровасць і працягласць зімы.

**Мал. 1.3.6.** Змена арбіты і вярчэнне Зямлі вакол сваёй восі, якія вызначаюць наступленне ледніковых перыядаў.

- T** — змены нахілу восі Зямлі;
- E** — змены арбіты Зямлі  
(адхіленні арбіты ад круга);
- P** — змена напрамку восі вярчэння Зямлі.



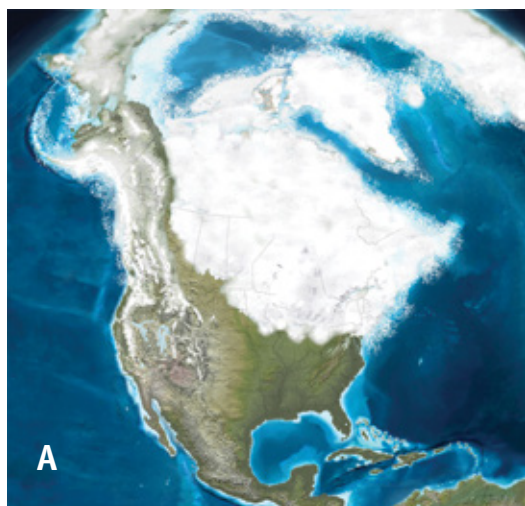
Вось Зямлі робіць кругавыя рухі з перыядычнасцю 19-23 тыс. гадоў. Успомніце: калі вы запускаеце ваўчок, то спачатку яго вярхушка глядзіць строга ўверх, потым яна пачынае апісваць колы, а потым ваўчок спыняецца і падае. Зямля падобная на ваўчок. Вядома, пра спыненне вярчэння ў бліжэйшыя мільёны гадоў не можа быць і гаворкі, а нейкае запаравленне вярчэння ўжо адбылося, і вось зямлі не строга глядзіць на адно і тое ж месца на зорным небасхіле. Як і нахіл восі, яе вярчэнне на прыход цяпла ад Сонца не ўплывае, але ўплывае на суровасць і працягласць халоднага перыяду года ў палярных шыратах.

Арбіта вярчэння Зямлі вакол Сонца змяняецца з перыядамі прыкладна ў 400 тыс. і 100 тыс. гадоў. Калі арбіта Зямлі блізкая да кругавой, сезонныя змены патоку цяпла ад Сонца меншыя, чым калі арбіта Зямлі – эліпс.

Калі зімы ў палярных раёнах становяцца даўжэйшымі і больш суровымі, снег не паспявае летам растаць, ён назапашваецца, утвараюцца леднікі. Гэтыя белыя леднікі, у адрозненне ад цёмнай паверхні зямлі або вады, адлюстроўваюць амаль усё сонечнае выпраменьванне. Становіцца яшчэ халодней, і леднікі растуць: рухаюцца ад палюсоў ва ўмераныя шыроты. Надыходзіць ледніковы перыяд (Мал. 1.3.7).

Праходзяць дзясяткі тысяч гадоў, і ствараюцца ўмовы для больш кароткіх і цёплых зім ва ўмераных і высокіх шыратах. Ляднік пачынае адступаць, і ўсё вяртаецца на сваё месца. Так было 13 тыс. гадоў таму, калі скончыўся апошні ледніковы перыяд.

**Мал. 1.3.7. А)** Паўночная Амерыка падчас ледніковай эпохі 125 тыс. гадоў таму і **Б)** у наш час.



Прыкладна 5-7 тыс. гадоў таму клімат быў больш цёплым і вільготным, чым цяпер. Такія ўмовы былі спрыяльныя для старажытнага чалавека і развіцця цывілізацыі, але думаць, што такое ж пацяпленне на пару градусаў будзе шчасцем і для сучаснай цывілізацыі, не варта. Цяпер у чалавека іншыя патрабаванні і ўмовы жыцця, нам ужо мала таго, што хапае травы для свойскіх жывёл, а ў лясах шмат дзічыны.

Разам з надыходам ледніковых перыядаў мяняўся і ўзровень Сусветнага акіяна. У халодныя перыяды ўзровень акіяна быў на 50-100 м ніжэйшым – менавіта тады старажытныя людзі перайшлі з Еўразіі ў Амерыку, верагодна, у асноўным па сушы, а часткова – па вузкім праліве, пакрытым ільдом. У цёплыя перыяды апошніх сотняў тысяч гадоў ўзровень акіяна быў як цяпер або вышэйшым на 5-10 м.

Праз некалькі дзясяткаў тысяч гадоў на Зямлі пачнецца наступны ледніковы перыяд. Навукоўцы не могуць сказаць, калі дакладна – праз 15, 20 або 30 тыс. гадоў, настолькі складаныя спалучэнні перыядаў змены арбіты і вярчэння Зямлі.

Відавочныя дзве рэчы. Першая: гэта будзе. Верагодна, нашы далёкія нашчадкі здолеюць добра прыстасавацца, бо ў сярэдніх і трапічных шыратах будзе ненашмат халадней, чым цяпер. Другая: ледніковы перыяд прыйдзе нягучка і не ў выглядзе рэзкага пахаладання за год ці за сто гадоў, рух ледніка зойме сотні і тысячы гадоў. На клімат апошняга тысячагоддзя і наступных стагоддзяў «ледніковая перспектыва» не аказвае ўплыў.



*Кліматычная гісторыя Зямлі за апошні мільён гадоў – гэта пачатак ці канец ледніковых перыядаў. Прыкладна кожныя 100 тыс. гадоў становіцца цёпла. Гэты перыяд цягнецца 20–40 тыс. гадоў, потым зноў прыходзіць пахаладанне. Новы ледніковы перыяд непазбежны, але да яго яшчэ ад 15 да 30 тыс. гадоў. На сучасныя змены клімату, якія адбываюцца цяпер і будуць адбывацца ў наступных стагоддзях, «ледніковая перспектыва» не аказвае ўплыў.*

### 1.3.3. | Прычыны змен клімату: стагоддзі

За апошнюю тысячу гадоў у розных частках планеты было то цяплей, то халадней. На працягу некалькіх дзесяцігоддзяў перапад тэмпературы паветра дасягаў 3-4° С, што было вельмі заўважна. Вядома, тэрмометраў тысячу гадоў назад не было, тэмпературу людзі вымяраюць толькі апошнія 300 гадоў, але засталіся запісы пра ўраджайныя (цёплыя) і неўраджайныя (халодныя) перыяды. Пра тэмпературу вучоныя могуць судзіць па адкладаннях на дне вадаёмаў і па іншых прыкметах. Вельмі наглядная крыніца інфармацыі – гадавыя кольцы прыросту дрэў.

Навукоўцы тлумачаць перыядычныя ваганні тэмпературы на працягу некаторых дзесяцігоддзяў зменамі сонечнай актыўнасці, вывяржэннямі вулканаў і працэсамі ў акіянах.

#### Ваганні сонечнай актыўнасці

Інтэнсіўнасць сонечнага выпраменьвання перыядычна мяняецца і мае 11-гадовыя цыклы. Але назіранні, якія пачалі яшчэ ў XVII стагоддзі, таксама паказваюць 40-45-, 60-70-, 100- і 200-гадовую зменлівасць актыўнасці Сонца.

Звычайна сонечнае выпраменьванне мяняецца нязначна, але, калі адзін аднаго змяняюць адразу некалькі перыядаў з нізкай сонечнай актыўнасцю, на Зямлі становіцца нашмат халадней. Напрыклад, з 1640 па 1715 гады быў так званы малы ледніковы перыяд.

Якраз у гэты час рускі цар Пётр I быў у Нідэрландах і здзіўляўся, што ўзімку па замерзлых каналах усе перамяшчаюцца на каньках. Потым пахаладанне скончылася, і карыстацца канькамі сталі радзей (Мал. 1.3.8).

*Мал. 1.3.8. Рамейн дэ Хоге. Жыхары Нідэрландаў катаюцца на каньках па замёрзлым канале. Гравюры з серыі «Модныя персанажы». Нідэрланды, 1682–1702 гады.*



## Вывяржэнне вулканаў

Што ў прыродзе выклікае захапленне сваёй моцай і лішкам энергіі? Вулканы. Як вы думаеце, вулканы награвваюць або астуджаюць атмасферу Зямлі? На першы погляд награвваюць, гарачая лава і разжараныя газы сапраўды павышаюць тэмпературу паветра, але толькі побач з вулканам. Найбольшы ўплыў на клімат аказвае вулканічны попел. Калі пры вывяржэнні ён падымаецца ў стратасферу на вышыню 10–15 км, то застаецца там надоўга і зацяняе Зямлю ад Сонца, на ўсёй планеце становіцца халадней.





Любое магутнае вулканічнае вывяржэнне, пры якім слуп попелу дасягае стратасферы, выклікае праз год лакальнае пахаладанне. Напрыклад, пасля напалеонаўскіх войнаў людзі ў Еўропе здзіўляліся, чаму некалькі гадоў запар так халодна. Аказалася, што прычына ў вывяржэнні вулкана Тамбора на тэрыторыі цяперашняй Інданезіі. Так было і ў 1983 годзе пасля вывяржэння вулкана Эль-Чычон ў Мексіцы, і ў 1992 годзе пасля вывяржэння вулкана Пінатуба на Філіпінах.

Аднак праз 2-3 гады попел асядае ўніз, і дзеянне вулканаў на клімат Зямлі спыняецца да наступнага вывяржэння з закідам попелу ў стратасферу.

Такія вывяржэнні рэдкія, значна часцей здараюцца вывяржэнні, якія не ўплываюць на клімат Зямлі. Напрыклад, вывяржэнне вулкана з цяжкай назвай Эйяф'ядлайёкюдль у 2010 годзе ў Ісландыі. Тады попелу было вельмі шмат, але толькі ў ніжніх пластах атмасферы: праз яго па ўсёй Еўропе не маглі лётаць самалёты. Тады попел хутка асеў, не распаўсюдзіўшыся па ўсім зямным шары.

*Мал. 1.3.9. Вулкан Тамбора на в. Сумбава ў Інданезіі. У выніку катастрофічнага вывяржэння 1815 года верхняя частка вулкана абвалілася, і ўтварылася варонка дыяметрам 6 км і глыбінёй 1 км.*



## Акіянічныя плыні

Удалося даказаць, што тысячу гадоў таму, калі нарвежскія вікінгі адкрылі Грэнландыю, там быў цёплы перыяд. Таму вікінгі нават назвалі яе «зялёнай зямлёй». Вядома, Грэнландыя тады не была цалкам зялёнай, ляднік, як і цяпер, пакрываў амаль увесь востраў, але на паўднёвым краі, свабодным ад ільду, было адносна цёпла. Прычына такога клімату на востраве была ў ваганнях акіянічных плыняў: яны цякуць то мацней, то слабей, становяцца то ледзь цёплымі, то халоднейшымі. Гэтага аказваецца дастаткова, каб у розных частках планеты былі больш цёплыя і больш халодныя перыяды.



*Клімат на Зямлі ў мінулым неаднаразова мяняўся. Аднак ніколі яшчэ сярэдняя тэмпература планеты не змянялася з такой неверагоднай хуткасцю, як цяпер: амаль 1° С за 100 гадоў. Такая беспрэцэдэнтная хуткасць нехарактэрная для натуральных працэсаў. «Хуткія» для планеты змены адбываліся за тэрмін ніяк не менш за сотні і тысячы гадоў, што для чалавечага жыцця вельмі павольна! Але і катастрофы з «абвальваннем» клімату за год-два – толькі сюжэт для кінафільмаў, далёкі ад рэальнасці і прагнозаў.*

# Пытанні

1. Што было галоўным фактарам змен клімату ў маштабе мільярдаў гадоў?
2. Лаўка якога колеру нагрэецца на сонцы хутчэй: белая або зялёная? Чаму? Як гэтым прыкладам можна праілюстраваць працэсы, якія адбываюцца на нашай планеце?
3. Якая важная падзея ў руху літасферных пліт адбылася 50 млн гадоў таму? Як яна паўплывала на сучаснае аблічча планеты?
4. Пры дапамозе чаго ўдалося даведацца, якімі былі тэмпература і хімічны склад атмасферы на працягу апошніх 800 тыс. гадоў?
5. Чаму наступаюць ледніковыя перыяды?
6. Калі скончыўся апошні ледніковы перыяд? Ці будзе наступны? Ці можа ён раптам наступіць у наступным годзе?
7. Як старажытныя людзі трапілі з Еўразіі ў Амерыку? Лодак у іх не было, шырыня Берынгава праліва зараз 86 км, другога берага не відаць.
8. Вулканы награвваюць ці астуджаюць атмасферу Зямлі?



# Заданні

**Заданне 1.** Накладзіце на фізічную карту свету на паўпразрастую паперу, абвядзіце контуры Афрыкі і Паўднёвай Амерыкі і выражыце. Сумясціце выразаныя кантыненты.

Ці падобна на тое, што яны былі адзінай часткай сушы? Як яна называецца? Што з ёй стала? Як гэта паўплывала на клімат Зямлі? Чаму?

**Заданне 2.** **Эксперымент**

**Матэрыялы:** два невялікія аркушы паперы – белы і чорны, два кавалачкі пластыліну даўжынёй 4 см і таўшчынёй 0,5 см.

**Ход эксперыменту.** Склеіце аркушы паперы – левая палова белая, правая чорная. Прымацуйце кавалачкі пластыліну перпендыкулярна аркушу з яго тыльнага боку, адзін кавалачак на белую частку, другі – на чорную. Пастаўце аркуш на рабро, трымаючы яго рукамі, і трымайце побач з лямпай (лепш магутнай). Лямпа збоку будзе асвятляць аркушы.

Які кавалачак пластыліну пры нагрэве аркуша лямпай упаў першым? Чаму?

Прывядзіце прыклад аналагічнага працэсу таго, што адбываецца на Зямлі.

**Заданне 3.** Вы ўжо ведаеце, што ў часы дыназаўраў на Зямлі было цяплей, чым цяпер. Каб на Зямлі стала цёпла, як пры дыназаўрах, Антарктыда павінна «сысці» настолькі далёка ад Паўднёвага полюса, каб там растаў увесь лёд.

Вазьміце фізічную карту свету і, улічваючы яе маштаб, палічыце, на якую адлегласць у кіламетрах павінна перамясціцца Антарктыда, каб яе цэнтр апынуўся не на Паўднёвым полюсе, а на  $40^\circ$  паўднёвай шыраты.

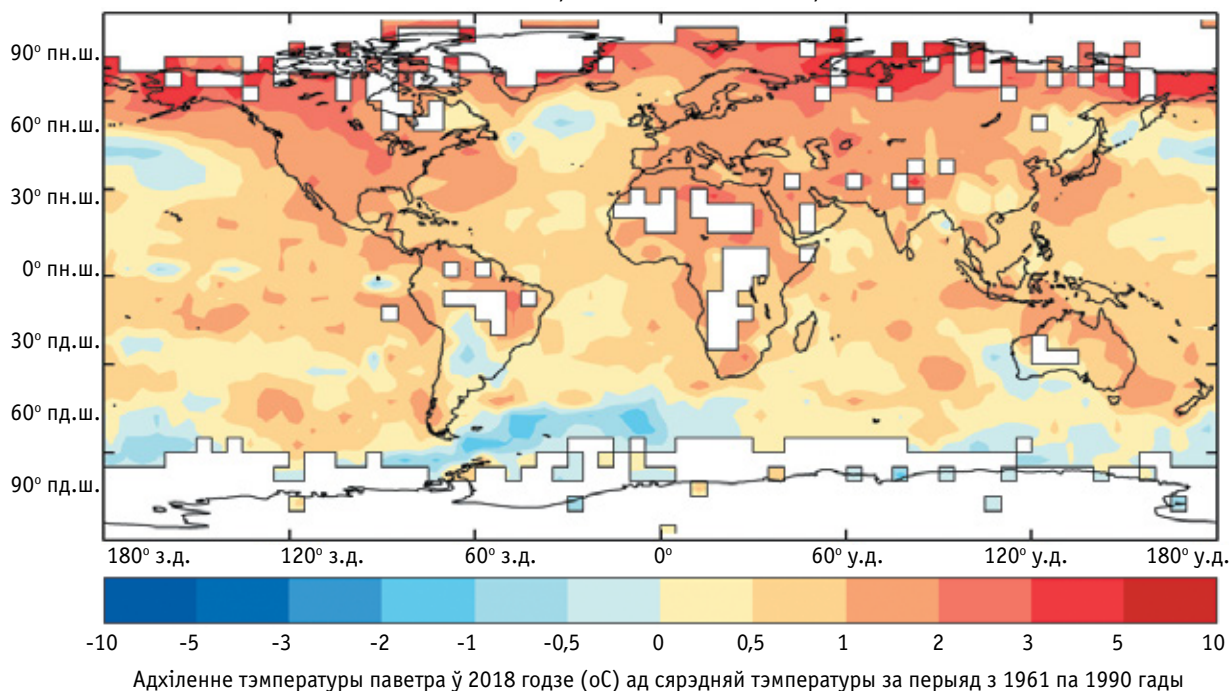
Выкажам здагадку, што Антарктыда рухаецца на 2 см за год. Разлічыце, праз колькі гадоў наступіць настолькі моцнае пацяпленне, выкліканае толькі рухам Антарктыды, каб на Зямлі змаглі жыць дыназаўры.



## 1.4. | Сучасныя змены клімату

На працягу апошняга стагоддзя тэмпература дзіўным чынам пачала расці. За 100 гадоў на планеце пацяплела амаль на градус! У Паўночным паўшар'і такога цёплага перыяду, як з 1983 па 2019 гады, не было за апошнія 1400 гадоў (Мал. 1.4.1).

**Мал. 1.4.1.** Карта паказвае, на колькі градусаў змянілася тэмпература ў розных рэгіёнах Зямлі да 2018 года ў параўнанні з сярэднім значэннем за перыяд з 1961 па 1990 гады.



Вучоныя тлумачаць сучаснае пацяПЛенне на планеце ўзмацненнем парніковага эфекту.

**Мал. 1.4.2.** Энергетычны баланс Зямлі і парніковы эфект.



## Парніковы эффект

Парніковым эффектом называюць працэс, пры якім газы, пыл, вадзяная пара, якія змяшчаюцца ў атмасферы, паглынаюць змяное цяпло і перашкаджаюць адлюстраванню яго ад паверхні Зямлі. Калі 200 гадоў назад навукоўцы апісалі гэты эффект, яны звярнулі ўвагу на падабенства зямной атмасферы з парніком для вырошчвання гародніны. Таму газы, якія паглынаюць цеплавое выпраменьванне Зямлі, назвалі парніковымі. Парніковыя газы, якія змяшчаюцца ў атмасферы: вуглякіслы газ, метан (для зручнасці яны абазначаюцца хімічнымі формуламі  $\text{CO}_2$  і  $\text{CH}_4$ ) і некаторыя іншыя, а таксама вадзяная пара. Яны затрымліваюць інфрачырвонае выпраменьванне, якое зыходзіць ад паверхні Зямлі. У выніку ніжнія пласты атмасферы праграваюцца. Без парніковага ефекту сярэдняя тэмпература паветра ля паверхні Зямлі была б не  $+14^\circ \text{C}$ , як цяпер, а толькі  $-19^\circ \text{C}$ . Цяпло Зямлі сыходзіла б у космас і атмасферу не прагрывала. Само існаванне жыцця на планеце тады было б пад пытаннем.

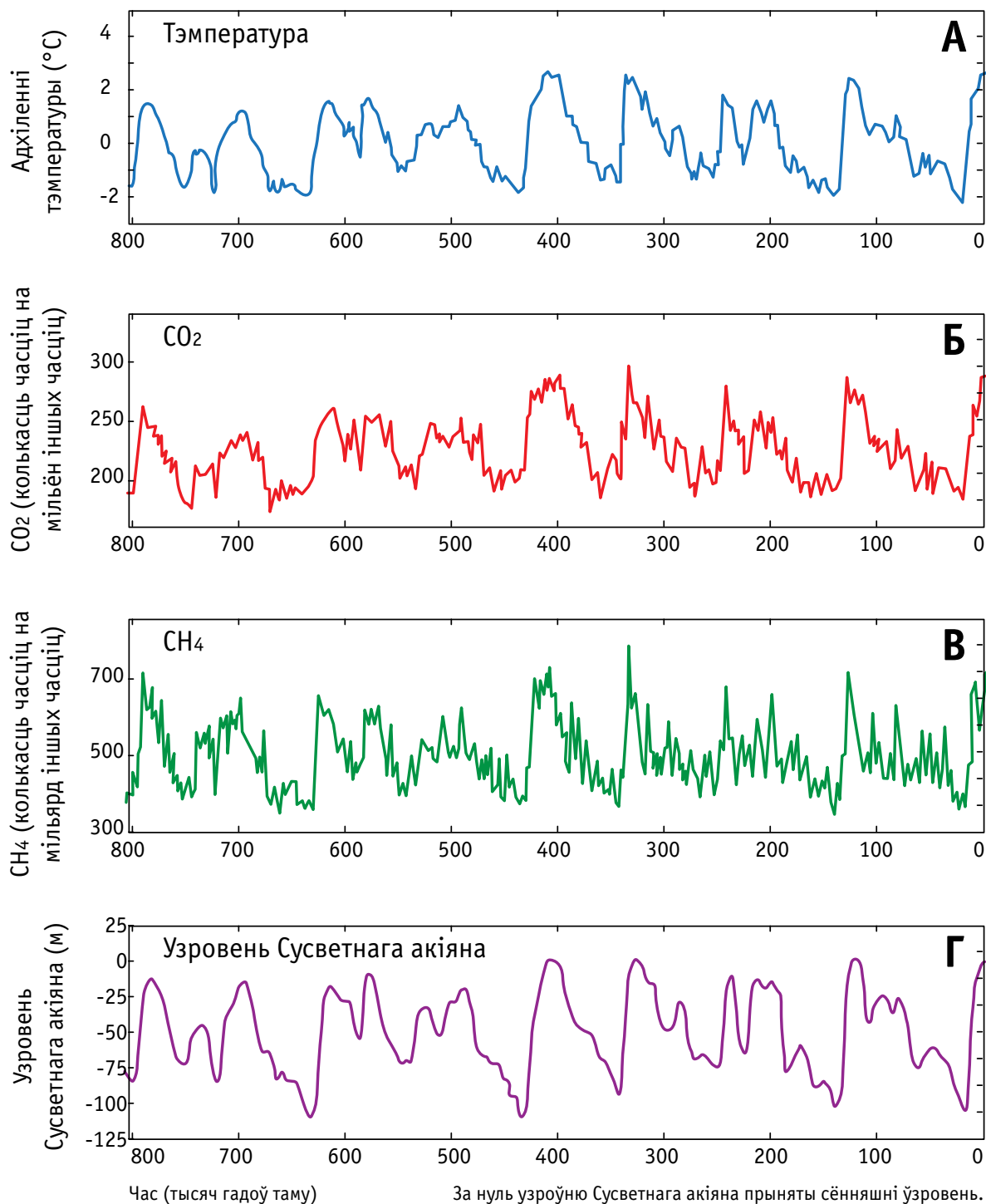
Вучоныя даўно прадказалі, што здабываючы і спальваючы вугаль, нафту і газ, чалавек будзе выкідаць у атмасферу вялікую колькасць  $\text{CO}_2$  і  $\text{CH}_4$ , узмацняючы парніковы эффект. У сярэдзіне XX стагоддзя прадказанне атрымала пацвярджэнне – канцэнтрацыя гэтых газаў па ўсім свеце стала хутка павялічвацца (Мал. 1.4.3).

**Мал. 1.4.3.** Колькасць вуглякіслага газу ў атмасферы за апошнія 400 тыс. гадоў.



**Парніковыя газы** – асноўная прычына сучасных змен клімату. У выніку гаспадарчай дзейнасці чалавека, у першую чаргу спальвання выкапнёвага паліва, развіцця аўтатранспарту і высечкі лясоў, канцэнтрацыя ў атмасферы такіх парніковых газаў, як вуглякіслы газ ( $\text{CO}_2$ ), метан ( $\text{CH}_4$ ) і закiс азоту ( $\text{N}_2\text{O}$ ), дасягнула рэкордна высокіх значэнняў, якіх не было на Зямлі на меншай меры апошнія 800 тыс. гадоў! Прыродная колькасць вуглякіслага газу ў атмасферы змянялася на працягу гісторыі паміж 180 і 300 часткамі  $\text{CO}_2$  на мільён іншых часціц. Сёння ўзровень  $\text{CO}_2$  складае 400 часціц на мільён! З пачатку развіцця прамысловасці (з 1750-х гадоў) колькасць вуглякіслага газу ў атмасферы вырасла на 40%, метану – на 120%, а закiсу азоту – на 20%! Здагадку пра тое, што гаспадарчая дзейнасць чалавека прыводзіць да ўзмацнення парніковага ефекту, упершыню зрабіў шведскі вучоны С. Арэніус яшчэ ў 1896 годзе.

**Мал. 1.4.4.** Змяненне за апошнія 800 тыс. гадоў адносна сярэдняга паказчыка:  
**А** – тэмпературы паветра;  
**Б** – колькасці вуглякіслага газу ( $\text{CO}_2$ );  
**В** – колькасці метану ( $\text{CH}_4$ );  
**Г** – узроўню Сусветнага акіяна.  
 Разлікі па колькасці ізатопаў кіслароду ў тарктычных ільдах.



Адначасова з тэмпературай і канцэнтрацыяй парніковых газаў мяняўся і ўзровень Сусветнага акіяна, паказаны на ніжнім графіку. У халодныя перыяды ўзровень акіяна быў на 50–100 м ніжэйшым, а ў цёплыя перыяды апошніх сотняў тысяч гадоў узровень акіяна быў як цяпер або вышэйшым на 5–10 м.

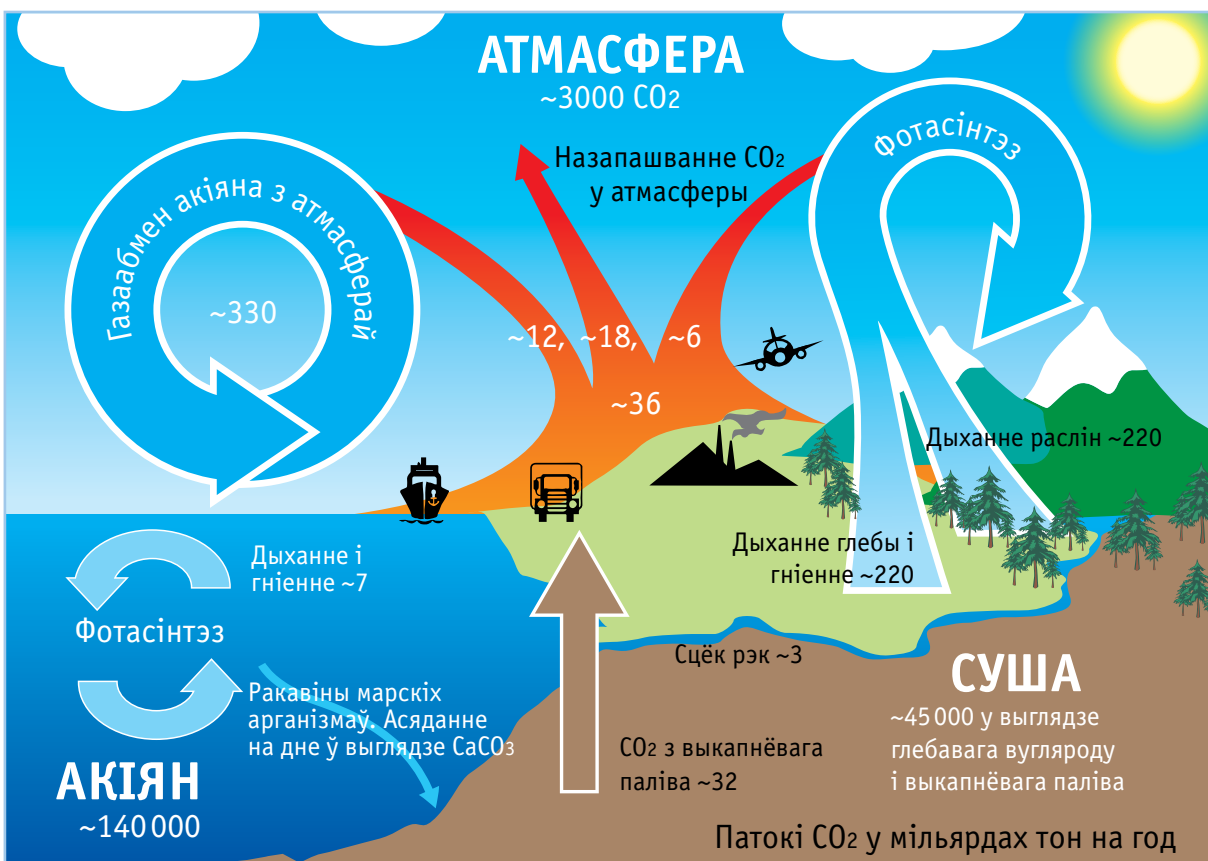
Ці выкліканы рост канцэнтрацыі  $\text{CO}_2$  толькі дзейнасцю чалавека ці гэта натуральны працэс?

Штогод фотасінтэз і дыханне жывых арганізмаў даюць такую колькасць вуглякіслага газу, якая нашмат большая за выкіды чалавецтва (Мал. 1.4.5). Акрамя гэтага, вывяргаюцца вулканы і «дыхае» акіян... Аднак з дапамогай ізатопнага аналізу было паказана, што ўсё ж асноўная прычына ўзнікнення парніковага эфекту – дзейнасць чалавека. Справа ў тым, што малекулы вуглякіслага газу, які ўтвараецца пры спальванні вугалю, нафты і прыроднага газу, адрозніваюцца ад малекул вуглякіслага газу, які выдзяляюць пры дыханні жывыя арганізмы.

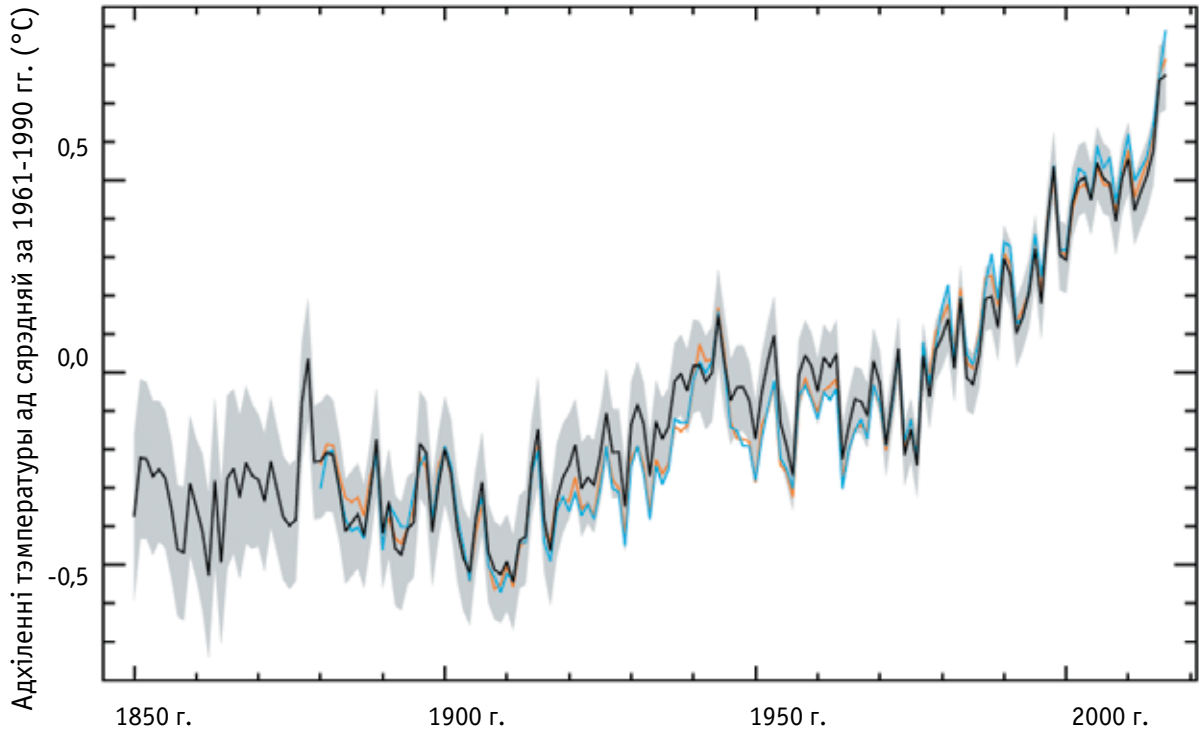


**Ізатопны аналіз.** Атамы аднаго і таго ж рэчыва могуць змяшчаць розную колькасць пэўных часціц – нейтронаў. Па іх колькасці можна вызначыць, адкуль у атмасферы ўзяўся вуглякіслы газ – ад дыхання жывых арганізмаў або ад спальвання вугалю, нафты і прыроднага газу.

Мал. 1.4.5. Кругаварот  $\text{CO}_2$  у прыродзе.



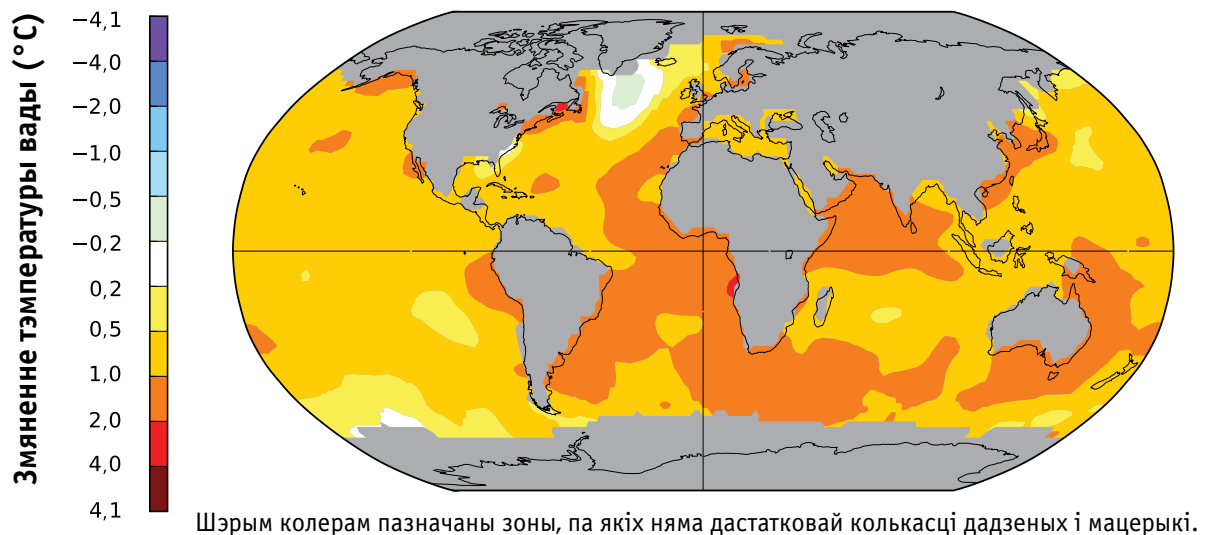
**Мал. 1.4.6.** Рост сярэдняй тэмпературы паветра на Зямлі з 1850 па 2018 гады.



Сіняя, чырвоная і чорная крывыя – дадзеныя метэаралагічных цэнтраў ЗША і Вялікабрытаніі. Паласа, зафарбаваная шэрым колерам, адлюстроўвае дыяпазон няпэўнасці, з якім брытанскія вучоныя мяркуюць пра дакладнасць наяўных дадзеных.

Акіяны, лясы і глебы планеты спрабуюць «дапамагчы» чалавеку і паглынаюць з атмасферы палову «нашага» CO<sub>2</sub>, але іншая палова назапашваецца ў атмасферы (Мал. 1.4.5) і ўзмацняе парніковы эфект. У выніку праграваецца атмасфера, а затым і акіяны (Мал. 1.4.7). Заўважым, што чалавек яшчэ і высек вялікую колькасць лясоў планеты, і зараз іх здольнасць паглынаць CO<sub>2</sub> з атмасферы менш, чым у мінулым.

**Мал. 1.4.7.** Змяненне тэмпературы вады ў Сусветным акіяне з 1901 па 2018 гады (у сярэднім на глыбіні ад 0 да 700 м).





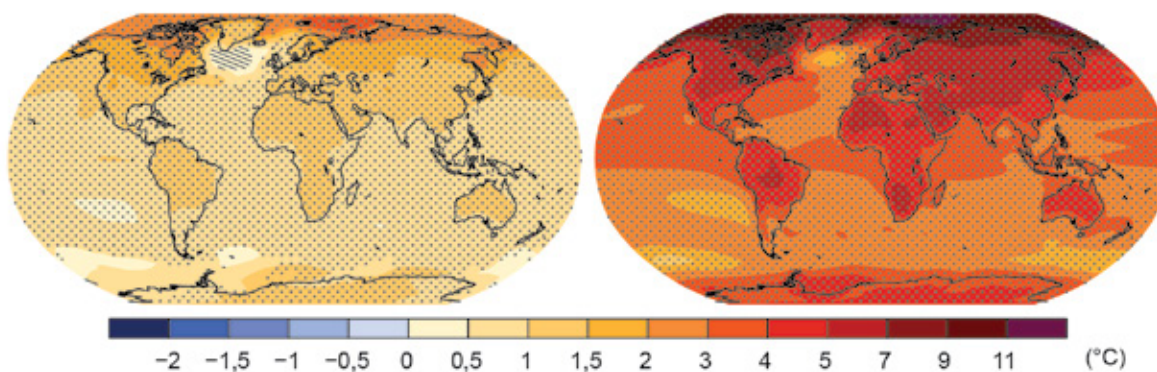
Менавіта акіяны адыгрываюць галоўную ролю ў фарміраванні клімату Зямлі. У ім канцэнтравана больш за 90% энергіі кліматычнай сістэмы планеты. Калі б расла толькі тэмпература атмасферы, а не акіяна, то біць трывогу было б рана. Гэта б азначала, што галоўнае звязно кліматычнай сістэмы зменамі не закранута. На жаль, тэмпература акіяна расце з году ў год! Таму кліматалагі лічаць, што халодныя зімы ці нават пахаладанне паветра на ўсёй планеце не могуць азначаць спынення глабальнага пацяплення. Бо з году ў год павялічваецца колькасць цяпла ў кліматычнай сістэме Зямлі ў цэлым, галоўным чынам, у акіяне (Мал. 1.4.7).

Акрамя змены газавога складу атмасферы, чалавек забруджвае паветра аэразолямі – драбнюткімі часціцамі як звычайнага пылу, так і шэрагу рэчываў, якія ўтвараюцца ад выкідаў электрастанцый, аўтамабіляў і самалётаў, пры лясных пажарах і спальванні травы. Паветра з часціцамі служыць перашкодай для сонечных прамянёў, што паніжае тэмпературу паблізу паверхні. Асядаючы на снег і лёд, аэразольныя часціцы (асабліва сажа) зніжаюць адбівальную здольнасць паверхні, што ўзмацняе пацяпленне. Такім чынам, чалавек і прагравае, і астуджае планету. На жаль, першы фактар – узмацненне парніковага эфекту – прыкладна ў 3 разы мацнейшы за астуджальныя дзеянні. Таму і гаворыцца пра «глабальнае пацяпленне», выкліканае чалавекам.

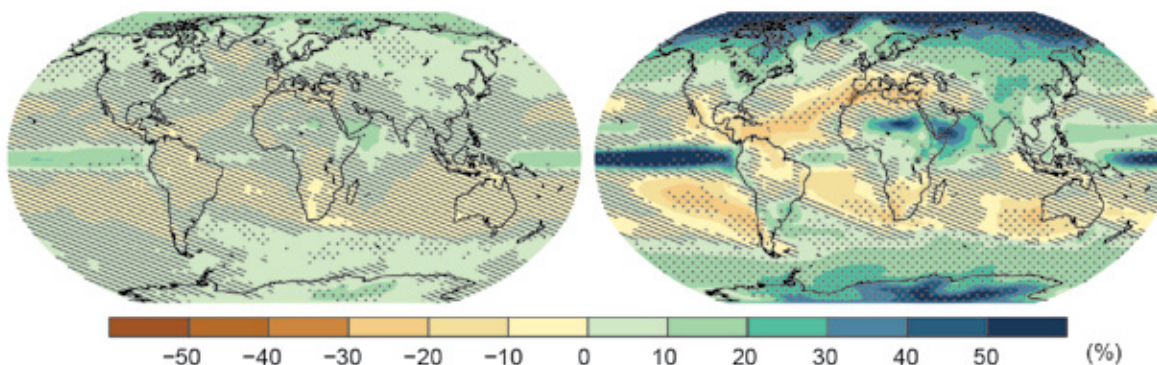
Вядомы кліматалаг М.І. Будыка яшчэ ў 1970-я гады даволі дакладна разлічыў рост тэмпературы і прадказаў, што прыкладна з 2000 года ў чалавецтва пачнуцца праблемы – новыя і «дзіўныя» змены клімату. Так і здарылася.

**Мал. 1.4.8.** Прагноз змянення тэмпературы і колькасці ападкаў на канец XXI стагоддзя паводле двух варыянтах агульнасусветных выкідаў парніковых газаў: найбольш спрыяльным (злева) і найменш спрыяльным (справа).

Змяненне сярэдняй за год прыпаверхневай тэмпературы паветра ў 2081–2100 гадах у параўнанні з сярэдняй у 1986–2005 гадах



Змяненне гадавой колькасці ападкаў у 2081–2100 гадах у параўнанні з сярэдняй за 1986–2005 гадах



З таго часу, як чалавек пачаў спальваць вугаль, тэмпература паветра ля паверхні Зямлі вырасла на  $1^{\circ}\text{C}$ , прычым за апошнія 50 гадоў рост склаў  $0,75^{\circ}\text{C}$  (Мал. 1.4.6). На першы погляд здаецца, што ў гэтым няма нічога страшнага: бо гэта сярэдняя тэмпература па ўсім зямным шары і па ўсіх сезонах! На справе мы бачым, што дзесьці рост мацнейшы. Напрыклад, у Расіі пацяпленне склала  $1,5^{\circ}\text{C}$ , а на Крайняй Поўначы, у Арктыцы, ужо  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  (Мал. 1.4.1).

З пачатку XX стагоддзя да канца 80-х гадоў на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь назіралася чаргаванне кароткачасовых перыядаў пацяплення і непрацяглых перыядаў пахаладання. У 1989 г. пачаўся чарговы перыяд пацяплення, які характарызаваўся не толькі небывалай працягласцю, але і павышэннем тэмпературы паветра (за 30 гадоў зімовая тэмпература павялічылася на  $2^{\circ}\text{C}$ ). Гэты перыяд пацяплення не мае сабе роўных па працягласці і інтэнсіўнасці за ўвесь перыяд метэааналізаў і працягваецца сёння. Тэмп росту тэмпературы ў сярэднім склаў каля  $0,7^{\circ}\text{C}$  за 10 гадоў. Гэта вялікія тэмпы пацяплення ў параўнанні з ростам тэмпературы ў глабальным маштабе. Каб вам было зразумела: за ўсё мінулае стагоддзе сярэдняя тэмпература зямнога шара павялічылася на  $1^{\circ}\text{C}$ . А зараз мы гаворым усяго толькі пра дзесяцігоддзе.



Для Беларусі 2019 год стаў самым цёплым, пачынаючы з 1881 года. Сярэднегадавая тэмпература склала  $8,8^{\circ}\text{C}$  (на  $2,1^{\circ}\text{C}$  вышэйшая за кліматычную норму), а сярэдняя тэмпература ўзімку перавысіла норму на  $5,5^{\circ}\text{C}$ . Ападкаў у 2019 годзе выпала ўсяго 89% ад нормы.

Ці было такое ў мінулым? Вядома, так. А.С. Пушкін, вядомы рускі паэт і пісьменнік, у сваім творы «Яўген Анегін» пісаў:

Тым годам восень гасцявала  
У полі, у лесе доўгі час,  
Прырода ўжо зімы чакала.  
Другога студзеня якраз  
Снег ноччу лёг... (пер.А.Куляшова)

(Даты ў Пушкіна – па старым стылі, гэта значыць 2 студзеня – гэта цяперашняе 19 снежня, але ўсё роўна, снег позні для сярэднеўрапейскай часткі Расіі, дзе першы снег звычайна выпадае ў кастрычніку).

Значыць і ў XIX стагоддзі былі і цёплыя дні зімой, і холад летам, наймацнейшыя штармы і паводкі, моцныя снегапады і працяглыя засухі, нават «ледзяны дождж», калі ўсё пакрываецца тоўстай скарынкай лёду.

Галоўнае ў тым, што цяпер гэтыя небяспечныя з'явы адбываюцца часцей, а будуць адбывацца яшчэ часцей! Пры гэтым і моцныя маразы таксама будуць, хоць з часам яны, верагодна, стануць здарацца радзей. Вядома, і станоўчыя эфекты будуць, але негатыўныя пакуль мы бачым больш.

**Рис. 1.4.9.** «Тацяна на ложку. Зіма». Ілюстрацыя Д. Бялюкіна да «Яўгена Анегіна» (Расія, 1999)



Цяпер з дапамогай камп'ютарных мадэляў, якія ўлічваюць усе эфекты – і натуральныя, і выкліканыя чалавекам, – кліматалагі не толькі патлумачылі тое, што адбываецца, але і далі прагноз на ўсё XXI стагоддзе. У залежнасці ад выкідаў парніковых газаў тэмпература ў гэтым стагоддзі можа вырасці вельмі моцна. Пры спрыяльным сцэнары змены тэмпературы невялікія – 1,5–2° С у параўнанні з пачаткам XX стагоддзя. Затое пры самым неспрыяльным – тэмпература на планеце можа вырасці на 5° С, у Беларусі – на 5–7° С, а ў Арктыцы і на 10° С! Гэта адаб'ецца на колькасці ападкаў, на ўзроўні акіяна і частаце ўзнікнення небяспечных з'яў. Як бачым, клімат канца XXI стагоддзя моцна залежыць ад дзейнасці чалавека.

Канешне, уплыў Сонца, вулканаў, акіянічных плыняў і іншых прыродных працэсаў таксама вельмі значныя. Аднак выкліканыя імі змены клімату кароткатэрміновыя, у рамках вялікага прамежку часу іх роля невялікая.

Таму большасць навукоўцаў сыходзіцца на думцы, што, хутчэй за ўсё, чалавек адыграў асноўную ролю ў змене клімату, якая адбываецца на Зямлі апошнія 60 гадоў (з сярэдзіны XX стагоддзя) і будзе адбывацца ў бліжэйшае стагоддзе.

*Галоўны ўплыў чалавека на кліматычную сістэму – выкіды парніковых газаў пры спальванні вугалю, прыроднага газу і нафтапрадуктаў. Чым менш ужыванне гэтага паліва электрастанцыямі, транспартам, прамысловасцю, у побыце, тым меншы ўплыў чалавека на клімат. Але энергетыкай справа не абмяжоўваецца. Чалавек ўплывае на клімат, высыкаючы лясы – «замінаючы» ім паглынаць CO<sub>2</sub> з атмасферы, дапускаючы вялікія ўцечкі метану з трубаправодаў, ужываючы ў прамысловасці новыя моцнадзейныя сінтэтычныя парніковыя газы. Таму рашэнне праблемы клімату настолькі складаная, бо для гэтага трэба перарабіць усю сусветную эканоміку, зрабіць яе «зялёнай» – прыязнай чалавеку і клімату.*



# Пытанні

1. Ці быў парніковы эфект у мінулым? Чаму?
2. Чаму за апошнія 100 гадоў тэмпература дзіўным чынам павялічылася?
3. Чым выкліканы рост канцэнтрацыі  $\text{CO}_2$  у атмасферы – натуральнымі прычынамі або дзейнасцю чалавека? Як гэта ўдалося даказаць?
4. Чаму можна сказаць, што чалавек і нагрывае, і астуджае планету? Які эфект мацнейшы?
5. На колькі градусаў павялічылася тэмпература паветра за апошнія 50 гадоў? Дзе павелічэнне большае: у свеце ў цэлым ці ў Беларусі?



## Заданне

Знайдзіце спіл тоўстага бярвяна з плоскім тарцом ці вялікі пень.

Разгледзьце гадавыя кольцы прыросту драўніны – ёсць як тонкія, так і больш шырокія.

Самыя старыя гадавыя кольцы знаходзяцца ў сярэдзінцы спілу, а самыя маладыя – каля краю.

Палічыце, колькі гадоў было на спіле, колькі за апошнія 20 гадоў было цёплых гадоў (шырокія кольцы) і халодных гадоў (вузейшыя кольцы).



# Як зміны клімату ўплываюць на прыроду і чалавека

Ці можна адаптавацца  
да іх непазбежных наступстваў?



ЧАСТКА



<b>2. Як змены клімату ўплываюць на прыроду і чалавека. Ці можна адаптавацца да іх непазбежных наступстваў?</b>	<b>47</b>
2.1. Як змены клімату ўплываюць на... <b>надвор'е</b>	49
2.2. Як змены клімату ўплываюць на... <b>расліны і жывёл</b>	58
2.3. Як змены клімату ўплываюць на... <b>лясы</b>	76
2.4. Як змены клімату ўплываюць на... <b>водныя рэсурсы</b>	94
2.5. Як змены клімату ўплываюць на... <b>сельскую гаспадарку</b>	103
2.6. Як змены клімату ўплываюць на... <b>прыбярэжныя рэгіёны</b>	109
2.7. Як змены клімату ўплываюць на... <b>горныя рэгіёны</b>	119
2.8. Як змены клімату ўплываюць на... <b>арктычныя рэгіёны</b>	133
2.9. Як змены клімату ўплываюць на... <b>гарады</b>	148
2.10. Як змены клімату ўплываюць на... <b>сацыяльныя праблемы</b>	158

## 2. | Як змены кліматау ўплываюць на прыроду і чалавека Ці можна адаптавацца да іх непазбежных наступстваў?

У прыродзе ўсё ўзаемазвязана. Нават невялікая змена аднаго кампанента прыводзіць да змен многіх іншых. Вось чаму па меры росту тэмпературы на планеце мы можам назіраць і іншыя, звязаныя з гэтым, змены. Павышаецца ўзровень Сусветнага акіяна, растуць ледавікі і шматгадовая мерзлата, расце год ад года колькасць і сіла экстрэмальных з'яў надвор'я, такіх як хвалі спёкі, ураганы, ліўні, паводкі, засухі. З'яўляюцца новыя небяспечныя інфекцыйныя захворванні і новыя шкоднікі там, дзе іх ніколі раней не было. Гэтыя і іншыя наступствы змены клімату небяспечныя для раслін і жывёл, якія не здольныя хутка адаптавацца да такіх рэзкіх перамен. Яны таксама прыносяць велізарны эканамічны ўрон, пагражаюць здароўю і нават жыццю людзей.



Нядаўна апублікаваныя вывады Міжрадавай групы экспертаў па змене клімату (МГЭЗК) – самай аўтарытэтай групы навукоўцаў-кліматологаў усяго свету – паказваюць, што працягваюцца змены клімату, якія зараз працягваюцца, могуць у будучыні прывесці да яшчэ больш небяспечных наступстваў для прыроды і чалавека.

Каб знізіць шкоду ад кліматычных змен, чалавецтву неабходна загадзя прадпрымаць адпаведныя папярэдзальныя меры, так званыя меры адаптацыі.



**Адаптацыя** – гэта прыстасаванне натуральных або антрапагенных сістэм да фактычнага або чаканага ўздзеяння змен клімату, якое дазваляе паменшыць шкоду або выкарыстаць спрыяльныя магчымасці ад змены клімату. Можна, напрыклад, узводзіць будынкі, якія будуць больш устойлівымі да экстрэмальных пагодных з'яў; збудаваць ахоўныя дамбы ад паводак; вывесці новыя, больш устойлівыя да засухі, сарты сельскагаспадарчых культур або распачаць іншыя меры.





## 2.1. | Як змены клімату ўплываюць на... надвор'е

На працягу апошніх 50 гадоў навукоўцы адзначаюць, што надвор'е ва ўсім свеце стала значна больш экстрэмальным. У навінах раз-пораз паведамляюць пра чарговае стыхійнае бедства: разбуральны ўраган на Філіпінах, надзвычайная засуха ў Аўстраліі, наймацнейшая паводка ў Еўропе, у Егіпце ўпершыню за 122 гады выпаў снег ... Кожны дзень тэмпература б'е ўсё новыя рэкорды: надзвычай спякотнае лета, «плюсавая» тэмпература ўзімку, на змену якой прыходзяць дваццаціградусныя маразы...

Усе гэтыя «капрызы» надвор'я па-навуковаму называюцца **анамаліі надвор'я**. Напрыклад, незвычайны холад у летні перыяд або нечуваныя адлігі зімой – найбольш распаўсюджаныя ў Рэспубліцы Беларусь аномаліі надвор'я (Мал. 2.1.2.). Яшчэ адна асаблівасць беларускага клімату апошніх гадоў – імклівае скарачэнне вясновага перыяду. У апошнія гады (2018 і 2019 гг.) У красавіку і ў маі назіралася сапраўдная спёка, якой не бачылі ні разу з 1945 года. Інакш кажучы, «класічная» вясна працягвалася ўсяго месяца.

Калі аномаліі надвор'я становяцца небяспечнымі для здароўя, жыцця і гаспадарчай дзейнасці людзей – гэта **небяспечныя пагодныя з'явы**.



**Аномаліі надвор'я** – гэта парушэнне «звыкллага» надвор'я для дадзенага сезона, месяца або дня, дзе пад «звыкллым» разумеюць сярэдні стан надвор'я ў гэтым рэгіёне за які-небудзь перыяд у мінулым, часцей за ўсё за 1961-1990-я гады.

**Небяспечныя пагодныя (гідраметэаралагічныя) з'явы** – гэта прыродныя працэсы і з'явы, звязаныя з умовамі надвор'я, якія ўзнікаюць у атмасферы, водах сушы або акіяне, уздзеянне якіх можа прывесці да гібелі людзей, жывёл, раслін, а таксама нанесці сур'ёзную шкоду эканоміцы.

Да небяспечных пагодных з'яў адносяцца працяглая спякота або моцны холад, вельмі моцны вецер, ураган, трапічны шторм (тайфун), пыльная (пясчаная) бура, моцны лівень, вялікі снегапад, смерч або тарнада, паводка, засуха, снежная лавіна, сель і многія іншыя.

**Звярніце ўвагу: землятруссы, вывяржэнні вулканаў і цунамі не залежаць ад клімату і надвор'я, і да небяспечных ПАГОДНЫХ з'яў яны не адносяцца!**

*Мал. 2.1.1. Снежаньскія і нават студзенскія дажджы – нярэдка з'ява ў апошнія гады.*



## Моцная пыльная бура на Блізкім Усходзе ў верасні 2015 года

Пыльныя (пясчаныя) буры часцей за ўсё здараюцца ў пустынях і засушлівых рэгіёнах. Яны бываюць двух відаў..

**Хабуб**, што ў перакладзе з арабскай азначае «моцны вецер», зараджаецца падчас навальнічных франтоў і часта ўзнікае як блізкая сцяна з пяску і пылу. Але, як і навальнічны фронт, хабуб не працягваецца доўга.

Існуе другі тып пыльных бур – доўгажывучыя і шырокамаштабныя, якія могуць доўжыцца на працягу некалькіх дзён. У Іраку такія буры часта звязаныя з устойлівымі паўночна-заходнімі вятрамі, якія называюць **шамаль** (што азначае «поўнач» на арабскай мове).

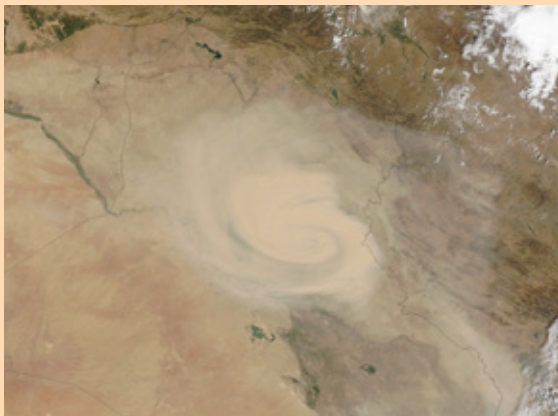
У пачатку верасня 2015 года масіўная пыльная бура з характарыстыкамі шамалю і хабубу прайшла праз Ірак, Іран і іншыя краіны Персідскага заліва і Усходняга Міжземнамор'я. Зводкі навін апісвалі парывы ветру да 80 км за гадзіну. Былі паведамленні пра закрыццё дарог, адмены авіярэйсав. Тысячы людзей апынуліся ў шпіталях праз праблем з дыханнем.

Пыльныя буры могуць быць асабліва небяспечныя для людзей, якія пакутуюць на астму; да таго ж, яны з'яўляюцца прычынай распаўсюджвання хваробатворных мікробаў. Яны таксама прыводзяць да вынасу глебавага покрыва, асабліва багатых на карысныя рэчывы лёгкіх часціц, зніжаючы тым самым ураджайнасць.

За апошнія гады пясчаныя буры сталі адбывацца часцей на Блізкім Усходзе і ў іншых засушлівых раёнах свету, такіх як Паўночная Афрыка, Паўночны Кітай, Манголія і Казахстан, Аўстралія, а таксама ў цэнтральнай частцы ЗША. У Маўрытаніі, дзе пустыня Сахара пакрывае 90% тэрыторыі, здаралася толькі дзве пясчаныя буры на год у пачатку 1960-х гадоў. Цяпер, паводле ацэнак спецыялістаў з Оксфардскага ўніверсітэта, іх колькасць можа дасягаць 80 на год.

Навукоўцы кажуць, што больш частыя пыльныя буры з'яўляюцца вынікам як неэкалагічных метадаў вядзення сельскай гаспадаркі, у тым ліку перавыпасу жывёлы, так і росту глабальных і лакальных тэмператур і больш частых засух.

**Мал. 2.1.2.** Спдарожнікавы здымак пыльнай буры над Іракам у верасні 2015 года.



**Мал. 2.1.3.** Пыльная бура, якая на-соўваецца, Афганістан, 2013 год.



## Надвор'е нервуецца

Так што усё ж такі адбываецца з надвор'ем і пры чым тут змяненне клімату?

Дадзеныя назіранняў сведчаць пра тое, што колькасць «дзівацтваў» надвор'я і небяспечных пагодных з'яў ва ўсім свеце пастаянна расце. Вучоныя лічаць, што гэта можа быць звязана з глабальнай зменай клімату. Паколькі расце сярэдняя тэмпература на планеце, павялічваецца выпарэнне вады з акіянаў, азёр і рэк. З гэтай прычыны ў атмасферы павышаецца колькасць вільгаці, што прыводзіць у асобных раёнах да моцных дажджоў. Акрамя таго, праз больш высокую тэмпературу ў паверхневых водах акіяна надзвычай небяспечныя трапічныя штормы (тайфуны) сталі ўзнікаць значна часцей, чым гэта было яшчэ ў сярэдзіне мінулага стагоддзя.



Уплывае (што цалкам прадказальна) глабальнае пацяпленне і на паўтаральнасць так званых «хваль спёкі».



**Хваля спёкі** – перыяд часу працягласцю больш за пяць дзён запар, на працягу якога сярэдняя сутачная тэмпература як мінімум на 5° C вышэй за норму для гэтых дзён года.



У даследаванні, апублікаваным нядаўна ў часопісе «Найчар» (Nature) – адным з самых аўтарытэтных міжнародных агульнанавуковых выданняў – гаварыцца, што небяспечныя пагодныя з’явы, якія раней ўзнікалі раз на 1 000 дзён, зараз здараюцца кожныя 200-250 дзён, гэта значыць у 4-5 разоў часцей. Аднак на ўсёй планеце змены клімату і іх наступствы адбываюцца нераўнамерна. У тым жа даследаванні навукоўцы адзначаюць, што анамаліі надвор’я паміж экватарам і тропікамі будуць больш катастрафічнымі. У краінах, размешчаных у гэтых шыратах, колькасць экстрэмальна гарачых дзён вырасце ў 50 разоў, а колькасць дзён з ліўневымі ападкамі – у 2,5 разы. З іншага боку, у Паўднёвай Еўропе, Паўночнай Афрыцы, на Блізкім Усходзе, у Чылі і Аўстраліі будуць часцей здарацца перыяды засухі, што пагражае жыхарам гэтых краін і рэгіёнаў недахопам пітной вады і харчавання.

Важна мець на ўвазе, што адхіленне надвор’я ад кліматычнай нормы само па сабе не можа разглядацца як змена клімату. Напрыклад, вельмі халодная зіма не сведчыць пра пахладанне клімату. Для выяўлення змен клімату патрэбныя дадзеныя за працяглы перыяд часу каля дзясятка гадоў і больш.

Анамаліі надвор’я могуць наносіць велізарную шкоду эканоміцы усяго свету, а таксама прыводзіць да чалавечых ахвяр.

### Небяспечныя анамаліі надвор’я апошніх гадоў



**Хваля спёкі ў Еўропе, 2003 год.** У пачатку жніўня 2003 года Францыю, Італію, Германію, Іспанію і шэраг іншых краін Еўропы накрыла самая моцная за апошні час хваля спёкі. Спякота пачалася ў чэрвені і працягвалася аж да сярэдзіны жніўня. На поўначы Францыі дзённыя тэмпературы перавышалі саракаградусную адзнаку на працягу як мінімум тыдня. Спецыялісты Інстытута Зямлі Калумбійскага ўніверсітэта (ЗША) падлічылі, што гэтая хваля спёкі каштавала жыцця больш чым 50 тыс. жыхароў Еўропы. Паводле дадзеных Французскага нацыянальнага навукова-даследчага інстытута здароўя і медыцыны, летам 2003 года смяротнасць насельніцтва ў Францыі была на 60% вышэйшай, чым у папярэднія гады.

*Мал. 2.1.4. Анамальная спёка ў Еўропе ў 2003 годзе. Чырвоным колерам на карце адзначаны вобласці, дзе сярэдняя тэмпература ў ліпені 2003 года была істотна вышэйшай за сярэднюю тэмпературу 2001 года.*



**Засуха ў Бразіліі, 2005 год.** Рэгіён, размешчаны ў басейне р. Амазонкі, пацярпеў ад засухі, якая лічыцца самай моцнай за сто гадоў. Рэкі высахлі настолькі, што людзі свабодна перамяшчаліся пешшу і ездзілі на роварах там, дзе каноэ і маторныя лодкі раней былі адзіным транспартным сродкам.

**Ураган «Катрына» ў ЗША, 2005 год.** Ураган «Катрына» стаў адным з самых жудасных стыхійных бедстваў ў гісторыі ЗША. Разбурыўшы дамбы, вада цалкам стёрла з твару зямлі велізарны горад Новы Арлеан. 90% жыхароў паўднёва-ўсходніх раёнаў штата Луізіяна былі эвакуіраваныя. І ў апошнія гады ўраганы і тайфуны сталі закранаць новыя, дагэтуль не схільныя да такіх бедстваў, тэрыторыі.

**Анамаліі надвор'я ў Беларусі.** Штогод на тэрыторыі Беларусі рэгіструецца ад 9 да 30 небяспечных пагодных з'яў, большасць з якіх носіць лакальны характар. Аднак такія з'явы, як замаразкі, моцны вецер, моцныя дажджы, моцныя снегапады, надзвычайная пажарная небяспека, падтапленні ў асобныя гады ахопліваюць значную частку тэрыторыі краіны. У сярэднім аномаліі надвор'я штогод наносзяць Рэспубліцы Беларусь ўрон у памеры 2,18 млн дал ЗША, найбольшая доля якога прыпадае на вельмі моцныя дажджы і ліўні, а таксама вельмі моцныя вятры (у тым ліку шквалы) - 67,3% і 27,5% адпаведна.

У жніўні 2005 года праз моцны вецер пацярпелі 6 218 населеных пунктаў, было пашкоджана 7 628 км ліній электраперадач, аб'ястачаны 6 024 населеныя пункты. У Мінску адбылося больш за 9 000 выпадкаў падзення дрэў, пашкоджаныя 122 аўтамабілі. Метэаролагі перыядычна фіксуюць нават тарнада. Раней гэта з'ява была рэдкай – усяго 1 выпадак за 2 гады. У апошні час атмасферныя віхуры дыяметрам і вышынёй да 1000 метраў з'яўляюцца 1–2 разы на год. Самы разбуральны тарнада прайшоўся над пасёлкам Шаркаўшчына ў чэрвені 2016 года. Ад смерчу пацярпела тры чалавекі. Віхор пакінуў 2 пасёлкі без святла, пашкодзіў 20 дахаў і зламаў 3 цялятнікі.

## Ці можна прадказаць аномаліі надвор'я загадзя?

На жаль, у большасці выпадкаў прадказаць небяспечныя пагодныя з'явы нельга. Надвор'е можна прадказаць максімум на два тыдні – кожныя 14 дзён атмасфера «абнаўляецца», і прасачыць сляды паветраных патокаў на больш доўгі тэрмін фізічна немагчыма. Загадзя магчыма толькі сказаць, што «зіма будзе ў сярэднім на градус халаднейшай, чым звычайна».

А вось кароткатэрміновы прагноз надвор'я бывае больш дакладны. Прагноз надвор'я на заўтра ад еўрапейскіх метэаслужбаў спраўджваецца ў 96% выпадкаў, на паслязаўтра – 93%, на трэці дзень – 90%. Паводле дадзеных Міністэрства прыродных рэсурсаў і аховы навакольнага асяроддзя Рэспублікі Беларусь Белгідрамет у 2018 годзе павысіў апраўдальнасць прагнозаў надвор'я на бліжэйшыя суткі да 97,1%, на трое сутак – да 97%. Своечасовае папярэджанне пра неспрыяльныя і небяспечныя метэаралагічныя з'явы павялічана да 59 гадзін.

Доўгатэрміновы прагноз верагоднасці ўзнікнення небяспечных пагодных з'яў пакуль магчымы толькі ў вельмі абагульненым выглядзе. Напрыклад, для поўначы Еўразіі экстрэмальна высокія тэмпературы, якія цяпер назіраюцца раз на 20 гадоў, да сярэдзіны ХХІ стагоддзя будуць паўтарацца ў тры разы часцей – раз на 7 гадоў. Да канца стагоддзя яны могуць паўтарацца ўжо раз на 3-5 гадоў, гэта значыць стануць больш тыповай з'явай.

## Можа, варта давяраць прыметам надвор'я?

На жаль, гэты шырока вядомы ў народзе метада прадказання надвор'я не можа нічым дапамагчы. Ды і ў часы нашых дзядоў і бабуль прыметы таксама апраўдваліся нячаста. Справа ў тым, што ў сёння народныя прыметы пра надвор'е цалкам страцілі сувязь з месцам свайго ўзнікнення. Прасцей кажучы, калісьці існавала прымета, згодна з якой па колькасці рабіны вызначалі, ці будуць зімой маразы. Восенню 2019 года рабіны было шмат. Акрамя таго, у 2019 годзе на дубах было шмат жалудоў – гэта таксама прымета моцных маразоў зімой. Але зіма 2019/2020 гг. здзівіла беларусаў аномальна цёплай надвор'ем. Апошні раз такі ж цуд прыроды заўважылі больш за дваццаць гадоў таму. У 1989 годзе зіма таксама ніяк не хацела ўступаць у свае правы: сярэдняя тэмпература паветра за сезон на 4° С перавышала кліматычную норму.

## Дык што ж нам рабіць? Як змагацца з небяспечнымі пагоднымі з'явамі?

Для таго каб адказаць на гэтае пытанне, не трэба быць ні акадэмікам, ні кліматалогам, ні нават выратавальнікам. Таму што адказ надзвычай прасты: «Трэба пачаць з сябе». Нам трэба стаць больш пільнымі і не быць абыякавымі. Пільнасць ў самым прамым сэнсе праяўляецца ў тым, што трэба сачыць за апошнімі навінамі навукі, не адмахвацца ад прагнозаў, улічваць змяненне клімату пры планаванні доўгатэрміновых праектаў і гэтак далей. Неабыякаваць праяўляецца ў тым, што трэба стаць больш строгім да сябе, мяняць свае звычкі, напрыклад, пачаць берагчы энергію. Нядрэнна б ведаць, як паводзіць сябе ў сітуацыях пагодных бедстваў, напрыклад, умець аказаць першую медыцынскую дапамогу чалавеку, які згрубіў прытомнасць ад спёкі.



## **Правілы бяспечных паводзін пры пагрозе і падчас урагану, буры, смерчу або тарнада**

### **Пры атрыманні штармавога папярэджання неабходна:**

- зачыніць дзверы, вокны, паддашкавыя люкі і вентыляцыйныя адтуліны;
- прыбраць з падаконнікаў, балконаў і лоджый прадметы, якія могуць быць падхоплены ветрам;
- адключыць газ, ваду, электрычнасць, пагасіць агонь у печах, камінах;
- падрыхтаваць запасы прадуктаў харчавання і пітной вады;
- узяць неабходныя рэчы і дакументы;
- схавацца ў падвальным памяшканні або ахоўным збудаванні.

### **Пры раптоўным узнікненні ўрагану, буры, смерчу неабходна:**

- а) калі вы знаходзіцеся ў доме:
  - адысці ад вокнаў;
  - застацца ў доме і схавацца ў бяспечным месцы (найбольш надзейнымі хованкамі паслужаць падвалы або першыя паверхі будынкаў);
- б) калі вы знаходзіцеся на вуліцы:
  - схавацца ад непагадзі ў падземным пераходзе, магазіне, пад'ездзе дома;
  - знайсці натуральнае сховішча (яр, яма, роў, канава), легчы на дно і шчыльна прыціснуцца да зямлі;
  - варта трымацца далей ад рэкламных шчытоў, аўтобусных прыпынкаў, дрэў, апор мастоў, ліній электраперадач;
  - ні ў якім разе не чапаць абарваныя электраправады.

Як толькі стыхія аціхне, не спяшайцеся пакідаць прытулак, бо ёсць верагоднасць, што шквальныя парывы ветру раптам могуць паўтарыцца.





# Пытанны

1. Для якога горада – вялікага ці малога – больш складана скласці прагноз надвор'я? Чаму?
2. Ваша сям'я збіраецца адзначыць бліжэйшы Новы год на прыродзе. Праграма свята будзе залежаць ад умоў надвор'я – альбо вы будзеце весяліцца на адкрытым паветры, альбо ў памяшканні. Якога чысла можна хоць бы прыблізна скласці прагноз надвор'я на 31 снежня?
3. Чым небяспечная анамальная спёка для чалавека?
4. Ці адносіцца землятрус да небяспечных пагодных з'яў?
5. Ці былі раней небяспечныя пагодныя з'явы, якія мы зараз назіраем – ураганныя вятры, паводкі, «хвалі спёкі» і іншыя?



## Заданне

Даведайцеся ў свайго настаўніка геаграфіі, якія кліматычныя паказчыкі характарызуюць ваш горад.

Якім было мінулае лета – больш цёплым, чым звычайна, або больш халодным?



## 2.2. | Як зміни клімату впливають на... рослини і живіт

Все-все,  
Все на свете,  
На свете нужны,  
И мошки  
Не меньше нужны,  
Чем слоны.

Нужны все на свете!  
Нужны все подряд –  
Кто делает мёд  
И кто делает яд.

Нельзя обойтись  
Без чудовищ нелепых  
И даже без хищников  
Злых и свирепых.

А если нам кто-нибудь  
Лишним покажется,  
То это, конечно,  
Ошибкой окажется...

Б. Заходер

### Што такое біразнастайнасць?





**Біяразнастайнасць** – гэта разнастайнасць відаў раслін і жывёл, грыбоў і мікраарганізмаў, а таксама мноства спалучэнняў прыродных умоў (ландшафтаў) і велізарная колькасць варыянтаў генаў у падобных арганізмаў. Іншымі словамі, біяразнастайнасць – гэта разнастайнасць формаў і праяў жыцця на Зямлі.

**Вучоныя выдзяляюць тры асноўныя тыпы біяразнастайнасці:**

- генетычная – сярод арганізмаў аднаго віду;
- відавая – сярод усіх жывых істот на планеце;
- ландшафтная, або экасістэмная, – сярод усіх спалучэнняў умоў пражывання арганізмаў.

Што такое **генетычная разнастайнасць**? Напрыклад, нам здаецца, што ўсе дзікія гусі ў адной зграі аднолькавыя. Але на самой справе яны трохі адрозніваюцца адзін ад аднаго. Узгадайце: у выдатнай гісторыі пра падарожжа Нільса з дзікімі гусямі кожная птушка паводзіла сябе па-свойму. Гэта, вядома, прыдуманая гісторыя, але ў рэальнасці так і ёсць. Адна гусь здолее хутчэй за іншых заўважыць лісу, якая падбіраецца па лёдзе да соннай зграі, іншая памятае поплавы з сакавітай травой на беразе возера, трэцяя лепш за іншых знаходзіць дарогу па зорках. А значыць, уся зграя будзе ў выйгрышы. І гэта датычыцца не толькі дзікіх гусей. Любому віду жывёл або раслін трэба вырашаць розныя задачы па выжыванні, асобныя арганізмы з выключнымі здольнасцямі справяцца лепш, чым аднолькавыя, быццам роботы з аднаго канвеера.



Генетычная разнастайнасць дае пачатак стварэнню новых відаў. Біёлагі лічаць, што невялікія спачатку адрозненні ў паводзінах і знешнасці, дапусцім, двух мядзведзяў, з часам у новых пакаленнях павялічваюцца. І праз шмат гадоў пра-пра-праўнукі гэтых мядзведзяў, што аблюбавалі розныя тэрыторыі, ужо пачынаюць па-рознаму здабываць ежу, уладкоўвацца на зімовую спячку (ці ўвогуле могуць ад яе адмовіцца). Так узнікаюць два розныя віды, напрыклад буры мядзведзь і яго гімалайскі тэзка.

Буры мядзведзь.



Гімалайскі мядзведзь.



Напэўна, самая зразумелая – гэта разнастайнасць відаў і найбуйнейшых сістэматычных груп, напрыклад, класаў або тыпаў. І без усякай навукі ясна, што дзьмухавец адрозніваецца ад трыпутніка, страказа ад мурашкі, а варона ад лісіцы. А вось чаму гэтыя (і яшчэ мільёны відаў жывых істот) такія розныя?

Кожны від арганізмаў на планеце адыгрывае сваю асаблівую ролю. У афрыканскай саванне верхавіны травы аб'ядаюць зебры, што ніжэй – дастаецца антылопам гну, газель падгрызае траву ля самай зямлі, а карані і клубні раздзірае свіння-бародаўнік. Так раслінная ежа выкарыстоўваецца найбольш поўна і ніхто не перашкаджае адзін аднаму. Значыць, большасць насельнікаў дадзенай мясцовасці будзе сытай і здаровай, а ўся экасістэма будзе існаваць доўга і ўстойліва. І ўсё гэта – дзякуючы відавой разнастайнасці.

*Афрыканская саванна і яе жыхары.*



Разнастайнасць экасістэм без цяжкасці прымеціць любы ўважлівы вандроўнік, калі ён у стане адрозніць альховы лес ад бярозавага гаю або каралавы рыф ад мангравых зараснікаў. Незлічоныя варыянты экасістэм у прыродзе – нібы рознакаляровыя дэкарацыі, на фоне якіх разгортваецца бясконцы спектакль кругазвароту жыцця. Прычым «дэкарацыі» таксама ўдзельнічаюць у ім самым сур'ёзным чынам. Такая разнастайнасць стварае ўмовы для жыцця вялікай колькасці арганізмаў, забяспечваючы крыніцы вады і ежы, прытулку і шляхі міграцыі. Напрыклад, у выпадку моцнага пажару некаторыя расліны могуць захавацца ў вільготных ярах. Калі насякомыя размножыліся звыш меры і будуць пагражаць ураджаю бульбы, іх спыніць зона глыбокага сезоннага прамярэння глебы. Інакш кажучы, чым большая разнастайнасць прыродных умоў, тым вышэйшыя шанцы для выжывання відаў і захавання экасістэмы.

*Размеркаванне відаў на паверхні планеты нераўнамернае. Разнастайнасць відаў у прыродзе максімальная ля экватара і памяншаецца ў кірунку да палюсоў. Самыя багатыя на відавую разнастайнасць экасістэмы – дажджавыя трапічныя лясы, якія займаюць каля 7% паверхні планеты і змяшчаюць больш за 90% усіх відаў, вядомых на сёння.*



### **Чаму біязнастайнасць такая важная?**

Узгадайце, што зусім нядаўна (па гістарычных мерках) усё, што чалавек еў, з чаго будаваў жыллё, чым лячыўся, з чаго рабіў вопратку, каго выкарыстоўваў як транспарт, ён браў з навакольнай прыроды. «Цяпер гэта не так», – скажаце вы? Не зусім. Напрыклад, сучасныя навукоўцы да гэтага часу вялікую ўвагу надаюць пошуку новых лекавых рэчываў у трапічных лясах. Для стварэння новых сартоў сельскагаспадарчых культур таксама патрэбныя віды з дзікай прыроды. Многія арыгінальныя тэхнічныя вынаходніцтвы «запазычаныя» інжынерамі ў жывёл і раслін, у грыбоў і мікраарганізмаў (напрыклад, гідралакатары, біялюмінесцэнцыя і г.д.). Варта адзначыць, што запазычанне ў прыроды розных тэхналогій і выкарыстанне іх для стварэння чагосьці новага назвалі новым словам «біямікрый».

Але, усё ж такі, гэта не самая галоўная роля біязнастайнасці. Самае важнае, што біялагічная разнастайнасць стварае асяроддзе пражывання для ўсіх жывых істот, у тым ліку і для нас з вамі. Што гэта значыць? Ужо многа мільёнаў гадоў усё, што расце, бегае, плавае, поўзае і лётае на нашай планеце, прыстасавалася да саставу атмасферы Зямлі. Змены гэтага «кактэйлю» з газаў зараз могуць быць толькі зусім нязначнымі. Але нават у атмасферы з крыху паніжанай колькасцю кіслароду мы, як і многія жывёлы, будзем адчуваць сябе дрэнна. Калі ж кіслароду стане яшчэ менш – то... самі разумеце... А што падтрымлівае ўзровень кіслароду ў атмасферы? Зялёныя расліны!



**Навука біёніка** дапамагае вырашаць інжынерныя задачы, выкарыстоўваючы веды пра структуру і жыццядзейнасць жывых арганізмаў. Напрыклад, вывучэнне структуры скуры дэльфінаў дазволіла стварыць новую абіўку для марскіх судоў, што павялічыла іх хуткасць на 15–20%. Адным з заснавальнікаў біёнікі лічыцца Леанарда да Вінчы, які спрабаваў пабудаваць лятальны апарат з махаючымі крыламі, як у птушак, – арнітаптар.



Усе расліны і жывёлы, усе мікраарганізмы і грыбы ўтвараюць вельмі складаную арганізаваную і тонка адрэгуляваную сістэму. Уявіце, што вы з сябрамі на цэлыя два гады апынуліся на касмічным караблі, які павінен даляцець да Марса і вярнуцца. Колькі ж у ім розных дэталей, прыбораў, механізмаў! Падумайце, ці не падобная наша планета на такі карабель? Кожная «дэталё» у ім стваралася мільёнамі гадоў эвалюцыі, яе дзеянне наладжвалася на сумесную працу з тысячамі іншых «дэталей». Што ж здарыцца, калі з прычыны памылкі экіпажа або ўдару метэароіда пашкодзіцца некалькі прылад? Спачатку іх можна замяніць іншымі, падобнымі. А калі яшчэ адзін удар касмічнай стыхіі, тады што?

Прыкладна такая сітуацыя з біялагічнай разнастайнасцю Зямлі. Кожны арганізм выконвае важную работу. Адзін засвойвае сонечную энергію, другі выкарыстоўвае яе для пагоні за здабычай або выратавання ад драпежнікаў, трэці разбурае мёртвую драўніну ці рэшткі мёртвых жывёл і гэтак далей... Кожны, самы вялікі баабаб і самы маленькі лішайнік, самы цяжкі кіт і самая лёгкая медуза – усе яны важныя складнікі жыцця на планеце Зямля. А ёсць яшчэ невядомыя нам віды арганізмаў! Магчыма, іх не так мала, як мы думаем, але яны таксама патрэбныя.

Можна разважаць і так: «Бывалі ў гісторыі жыцця на планеце часы, калі выміралі цэлыя групы арганізмаў. Таму страта аднаго віду арганізмаў – яшчэ не катастрофа. І аднаго дзясятка, і адной сотні...» Стоп! Няправільна! Мы ж не ведаем, дзе мяжа ўстойлівасці нашага «касмічнага карабля». Раптам мы яе ўжо перайшлі? За нядоўгую гісторыю чалавецтва прырода ўжо незваротна страціла не сотню і не тысячу відаў, а значна больш!

І яшчэ адна важная рэч – стан біялагічнай разнастайнасці можна ўявіць як свайго роду прыбор, які паказвае ступень устойлівасці, стан здароўя прыроды. Калі відаў жывых арганізмаў шмат, кожны з іх спраўна адыгрывае сваю ролю, тады трапічны лес, акіяніскі каралавы рыф ці лясное балотца могуць існаваць дастаткова доўга.



*Невыпадкова адным з самых цяжкіх пакаранняў ва ўсе часы было надоўга замкнуць чалавека ў цеснай камеры з шэрымі сценамі і не дазваляць яму глядзець на неба, мець зносіны з іншымі істотамі.*

*Калі на Зямлі стане менш розных раслін з прыгожымі і духмянымі кветкамі (або з непрыгожымі і непахучымі), менш гнуткіх гарнастаяў і імклівых стрыжоў (або нязграбных браняносацаў і марудных чарапах), значыць, наш агульны дом усё больш будзе станавіцца падобным на такую шэрую і сумную камеру!*

## Якія існуюць пагрозы біяразнастайнасці

Ціхамірную існаванне жывой прыроды ва ўсёй яе біялагічнай разнастайнасці пагражае перш за ўсё чалавек! Высякаюцца лясы, узворваюцца стэпы, выпальваюцца саванны, асушаюцца балоты, адбываецца аматарскае і прамысловае паляванне, вылоўліваецца рыба і гэтак далей. Вядома, усё гэта робіцца не з мэтай знішчыць дзікую прыроду. Мэта іншая – забяспечыць насельніцтва планеты, якое пастаянна павялічваецца, харчваннем, атрымаць драўніну, здабыць энергію, развесці свойскую жывёлу, вызваліць месца для гарадоў, дарог, ваенных палігонаў і звалак, ды шмат яшчэ для чаго.

На высечцы.



Вельмі моцна ўплываюць на біялагічную разнастайнасць змены прыродных умоў. Тут і перапады тэмпературы, і лясныя пажары, і раставанне шматгадовай мерзлаты, і асушэнне забалочаных раўнін, і ваганні ўзроўню акіяна, і многія іншыя прычыны. Вы ўжо ведаеце, чаму гэта адбываецца.

Адно незвычайна гарачае лета – гэта яшчэ не катастрофа. І расліннасць, і жывёльны свет за тысячагоддзі эвалюцыі прыстасаваліся да кароткачасовых кліматычных ваганняў і да паступовых змен у прыродзе. Небяспека для біялагічнай разнастайнасці – у хуткіх і незваротных зменах знешніх умоў. У першую чаргу гэта якраз кліматычныя змены. Паспрабуем у гэтым разабрацца.

## Вялікія выміранні і змена клімату

За ўвесь вядомы сучаснай навуцы тэрмін развіцця жывой прыроды (а гэта ні многа, ні мала – больш за тры мільярды гадоў), было некалькі дзясяткаў перыядаў рэзкіх змен клімату, якія прыводзілі да прыкметнага памяншэння біяразнастайнасці. Сярод такіх адрэзкаў часу асабліва вылучаюцца пяць. Іх звычайна называюць вялікімі выміраннямі.

Адзін з самых драматычных перыядаў адбыўся прыкладна 250 млн гадоў таму. Тады на Зямлі не было знаёмых нам раслін і жывёл, тым не менш, разнастайнасць жыцця была вельмі значнай. І вось досыць хутка па геалагічных мерках, за «нейкія» мільёны гадоў, зніклі амаль усе віды жывёл і раслін (апошніх было тады значна менш, чым жывёл, бо жыццё ў акіянах і морах было значна багацейшае, чым на сушы).



*У геалагічнай гісторыі Зямлі ў біясферы пастаянна адбывалася ўзнікненне і знікненне відаў, бо ні адзін від не можа існаваць вечна. Выміранне кампенсавалася з'яўленнем новых відаў, і ў выніку агульная колькасць відаў у біясферы ўзрастала. Выміранне відаў – натуральны працэс эвалюцыі, які адбываецца без умяшання чалавека.*

Якія таямнічыя прычыны прывялі да амаль поўнага вымірання адных відаў і ўзнікнення іншых? Навукоўцы справядліва мяркуюць, што галоўным штуршком паслужылі сур'ёзныя змены на паверхні планеты – зрушэнне (дрэйф) кантынентаў (пра гэта мы ўжо казалі ў папярэдніх раздзелах). Гэта змяніла ўсю карціну тагачаснай прыроды, у тым ліку месцазнаходжанне горных хрыбтоў і сістэму марскіх плыняў. І, вядома, карэнным чынам змяніўся клімат Зямлі. Пасля старажытных эпох пахаладання наступіла пацяпленне клімату. Ён стаў больш сухім, а сезонныя ваганні тэмператур – больш рэзкімі. Да таго ж змянілася колькасць кіслароду ў прыземнай атмасферы. Усё гэта прывяло, як мы ўжо ведаем, да масавай змены адных відаў жывых істот іншымі.

Гісторыя з выміраннямі відаў паўтаралася потым не адзін раз, але ўжо не ў такім маштабе. Прыкладна каля 60 млн гадоў таму адбылася іншая, даволі рэзкая, перамена абстаноўкі на нашай планеце, што прывяло да вымірання апошніх дыназаўраў. Яна таксама суправаджалася кліматычнымі зменаў, якія, у сваю чаргу, узмацнілі працэсы змянення адных жывёл і раслін іншымі. Разам з дыназаўрамі зніклі і іншыя групы жывых істот, напрыклад марскія малюскі аманіты, падобныя на барановыя рогі, і белемніты, скамянелыя рэшткі якіх нагадваюць наканечнікі стрэл. Амаль палова марскіх насельнікаў тады знікла, а колькі вымерла на сушы – дакладна невядома, бо на сушы рэшткі арганізмаў вельмі дрэнна захоўваюцца.

Аманіты.



Белемніты.





Кліматычныя змены ў бок пахаладання часта суправаджаліся фарміраваннем палярных ледзяных шапак. Вялізныя ледзяныя масівы Грэнландыі і Антарктыды і зараз можна ўбачыць на фотаздымках Зямлі з космасу. Колькі ж вады трэба, каб утварыліся такія шапкі? Напэўна, нямала. А адкуль яна бярэцца? Вядома, з акіяна. У працэсе фарміравання ледзяных шапак узровень акіяна паніжаецца, і ўмовы жыцця для ўсіх прыбярэжных арганізмаў, як у вадзе, так і на сушы, рэзка змяняюцца.

Атрымліваецца, што кліматычныя змены, апроч усяго іншага, уплываюць на стан біяразнастайнасці, прычым спачатку – не ў лепшы бок. Пасля гэтага жыццё на Зямлі паступова аднаўляецца, але яно ўжо зусім не будзе падобным на ранейшае! На аднаўленне ідуць мільёны гадоў, але вымерлыя віды ўжо не вернуцца. Ці хочам мы апынуцца ў адным шэрагу з такімі зніклымі арганізмамі?

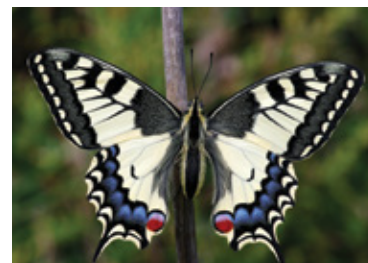
### Хто з жывёл раней за іншыя рэагуе на змены клімату?

Вядома, усё, пра што мы з вамі да гэтага часу казалі, гэта «справы даўно мінулых дзён, паданні даўніны глыбокай». Нашмат больш глыбокай, чым меў на ўвазе паэт. А як у наш час кліматычныя змены уплываюць на жывую прыроду ва ўсёй яе разнастайнасці?

У апошнія стагоддзі пад уплывам чалавечай дзейнасці і рэзкай змены клімату хуткасць вымірання відаў па ўсёй планеце ў шмат разоў перавысіла натуральную.

Лічыцца, што дробныя жывёлы з маленькім тэрмінам жыцця мацней залежаць ад умоў асяроддзя і таму хутчэй рэагуюць на кліматычныя змены. Буйныя арганізмы, канешне, таксама рэагуюць, але, каб гэта ўбачыць, патрэбны працяглы прамежак часу. Нас жа з вамі як даследчыкаў цікавяць падзеі, якія адбываюцца сёння або адбудуцца ў недалёкай будучыні, у якой нам з вамі давядзецца жыць.

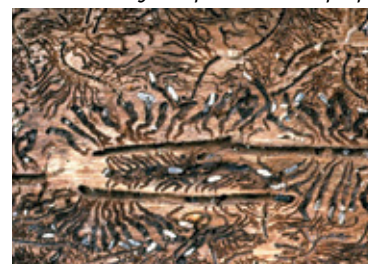
Зафіксаванае ў гарах Славакіі невялікае, але ўстойлівае павышэнне сярэдніх тэмператур усяго на 1,5-2° С прывяло да нечаканых наступстваў. Цеплалюбівыя прыгожыя матылькі з сямейства паруснікаў – *падалірыі і махаон* – распаўсюдзіліся за межамі лесастэпавай зоны, у якой жылі, і сталі з'яўляцца і на больш халодных і вільготных лугавінах. Акрамя таго, яны сталі размнажацца не два, як звычайна, а тры разы на год.



Матылёк махаон.

У іншых матылькоў, *стракатакрыльніц*, вясной з'яўляліся асобіны тыповых карычневых адценняў, летам – чорных, а ўвосень – зноў карычневых. На гэтым цудоўныя метамарфозы не скончыліся. З часам і летняе, і восенскае пакаленне стракатакрыльніц сталі дэманстраваць афарбоўку чорных тонаў, гэта значыць тыпова летнюю.

Там жа, у славацкіх гарах, біёлагі ўстанавілі дзве супрацьлеглыя тэндэнцыі ў жыцці жука *караеда-тыпографа* і вусеня *пядзеніка зімовага*. Жук-тыпограф пашырыў поле сваёй дзейнасці з павышэннем тэмпературы. А вось пядзенік – пражэрлівы вусень, наадварот, скараціў маштабы з'ядання сваіх улюбёных дрэў. Ва ўсіх выпадках у наяўнасці прамая сувязь тэмпературных ваганняў з паводзінамі насякомых.



Жук караед-тыпограф.

*Маленькая кубінская жаба* живе ў трапічных лясах, дзе на працягу дня і на працягу года ваганні тэмпературы і вільготнасці зусім невялікія, але ўсё-такі яны ёсць. Увагу навукоўцаў прыцягнулі асаблівасці ўзаемаадносін гаспадара (той самай жабы) і яе паразіта (плесневага грыбка). Было ўстаноўлена, што паразіт значна менш уразлівы пры змене ўмоў асяроддзя, чым яго гаспадар. Значыць, змены клімату робяць паразітаў больш небяспечнымі, а гэта ставіць пад пагрозу ўсю папуляцыю віду-гаспадара, у дадзеным выпадку – кубінскай жабы.



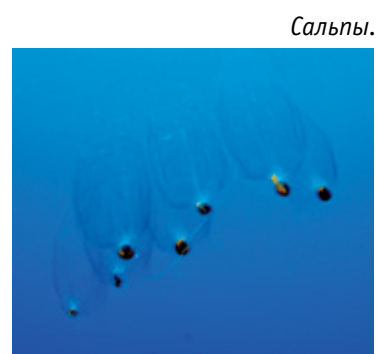
У халодных водах Паўднёвага акіяна нават самае нязначнае павышэнне тэмпературы прыводзіць да павышэння кіслотнасці і памяншэння колькасці кіслароду. Маладыя асобіны невялікага *антарктычнага двухстворкавага малюска латэрнулы эліптычнай* пакідаюць небяспечную зону, а тыя, каму мінула тры гады, з прычыны ўзроставага адмірання мышц не могуць пакінуць родныя мясціны і масава гінуць. Вы спытаеце: хіба не могуць малюскі прыжыцца і аднавіць колькасць?! Акіян жа вялікі! На жаль, не атрымаецца. Справа ў тым, што ў гэтага малюска здольнасць да размнажэння з'яўляецца якраз пасля трэцяга года жыцця, калі ён страчвае рухомасць!



Аднымі з першых адчуваюць змены клімату *каралы*. Гэта вельмі адчувальныя арганізмы. Занадта цёплая або занадта халодная вада, недахоп святла, лішак прымесей – усё гэта запавольвае рост каралаў або зусім спыняе яго. Каралавыя паліпы не могуць перамяшчацца і вельмі дрэнна прыстасоўваюцца да змен асяроддзя. Таму яны вымушаны жыць і паміраць там, дзе нарадзіліся. Мікраводарасці, якія засвойваюць для каралавых паліпаў энергію сонечнага святла, вельмі залежныя ад тэмпературы вады. На многіх участках аўстралійскага Вялікага Бар'ернага рыфа навукоўцы адзначаюць гібель водарасцей і абясколераванне каралаў, што адбываецца, калі рыф гіне. Дым ад моцных лясных і тарфяных пажараў у Інданезіі часта суправаджаецца выкідамі ў атмасферу злучэнняў жалеза. Яны выклікаюць бурны росквіт водарасцей, якія выпрацоўваюць атрутныя для каралаў рэчывы.



Пацяпленне ў палярных рэгіёнах прыводзіць да скарачэння плошчы сезонных марскіх ільдоў. На ніжняй паверхні лёду асабліва інтэнсіўна развіваюцца мікраскапічныя расліны акіяна – *фітапланктон*. Ён з'яўляецца пачаткам ланцужка харчавання, які ўключае крыль, рыб, пінгінаў і іншых марскіх птушак, цюленяў і заканчваецца кітамі – паўднёвым гладкім і сінім. Калі лёду мала, то і месцы для размнажэння фітапланктону бракуе. Крыль не живе ў бедных на корм водах, яго месца займаюць жэлепадобныя напайпразрыстыя сальпы, арыгінальныя старажытныя істоты. І тут ланцужок харчавання перарываецца! Справа ў тым, што сальп амаль ніхто не есць, акрамя некалькіх відаў рыб і марскіх чарапах. І тады ў зімовыя месяцы кіты не могуць назапасіць дастаткова тлушчу, сыходзяць з бедных на корм вод і іншыя іх насельнікі. Гэта яшчэ адно сведчанне складаных узаемасувязей у прыродзе, якія адлюстраваны ў біялагічнай разнастайнасці.



Сскарачэнне паўночнай палярнай шапкі льдоў – самы вядомы прыклад пацяплення клімату. Лёд патрэбны для міграцый *белага мядзведзя* і для яго палявання на цюленяў. Але і для саміх *цюленяў* лёд жыццёва важны – без яго ім няма дзе вырошчваць дзіцянятаў. Калі ледзяныя палі памяншаюцца па плошчы больш, чым звычайна, то цюленяў становіцца менш – і белы мядзведзь пры недахопе ежы з'ядае здабытага цюленя цалкам, у той час як раней аб'ядаў толькі слой тлушчу, а рэшткі цюленевай тушы сілкаваліся ўсе астатнія насельнікі Арктыкі – пясец і шматлікія птушкі. Цяпер ім і гэтага не дастанеца!

На паўночнай ускраіне Еўразіі лес павольна, але няўхільна наступае на тундру, перамяшчаючыся на дзясяткі кіламетраў за стагоддзе. Пры гэтым змяняюцца месцы пражывання шматлікіх птушак і крыніцы корму для іх. Цёплыя зімы ў Арктыцы – сапраўдная катастрофа для дзікіх і свойскіх *аленяў*. Адлігі і зімовыя дажджы пакрываюць снег ледзяной скарынкай, якая перашкаджае аленям здабываць асноўны зімовы корм, лішайнік ягель.

*Лемінг*, самы шматлікі насельнік тундры, таксама пакутуе ад пацяплення. Яго норы раней часу заліваюць адталыя воды. Без лемінга застаюцца галоднымі драпежныя птушкі і пясцы.

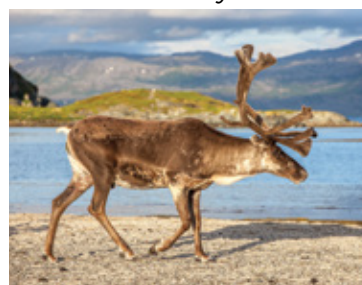
Антарктычнае ўзбярэжжа, якое выглядае як ледзяная пустыня з асобнымі камяністымі ўчасткамі з вельмі беднай расліннасцю, нечакана дэманструе даследчыкам багатыя зараслі *вострыцы антарктычнай*, невялікага злака, які раней толькі і мог, што хавацца паміж камянёў ад суровых вятроў паўднёвага кантынента.

На іншым канцы Зямлі, у *даурскіх стэпах*, што ляжаць паміж Байкалам і мангольскімі гарамі Вялікага Хінгана, навукоўцы адзначаюць узмацненне засушлівасці мясцовага клімату ў сувязі з глабальным пацяпленнем. Знікаюць азёры і невялікія рэкі, высыхаюць лесапалосы, раней, чым звычайна, выгарае стэпавая расліннасць. Як рэагуюць насельнікі стэпу на такія змены, няцяжка прадказаць. У донным глеі знаходзіцца мноства лічынак і ікры ў стадыі глыбокага спакою. Птушкі адвандроўваюць у іншыя куткі краіны, змяняючы шляхі пралёту і месцы гнездавання. Адсутнічае або не хапае на ўсіх корму для вадаплаўных і каляводных птушак, такіх як *вялікі баклан*, *шэрая чапля*, *серабрыстая чайка*. Перастае будаваць гнёзды *гусь-суханос*. З прычыны адсутнасці вадапоў сыходзяць *воўк і лісіца*, *барсук*, *нават журавель*. Птушыныя драпежнікі, якім трэба шмат вады пры мяснотнай дыеце, таксама вандруюць у больш прыдатныя месцы. Адсутнасць травы ўлетку – не толькі бяскорміца, напрыклад, для стэпавага *зайца-талая*. Яму яшчэ і няма дзе хавацца! Добра прыстасаваныя да засухі мясцовыя абарыгены *сурок-тарбаган* і *даурскі суслік*, але і ім даводзіцца цяжка. Частыя пажары – смяротная пагроза для дробных і марудных наземных жывёл.

*Белы мядзведзь.*



*Паўночны алень.*



*Лемінг.*



*Вострыца антарктычная.*



*Зяец-талай.*



Калі згарае трава, няма зімовых кармоў для капытных, і тысячныя статкі антылоп дзерэнаў мігруюць з Манголіі ў Расію. Пры гэтым узрастае нагрузка на нешматлікія вадапоі, скучанасць жывёл прыводзіць да рызыкі масавых захворванняў. Нечакана такі засушлівы летні перыяд суправаджаецца многаснежнымі зімамі, пры якіх, напрыклад, дзікі кот манул не можа здабываць сабе ежу. Ёсць, праўда, адзін від, якому пацяпленне ідзе на карысць – даурскі вожык. Яму для нармальнага жыцця трэба больш за пяць месяцаў цяпла, таму ён пашырае сваю прастору.

Манул.



### Як захаваць біразнастайнасць?

Давайце падумаем разам – што можна зрабіць для таго, каб сітуацыя змянілася? Захаваць тэрыторыі, дзе могуць спакойна жыць усе віды дзікай прыроды, якія яшчэ засталіся? Канешне. Але гэтага недастаткова! Стагадовыя ваганні клімату чалавеку спыніць не пад сілу, але свой уклад у гэтыя змены ён можа і павінен паменшыць, пакуль гэта не прывяло да незваротных наступстваў. Як жа гэта зрабіць? Спосабаў шмат. Галоўнае – скараціць залішняе спажыванне ў інтарэсах прэстыжу, моды, проста па звычцы. Дапаможа і пераход на энергазберагальныя тэхналогіі, як у вытворчасці, так і ў звычайным жыцці. Не лішнім стане больш эканомнае выкарыстанне ўсіх рэсурсаў. Ну і, вядома, не трэба забываць, што ад стану біялагічнай разнастайнасці залежыць здароўе ўсёй прыроды нашай планеты.

На Зямлі застаецца ўсё менш месцаў, дзе б чалавек не выкарыстоўваў прыродныя рэсурсы, не ўплываў на навакольнае асяроддзе. Вы ўжо ведаеце, што расліны і жывёлы пражываюць у пэўных умовах. Значыць, для іх выжывання неабходна захаваць іх «дамы» – месцы пражывання. Акрамя таго, расліны, жывёлы, грыбы звязаныя не толькі з асяроддзем, але і адзін з адным. Таму неабходна ахоўваць не проста асобныя віды, а цэлыя прыродныя супольнасці, ландшафты. Менавіта для гэтых мэт ствараюцца асабліва ахоўныя прыродныя тэрыторыі – запаведнікі, заказнікі, нацыянальныя паркі, помнікі прыроды.

### Нацыянальныя паркі: вучымся захоўваць прыроду

Што ж такое – нацыянальны парк? Нацыянальны парк – асабліва ахоўная прыродная тэрыторыя, абвешчаная ў мэтах захавання, аднаўлення каштоўных прыродных комплексаў і аб'ектаў, іх рацыянальнага (устойлівага) выкарыстання ў працэсе прыродаахоўнай, навуковай, адукацыйнай, турыстычнай і рэкрэацыйнай дзейнасці (Закон Рэспублікі Беларусь "Аб асабліва ахоўных прыродных тэрыторыях"). Прасцей кажучы, гэта ахоўная тэрыторыя, якую могуць наведаць турысты, аднак дзейнасць чалавека ў ім абмежаваная. Нацыянальныя паркі звычайна ствараюць у месцах, дзе шмат разнастайных ландшафтаў (як тыповых, так і ўнікальных), рэдкіх жывёл, раслін, якія знаходзяцца пад пагрозай знікнення, унікальных геалагічных, водных аб'ектаў. Нацыянальныя паркі наведваюць дарослыя і дзеці, многія з якіх менавіта тут даведаюцца пра глабальныя экалагічныя праблемы. У Беларусі 4 нацыянальныя паркі: **Белавежская пушча, Браслаўскія азёры, Нарачанскі і Прыпяцкі.**

Нацыянальны парк «Браслаўскія азёры», Беларусь.



Нацыянальны парк «Джаспер», Канада.



Нацыянальны парк «Кругер», Паўднёва-Афрыканская Рэспубліка.



Ці ўплывае змена клімату на нацыянальныя паркі? Паколькі глабальная змена клімату прыводзіць да пажараў, засух, павышэння тэмпературы атмасферы і многіх іншых з'яў, яна не можа не ўплываць і на прыроду ахоўных тэрыторый.



Першы Нацыянальны парк быў створаны ў ЗША ў 1872 годзе. Гэта вядомы парк **Елаўстоўн**.



**Вялікі бар'ерны рыф**, дзякуючы якому існуе мноства жывых арганізмаў і які моцна пакутуе ад змены клімату, ахоўваецца як частка Марскога нацыянальнага парку Аўстраліі. Ён таксама ўнесены ў спіс Сусветнай спадчыны ЮНЕСКА і прызнаны адным з 7 цудаў свету. Гэта адзіная жывая структура на нашай планеце, якая бачная з космасу.



Нацыянальны парк **Наміб-Наўклэфт** у Намібіі (Заходняя Афрыка) вядомы дзякуючы сваім аранжавым пясчаным дзюнам – самым высокім у свеце. У некаторых месцах яны дасягаюць вышынi 300 метраў ад паверхні пустыні. На тэрыторыі гэтага вялізнага парку сустракаюцца разнастайныя расліны і жывёлы.



Нацыянальны парк **Нарачанскі** ў Беларусі створаны ў мэтах захавання ўнікальных прыродных комплексаў, аб'яднаных возерам Нарач, як эталона прыродных ландшафтаў, раслінных комплексаў, біялагічнай разнастайнасці Беларускага Паазер'я. Возера Нарач – самае вялікае і адно з самых чыстых азёр у Беларусі (яго плошча – 79 км<sup>2</sup>, самае глыбокае месца – 24,8 м, даўжыня берагавой лініі звыш за 40 км).



Нацыянальны парк **Белавежская пушча** – найбуйнейшыя рэшткі рэліктавага першабытнага раўніннага лесу, які ў дагістарычныя часы рос на тэрыторыі Еўропы. Першыя пісьмовыя згадкі пра Белавежскую пушчу датуюцца 983 годам. У канцы XIV стагоддзя вялікі князь Вялікага Княства Літоўскага Ягайла аб'явіў пушчу запаведнай і ўстанавіў тут забарону на паляванне. У 1588 годзе быў выдадзены Лясны статут, які забараняў тут і высечку лесу. Сёння Белавежская пушча з'яўляецца ўнікальным і найбуйнейшым масівам старажытных лясоў. У 1992 годзе рашэннем ЮНЕСКА Белавежская пушча ўключана ў Спіс Сусветнай спадчыны, у 1993 годзе ёй прысвоены статус біясфернага запаведніка.

Зубр – «гаспадар» Белавежскай пушчы і сімвал Беларусі



### Заповеднікі: прырода без чалавека

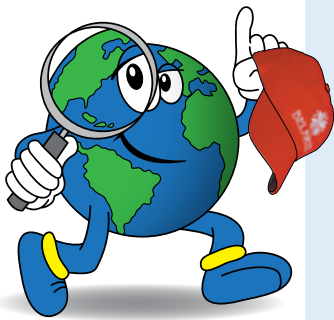
У запаведніку працуюць навукоўцы, якія назіраюць за зменамі ў прыродзе і запісваюць іх. Тут нельга нават збіраць ягады, грыбы, лавіць рыбу. У запаведніках аднаўляюць, а потым выпускаюць у прыроду такія віды жывёл, якія знаходзяцца пад пагрозай знікнення.



**Заповеднік** – асабліва ахоўная прыродная тэрыторыя, абвешчаная ў мэтах забеспячэння натуральнага цячэння прыродных працэсаў, захавання ў натуральным стане і вывучэння каштоўных прыродных комплексаў і аб'ектаў (Закон Рэспублікі Беларусь "Аб асабліва ахоўных прыродных тэрыторыях"). У запаведніках забаронена любая дзейнасць чалавека, акрамя навуковай.

У месцах, дзе прырода зазнае нязначны ўплыў чалавека, ствараюць біясферныя запаведнікі. Як правіла, у іх ахоўваюць тыповыя для дадзенай мясцовасці экасістэмы, а таксама рэдкія віды і прыродныя супольнасці. У тайговай мясцовасці гэта тайга, у трапічнай прыроднай зоне – трапічны лес. Захаванне прыроды такіх тэрыторый мае значэнне для ўсёй планеты. Біясферныя запаведнікі ёсць на ўсіх кантынентах.

У Беларусі існуе два запаведнікі – **Бярэзінскі біясферны і Палескі радыяцыйна-экалагічны**. І калі Палескі запаведнік, створаны пасля тэхнагенна-экалагічнай катастрофы, з'яўляецца месцам рэабілітацыі прыроднай тэрыторыі, пляцоўкай для навуковых даследаванняў і зачынены для турыстаў, то Бярэзінскі – рэзерват чыстай, рэдкай па разнастайнасці, выдатнай дзікай прыроды, якая пачала фарміравацца тут тысячы гадоў таму.



Усе біясферныя запаведнікі ўдзельнічаюць у міжнароднай праграме ЮНЕСКА «Чалавек і біясфера». Менавіта на такіх тэрыторыях навукоўцы вядуць пастаянныя працяглыя даследаванні навакольнага асяроддзя. Напрыклад, на станцыі фонавага маніторынгу ў Бярэзінскім біясферным запаведніку штодня вядуцца экалагічныя даследаванні. Інфармацыя, якая атрымліваецца, выкарыстоўваецца як у Беларусі, так і ў шэрагу еўрапейскіх навуковых цэнтраў. У запаведніку з 1969 года вядзецца *Летапіс прыроды* (дакумент, у якім фіксуюцца вынікі назіранняў за прыроднымі працэсамі і з'явамі).

Прыкладам экалагічна бяспечнага нацыянальнага парку можа служыць амерыканскі парк **Заён**, дзе 5 тыс. прыватных аўтамабіляў замянілі двума дзясяткамі аўтобусаў, якія працуюць на газе. Вынікам стала значнае скарачэнне выкідаў парніковых газаў. Пабудаваны на новых тэхналогіях «Зялёны цэнтр» для турыстаў амаль 1/3 энергіі атрымлівае ад сонца, а 80% патрэбы ў асвятленні задавальняе за кошт натуральнага святла. У цёплую пару кандыцыянаванне паветра адбываецца за кошт асаблівых выпарнікаў з эканамічным ужываннем энергіі. У халодную пару цяпло ў памяшканнях не дае «сыходзіць» пасіўная ацяпляльная сістэма з незвычайнай сцяной з цеплапаглынальных матэрыялаў (камень, цэгла), якая звернута да сонца.

У расійскім нацыянальным парку **Таганай** устаноўлена першая экалагічная сістэма энергабеспячэння. Для забеспячэння аднаго з прытулкаў электрычнасцю цяпер выкарыстоўваюць энергію ветру (працуюць ветрагенератары) і сонца (сонечныя панэлі). Пры гэтым сістэма аўтаматычна вызначае, якую энергію больш выгадна выкарыстоўваць у дадзены момант – сонечную або ветравую. Раней тут энергію атрымлівалі толькі ад бензагенератараў. Гэта і дорага, і небяспечна для навакольнага асяроддзя.

У Мядзельскім раёне на тэрыторыі нацыянальнага парку **Нарачанскі** ў Беларусі на плошчы 16 гектараў усталявана сонечная электрастанцыя магутнасцю 5,7 МВт (22 тыс. спецыяльных полікрышталічных панэляў). Акрамя таго, на тэрыторыі парку актыўна развіваецца ветраэнергетыка.



## Заказнікі і помнікі прыроды

У заказніках ахоўваецца не ўся прыродная супольнасць, а толькі яе асобныя часткі, напрыклад, толькі расліны або толькі жывёлы, асобныя біятопы. Гэта значыць, што забаронена толькі тая дзейнасць чалавека, якая пагражае аб'екту пад аховай. У Беларусі 376 заказнікаў рэспубліканскага і мясцовага значэння.

Помнікі прыроды – гэта ўнікальныя або тыповыя, каштоўныя ў навуковым, культурнапазнавальным і здараўленчым сэнсе прыродныя аб'екты, напрыклад азёры, асобныя дрэвы, геалагічныя славутасці, старадаўнія паркі. У межах помнікаў прыроды забаронена толькі тая дзейнасць, якая наносіць шкоду аб'екту пад аховай. У Беларусі 904 помнікі прыроды рэспубліканскага і мясцовага значэння.



*Агульная плошча асабліва ахоўных прыродных тэрыторый у Рэспубліцы Беларусь (на 01.01.2019 г.) – 18 617 км<sup>2</sup> або 8,9% ад агульнай плошчы краіны, у тым ліку запаведнікі – 852 км<sup>2</sup> (4,6%), нацыянальныя паркі – 3 897 км<sup>2</sup> (20,9%), заказнікі – 13 728 км<sup>2</sup> (73,7%), помнікі прыроды – 140 км<sup>2</sup> (0,8%).*

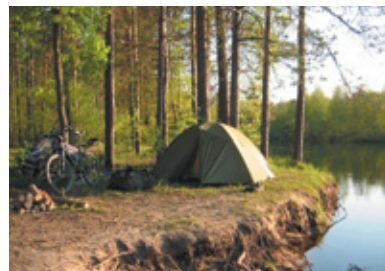
## Як ахоўныя тэрыторыі дапамагаюць у барацьбе са зменай клімату

Які ж уклад можа ўнесці асабліва ахоўная тэрыторыя ў вырашэнне праблемы змены клімату? Самы значны ўклад – змяншэнне выкідаў у атмасферу вуглякіслага газу. Некаторыя паркі, напрыклад, прапануюць турыстам перамяшчацца не на прыватных аўтамабілях, а на грамадскіх аўтобусах, якія працуюць да таго ж на альтэрнатыўным паліве. Самі супрацоўнікі парку таксама выкарыстоўваюць транспарт, які мінімальна ўплывае на навакольнае асяроддзе. У месцах абслугоўвання наведвальнікаў энергію атрымліваюць ад ветру, сонца, цяпла гарачых крыніц. Максимальна выкарыстоўваецца натуральнае асвятленне, святлодыёды, а энергію для службовых будынкаў даюць сонечныя батарэі. Турыстам прапануюць сувеніры, зробленыя з другаснай сыравіны, у кавярні можна замовіць стравы з мясцовых прадуктаў: іх не трэба прывозіць здалёку, яны атрыманы бяспечным для навакольнага асяроддзя спосабам. Вада ў прыбяральных эканоміцца дзякуючы спецыяльна падабранай сантэхніцы. Турысты знаёмяцца з правіламі экалагічна пісьменных і бяспечных паводзін дзякуючы шматлікім стэндам.

## Экатурызм: гармонія чалавека і прыроды

Ці любіце вы хадзіць у паходы і адпачываць на прыродзе? Калі так, то цалкам магчыма, што праз некалькі гадоў вы з сябрамі зможаце стаць турыстамі. А можа быць, нават экатурыстамі.

Чым адрозніваюцца турысты і экатурысты? Перш за ўсё, стаўленнем да прыроды. Экатурызм узнік не так ужо і даўно – тады, калі людзі сталі ўсведамляць каштоўнасць прыроды. Бо адпачываць на прыродзе можна па-рознаму. Напрыклад, можна заехаць у лес або на бераг возера на аўтамабілі, уключыць гучна музыку, распаліць вогнішча там, дзе падабаецца, смачна паесці і пакінуць пасля сябе гару смецця. Але ёсць сярод турыстаў тыя, хто гатовы ўзбірацца на вяршыні гор толькі дзеля таго, каб паглядзець на дзікага зверга, знайсці рэдкую расліну, паслухаць спева птушак, атрымаць асалоду ад заходу і цішыні. Іх галоўная мэта – убачыць і пачуць прыроду, якой сучаснаму чалавеку так не хапае. Яны не пакідаюць пасля сябе смецце, наадварот, прыбіраюць яго за іншымі і выконваюць усе неабходныя правілы. Экатурыстаў становіцца ўсё больш!





Экатурызм – гэта магчымасць убачыць некранутую, дзікую прыроду, зразумець, наколькі яна разнастайная, як моцна залежыць ад чалавека, і задумацца над пытаннем: «А што я магу зрабіць для сваёй планеты?» Удзельнікі экападарожжаў вывучаюць законы прыроды, удзельнічаюць у дзеяннях, якія дапамагаюць падтрымаць і захаваць яе, імкнуцца звесці свой уплыў на навакольнае асяроддзе да мінімуму. Ну, а самі экатурыстычныя фірмы аддаюць частку сваіх даходаў на абарону і вывучэнне навакольнага асяроддзя.

Многія прыродныя тэрыторыі знаходзяцца ў месцах, дзе пражываюць карэнныя народы, напрыклад, у джунглях Паўднёвай Амерыкі ці ў горных раёнах на поўначы Тайланду. Таму экатурысты звычайна знаёмяцца не толькі з прыродай, але і з культурай розных краін. Дзякуючы экатурызму насельніцтва такіх рэгіёнаў атрымлівае працу і дадатковыя сродкі.

Такім чынам, экатурызм дапамагае людзям убачыць прыгажосць і непаўторнасць прыроды, зразумець, наколькі ў навакольным свеце ўсё звязана, як шмат відаў жывёл і раслін пражывае на нашай планеце і як моцна стан навакольнага асяроддзя залежыць ад кожнага чалавека – не толькі дарослага, але і падлетка і нават дзіцяці.

*Адно з самых «казачных» месцаў Беларусі –  
Маёнтак Дзеда Мароза.*



*Аграсядзіба «Над Нёманам»  
у Гродзенскай вобласці, Беларусь.*



*Этнакультурны комплекс  
«Наносы-Наваселле» ў Беларусі.*



## Экатурызм і змена клімату

На першы погляд здаецца, што экатурызм і змена клімату не вельмі звязаныя паміж сабой. Але гэта не так! Многія турысцкія арганізацыі надаюць асаблівую ўвагу гэтай праблеме. Што такое падарожжа? Гэта, перш за ўсё, рух – на самалёце або акіянскім лайнеры, на цягніку, аўтамабілі або аўтобусе. Але ўсе гэтыя віды транспарту так ці інакш выкарыстоўваюць паліва і забруджваюць навакольнае асяроддзе. Для экатурызму больш за ўсё падыходзяць ровар, пешыя і конныя прагулкі, сплавы па рэках. Можна прадумаць свой маршрут такім чынам, каб выкарыстоўваць аўтамабілі як мага радзей, выбіраць экалагічна бяспечныя віды транспарту. Тым самым мы памяншаем выкіды парніковых газаў і шкодных рэчываў у атмасферу.

Многія людзі, стаміўшыся ад шуму, транспарту і іншага «хараства» горада, становяцца экатурыстамі і едуць у сельскую мясцовасць, вучацца вырошчваць мясцовую гародніну і садавіну, сілкуюцца экалагічна бяспечнай ежай. Звычайна ўладальнікі такіх міні-ферм выкарыстоўваюць альтэрнатыўныя крыніцы энергіі, адмаўляюцца ад хімічных угнаенняў і сродкаў аховы раслін, робяць з арганічных адыходаў кампост. Такія экафермы ёсць у многіх краінах, аднак асабліва папулярныя яны ў Еўропе, Аўстраліі, ЗША і Канадзе. Арганічная фермерская гаспадарка развіваецца і ў Беларусі, а з прыняццем у 2018 годзе Закона «Аб вырабе і абароце арганічнай прадукцыі» пачаў фарміравацца рынак арганічных прадуктаў.

## Што такое Чырвоная кніга і навошта яна патрэбна?

Чырвоная кніга – гэта спіс відаў жывёл, раслін і грыбоў, якія з'яўляюцца рэдкімі або знаходзяцца пад пагрозай знікнення. Колер яе нагадвае пра небяспеку і неабходнасць абараніць і захаваць такія віды.

Жывыя арганізмы, якія неабходна ахоўваць на ўсёй планеце, занесены ў Міжнародную Чырвоную кнігу. Галоўны яе асобнік захоўваецца ў швейцарскім горадзе Маржэ, выдаецца яна дзякуючы Міжнароднаму саюзу аховы прыроды і прыродных рэсурсаў. Першае выданне выйшла ў 1963 годзе. Па форме гэтая незвычайная кніга больш падобная на перакідны каляндар, а не на звыклую кнігу. Чаму? Справа ў тым, што з цягам часу з'яўляюцца новыя звесткі пра тыя ці іншыя віды, у кнігу дадаюць лісты з назвамі новых раслін, жывёл, грыбоў. Чырвоная кніга пастаянна мяняецца, дапаўняецца.

Для кожнага віду ў Міжнароднай Чырвонай кнізе прыводзяцца звесткі пра яго пашырэнне, колькасць, месцапражыванне, неабходныя меры па захаванні і многае іншае. Старонкі Чырвонай кнігі афарбаваны ў розныя колеры. На чорных змешчаны назвы вымерлых відаў (напрыклад, марская карова, дронт). Чырвоныя старонкі прысвечаны знікаючым і асабліва рэдкім жывёлам (амурскі тыгр, снежны барс, зубр). Жывёлы, колькасць якіх памяншаецца хуткімі тэмпамі, пазначаны на жоўтых старонках (белы мядзведзь, ружовая чайка, джэйран). Жывёлы і расліны, якіх наогул у прыродзе мала, запісаны на белых старонках. Ёсць жывёлы, якія пакуль яшчэ недастаткова вывучаны, бо яны жывуць у цяжкадаступных месцах. Іх пералік можна знайсці на шэрых старонках. І, нарэшце, самыя абнадзейлівыя – зялёныя старонкі, прысвечаны відам, якія ўдалося выратаваць ад вымірання.

Кожная краіна, кожны рэгіён таксама ствараюць свае спісы рэдкіх і ахоўных відаў. Чырвоная кніга Рэспублікі Беларусь з'явілася ў 1981 годзе і змяшчала звесткі пра 80 відаў жывёл і 85 відаў сасудзістых раслін, якія падлягаюць ахове. У апошнім выданні Чырвонай кнігі Рэспублікі Беларусь: жывёлы (2014 г.) уключаны 202 віды дзікіх жывёл; у Чырвоную кнігу Рэспублікі Беларусь: расліны (2015) уключаны 303 віды дзікарослых раслін.

Перад тым як занесці той ці іншы від у Чырвоную кнігу, навукоўцы праводзяць вялікую працу па вывучэнні флоры, фаўны, грыбоў пэўнай мясцовасці, высвятляюць прычыны, якія пагражаюць існаванню відаў, апісваюць месца іх пражывання і вырашаюць, як менавіта іх трэба ахоўваць. Пры ўключэнні ў Чырвоную кнігу відаў дзікіх жывёл і дзікарослых раслін, якія з'яўляюцца рэдкімі або знаходзяцца пад пагрозай знікнення на тэрыторыі Беларусі, ім прысвойваецца адна з 4 катэгорый нацыянальнай прыродаахоўнай значнасці.

Прычыны, па якіх жывёл і расліны трэба ахоўваць, дзеляць на дзве групы: прамыя і ўскосныя. Прамыя – гэта калі чалавек сваімі дзеяннямі знішчае жывёл і расліны: паляванне, збор лекавых раслін, вылаў рыбы і іншых водных арганізмаў. Ускосныя – гэта змена месцапражывання, у тым ліку і з прычыны глабальных кліматычных перамен.

*Пылкагалоўнік чырвоны.  
Від Чырвонай кнігі  
Рэспублікі Беларусь.*



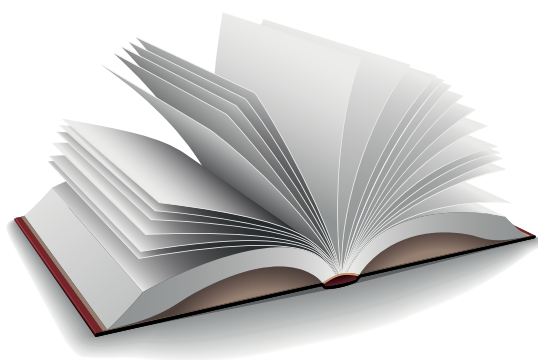
# Пытанні

1. Назавіце самую багатую на відавую разнастайнасць экасістэму на Зямлі.
2. Што такое прамыя і ўскосныя прычыны знікнення жывых арганізмаў? Прывядзіце прыклады.
3. З чаго б вы з сябрамі пачалі аповед пра важнасць захавання біяразнастайнасці ў сваім класе? Якія довады найбольш пераканаўчыя для школьнікаў, а якія – для дарослых?
4. Чаму Чырвоная кніга мае менавіта такія колер вокладкі? Якія вы ведаеце расліны, жывёлы, грыбы, занесеныя ў Чырвоную кнігу? Чаму яны знікаюць? Ці можна дапамагчы захаваць іх? Старонкі якога колеру ёсць у Чырвонай кнізе? Для чаго спатрэбілася афарбоўваць іх у розныя колеры? Чаму з кожным перавыданнем Чырвоная кніга становіцца таўсцейшай?
5. Як пацяпленне клімату ўплывае на паўночных аленяў?
6. Хто можа лічыць сябе за экатурыста?



# Заданні

**Заданне 1.** Усім класам стварыце сваю Чырвоную кнігу. Няхай кожны з вас намалюе на старонцы пэўнага колеру жывёлу, расліну ці грыб, які патрабуюць аховы, і растлумачыць свой выбар.



**Заданне 2.** Сканворд  
Адшукай усіх жывёл.

Ё	М	Я	Д	З	В	Е	Д	З	Ь
Р	Ж	У	К	О	А	Ч	Э	А	Н
Ш	А	О	Ў	К	П	К	С	Я	Е
Г	Л	К	Е	А	Л	А	Ц	Л	
Р	У	Р	Л	М	В	О	Л	К	А
А	К	О	Т	А	Б	Т	А	А	П
Е	А	Т	Ь	Р	У	Ы	В	Р	А
Л	І	С	А	А	Н	Г	Е	О	Н
К	У	Р	А	Н	Я	Р	Й	В	Д
Г	М	А	Т	Ы	Л	Ё	К	А	О



**АДКАЗ:** 29 жывёл мядзведзь, авечка, заяц, баран, гусь, сава, крот, воўк, вол, мотылек, камар, грак, кот, жук, аса, ёж, кураня, салавей, рак, ліса, панда, тыгр, акула, малпа, гну, ерт, аленя, леў, карова.

## 2.3. | Як змены клімату ўплываюць на... лясы

### Што такое лес?

Кожны з нас добра ўяўляе сабе, што такое лес. Аднак даць адназначнае вызначэнне гэтаму паняццю, як аказалася, цяжка. У свеце існуе больш за 800 розных азначэнняў лесу! Самы распаўсюджаны падыход, які выкарыстоўваецца Арганізацыяй Аб'яднаных Нацый (ААН), уключае такія паказчыкі, як: 1) вышыня дрэў – не менш за 5 м, 2) самкнутасць крон дрэў (доля зямлі ў цені кроны дрэў) – не менш за 10% і 3) мінімальная плошча – 0,5 га. Згодна з гэтым азначэннем, крыху менш за 4 млрд га або каля 30% ад агульнай тэрыторыі сушы пакрыта лясамі. Каля паловы сусветных лясных масіваў размешчана ў трох краінах: Расіі, Канадзе і Бразіліі.

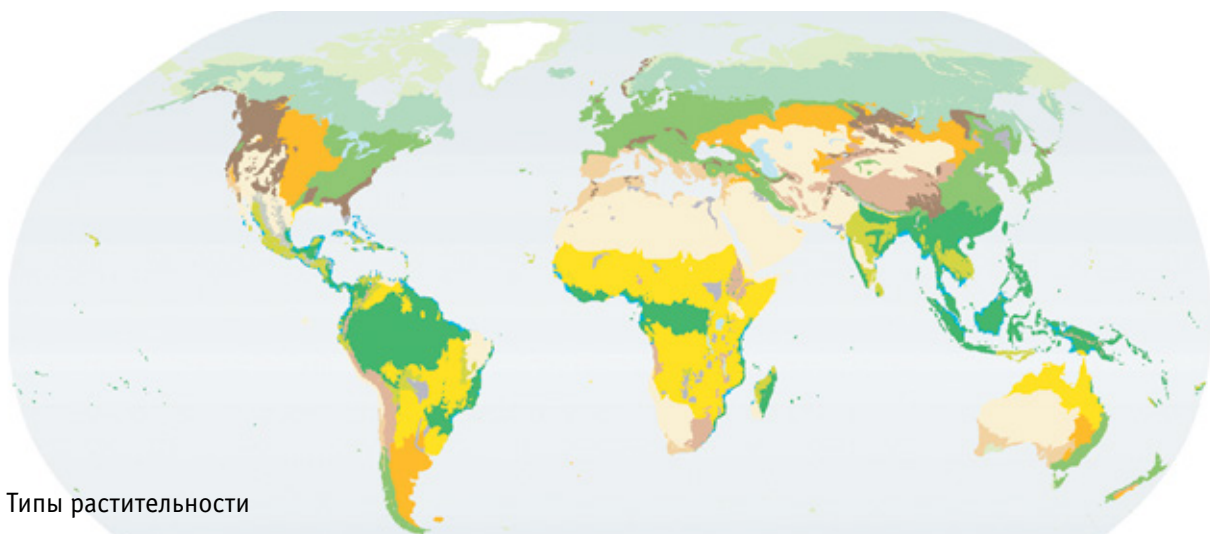
Згодна з беларускім заканадаўствам, «лес – сукупнасць драўняна-хмызняковай расліннасці, жывога надглебавага покрыва, дзікіх жывёл і мікраарганізмаў, якая ўтварае прыродны комплекс» (Лясны кодэкс Рэспублікі Беларусь).

### Тыпы лясоў

Лясы звычайна класіфікуюцца як вечназялёныя ці лістападныя і з пункту гледжання пераважных драўняных парод (хваёвыя, шыракалістыя, драбналістыя або змешаныя). Да асноўных тыпаў лясоў адносяцца (Мал. 2.3.1):

- барэальныя лясы (тайга) – паўночныя вечназялёныя хвойныя лясы;
- шыракалістыя, хвойныя і змешаныя лясы ўмеранага клімату;
- міжземнаморскія лясы, якія звычайна складаюцца з вечназялёных шыракалістых, хваёвых і склерафітавых парод. У перакладзе з грэчаскай мовы склерафіт азначае «цвёрдалістая расліна». Такія дрэвы і хмызнякі маюць невялікія цёмныя лісты, пакрытыя васковым вонкавым слоём, каб захаваць вільгаць у засушлівыя летнія месяцы.
- трапічныя і субтрапічныя вільготныя вечназялёныя, пераменна-вільготныя лістападныя і хвойныя лясы.

Мал. 2.3.1. Карта пераважных тыпаў расліннасці.



#### Тыпы растэльнасці

- |  |   |
|--|---|
| ■ Трапічныя і субтрапічныя вільготныя вечназялёныя лясы          | ■ Трапічныя і субтрапічныя саванны, хмызнякі        |
| ■ Трапічныя і субтрапічныя пераменна-вільготныя лістападныя лясы | ■ Стэпы   |
| ■ Трапічныя і субтрапічныя хваёвыя лясы                          | ■ Горныя стэпы, лугі і хмызнякі                     |
| ■ Шыракалістыя і змешаныя лясы ўмеранага клімату                 | ■ Травяныя згуртаванні, якія затапляюцца, і саванны |
| ■ Хваёвыя лясы ўмеранага клімату                                 | ■ Мангравыя лясы                                    |
| ■ Тайговыя (барэальныя) лясы                                     | ■ Пустыні   |
| ■ Тундра   | ■ Ільды   |
| ■ Міжземнаморскія хваёвыя і шыракалістыя лясы і хмызнякі         |   |

## Як лясы залежаць ад клімату?

Жыццё лесу і яго геаграфічнае пашырэнне залежаць ад кліматычных умоў, у першую чаргу тэмпературы паветра і колькасці ападкаў. Клімат дазваляе расці лясам далёка не ўсюды. Паўночная мяжа пашырэння лесоў залежыць ад тэмпературы паветра. Там, дзе становіцца занадта халодна, лясы змяняюцца тундрай. Аднак тэмпературныя ўмовы, асабліва на раўнінах, мяняюцца не скачком, а паступова. Таму на мяжы лесу і тундры фарміруецца пераходная зона, у якой можна сустрэць участкі як тундры, так і лесу. Такая пераходная зона называецца лесатундра (Мал. 2.3.2).

Пазіцыя паўднёвай мяжы распаўсюджвання лесу – дзе лес пераходзіць у стэп – вызначаецца колькасцю ападкаў. Такая пераходная зона называецца лесастэп (Мал. 2.3.3). У гарачых умовах расліна пастаянна выпарае вільгаць з лісця для астуджэння. Калі ж ападкаў у летні перыяд няма, то вільгаці ў глебе назапашваецца мала і ў дрэў узнікаюць вялікія праблемы з яе падыманнем на вышыню кроны. Таму ў цёплых умовах і пры невялікіх ападках перавагу атрымліваюць невысокія травяністыя расліны. Так утвараюцца стэпы.

Акрамя клімату на плошчу ляснога покрыва сур'ёзны ўплыў аказвае рэльеф мясцовасці, глебы, узровень грунтавых вод, наяўнасць водных аб'ектаў і дзейнасць чалавека.

Мал. 2.3.2. Лесатундра.



Мал. 2.3.3. Бузулукскі бор на мяжы лесастэпавай і стэпавай зон.



Самыя буйныя дрэвы ў свеце, што засталіся да цяперашняга часу, – гэта секвойі. Іх налічваецца каля 500 асобнікаў, яны абвешчаныя запаведнымі. Самыя буйныя дрэвы носяць уласныя імёны: «Бацька лесоў», «Генерал Шэрман», «Генерал Грант» і іншыя. Падлічана, што секвоя пад назвай «Генерал Шэрман» змяшчае каля 1500 м<sup>3</sup> драўніны, пры вышыні 83 м і дыяметры ствала ў аснове дрэва роўным 11 м. Для перавозкі яе спатрэбіўся б чыгуначны састаў з 20–25 вагонаў.

Мал. 2.3.3. Нацыянальны парк Секвоя ў Каліфорніі, ЗША.



## Лясы ўмеранага і субарктычнага кліматычных паясоў

Паўночныя лясы, дзе пераважаюць хвойныя пароды (хвоя, елка, лістоўніца, піхта, кедр), называюцца **тайговымі (барэальнымі)**. Цікава, што ў Еўрапейскай тайзе і Заходняй Сібіры пераважаюць хвоі і елкі, а ў Цэнтральнай і Усходняй Сібіры – лістоўніцы. Гэта звязана з наяўнасцю шматгадовай мерзлаты на велізарных сібірскіх тэрыторыях на ўсход ад Енісея. Гэтая зона з'яўляецца найбольш спрыяльнай для росту лістоўніцы.

Адрозненні ў тэмпературных умовах, напрыклад, сярэдніх тэмпературах летніх месяцаў, часе сходу і ўстанаўлення снежнага покрыва, прыводзяць да падзелу тайговай зоны на паўночную, сярэднюю і паўднёвую тайгу. У **паўночнатайговых лясах** вышыня дарослых дрэў невялікая – 10–20 м. У **паўднёватайговых лясах** дрэвы могуць дасягаць 50 м у вышыню. **Сярэдняя тайга** займае прамежкавае месца паміж паўночнай і паўднёвай не толькі па геаграфічным становішчы, але і па сярэдняй вышыні дрэў – 20–25 м.

На поўдні ад тайгі размешчана **зона шыракалістых лясоў**. Тут пераважаюць розныя віды дубоў, граб, вяз. У лесаводстве такія пароды называюць цвёрдалістымі, гэта значыць лісцянымі пародамі з цвёрдай драўнінай. Далей на поўдзень ад шыракалістых лясоў ва Усходняй Еўропе і Цэнтральнай Азіі размяшчаюцца **стэпы**, а пераходная зона называецца **лесастэп**.

Звярніце ўвагу на тое, што ў Заходняй Сібіры і цэнтральных раёнах Паўночнай Амерыкі (Мал. 2.3.1) зона шыракалістых лясоў наогул адсутнічае, а тайга непасрэдна пераходзіць у стэп. У гэтых рэгіёнах з прычыны кантынентальнага клімату ападкаў выпадае мала, там вельмі суха, таму шыракалістыя лясы, якім трэба шмат вільгаці, не ўтвараюцца.

Тэрыторыя Беларусі знаходзіцца ў зоне спалучэння двух буйных геабатанічных абласцей: Еўразійскай тайговай (хвойналіснай) і Еўрапейскай (шыракаліснай) і дзеліцца на 3 падзоны. У паўночнай частцы пераважае барэальная флора, а лясы адносяцца да паўднёватайговых (Мал. 2.3.4). Для поўдня Беларусі характэрна заходнееўрапейская флора і фарміраванне шыракалісна-хваёвых лясоў (Мал. 2.3.5). На стыку гэтых падзон (цэнтральная частка) вылучаецца трэцяя падзона, у межах якой змешваюцца як шыракалістыя, так і барэальныя элементы.

Мал. 2.3.4. Тайговы ельнік.



Мал. 2.3.5. Шыракалісты лес.



## Ці ўплываюць сучасныя змены клімату на лес?

Цікава, ці рэагуе лясное покрыва на сучаснае пацяпленне клімату? Адказ – так!

Аснову любога лесу складаюць дрэвы, жыццёвы цыкл якіх ахоплівае многія дзясяткі і нават сотні гадоў. Сфарміраваныя ў «старой» кліматычнай абстаноўцы, лясы не здольныя аператыўна адаптавацца на працягу аднаго і нават некалькіх гадоў. Устойлівая змена кліматычных паказчыкаў прама ці ўскосна (праз змяненне ўзроўню грунтовых вод, пажары, размнажэнне насякомых-шкіднікаў і г.д.) вядзе да змен саставу і структуры лясоў, якія амаль заўсёды маюць форму гібелі дрэвастояў, частковай або поўнай.

Лясы Беларусі адрозніваюцца складанай тыпалагічнай структурай і вялікім спектрам біязнастайнасці. Істотны ўклад у разнастайнасць лясных экасістэм уносіць рэльеф і наяўнасць вялікай колькасці водных і балотных аб'ектаў. Па тэрыторыі Беларусі праходзяць межы арэалаў трох лесаўтваральных парод – паўднёвая мяжа елкі еўрапейскай, паўднёва-заходняя мяжа вольхі шэрай і паўночна-ўсходняя мяжа граба звычайнага. Адзначаецца вельмі нераўнамернае распаўсюджванне дубовых лясоў, што многія даследчыкі звязваюць з уплывам кліматычных фактараў. Каля меж арэалаў віды амаль заўсёды знаходзяцца ва ўмовах, блізкіх да экстрэмальных, па меншай меры, па адным з фактараў асяроддзя.

Ва ўмовах пацяплення клімату назіраецца скарачэнне меж арэалаў барэальных парод (елкі еўрапейскай і вольхі шэрай) і пашырэння плошчы парод, звязаных з шыракалістымі лясамі (граба звычайнага і дуба чарэшчатага). Розныя драўняныя пароды на тэрыторыі Беларусі паказалі розную рэакцыю на кліматычныя змены. Ва ўмовах кліматычных змен, якія адбываюцца і прагназуюцца, пераважаюць па хуткасці росту тыя з іх, для якіх:

- 1) з'яўляюцца спрыяльнымі цёплымі позняй восень і зіма (клён і граб);
- 2) летнія засухі не з'яўляюцца асноўным лімітуючым фактарам (асіна, дуб, вяз, клён).

Найбольш істотныя змяненні саставу і структуры дрэвастояў, звязаныя са зменай клімату, адбываюцца ў забалочаных лясах. У выніку ефекту «кліматычнага асушэння» (наступствы засух, адсутнасці дажджоў, паніжэння ўзроўню грунтовых вод) адбываецца пераход забалочаных лясоў у бок больш сухіх тыпаў лесу, павышэнне іх прадуктыўнасці з аднаго боку і зніжэнне ўстойлівасці з другога. Калі на «кліматычнае асушэнне» накладваецца эффект асушальнай меліярацыі, то вынікі могуць прывесці да гібелі лясоў.

*Яловыя лясы на мяжы арэала.*



*Пойменныя дубровы фарміруюцца пад уплывам перыядычнага затоплення тэрыторыі.*



*Хваёвыя лясы па балоце адчувальныя да змены клімату*

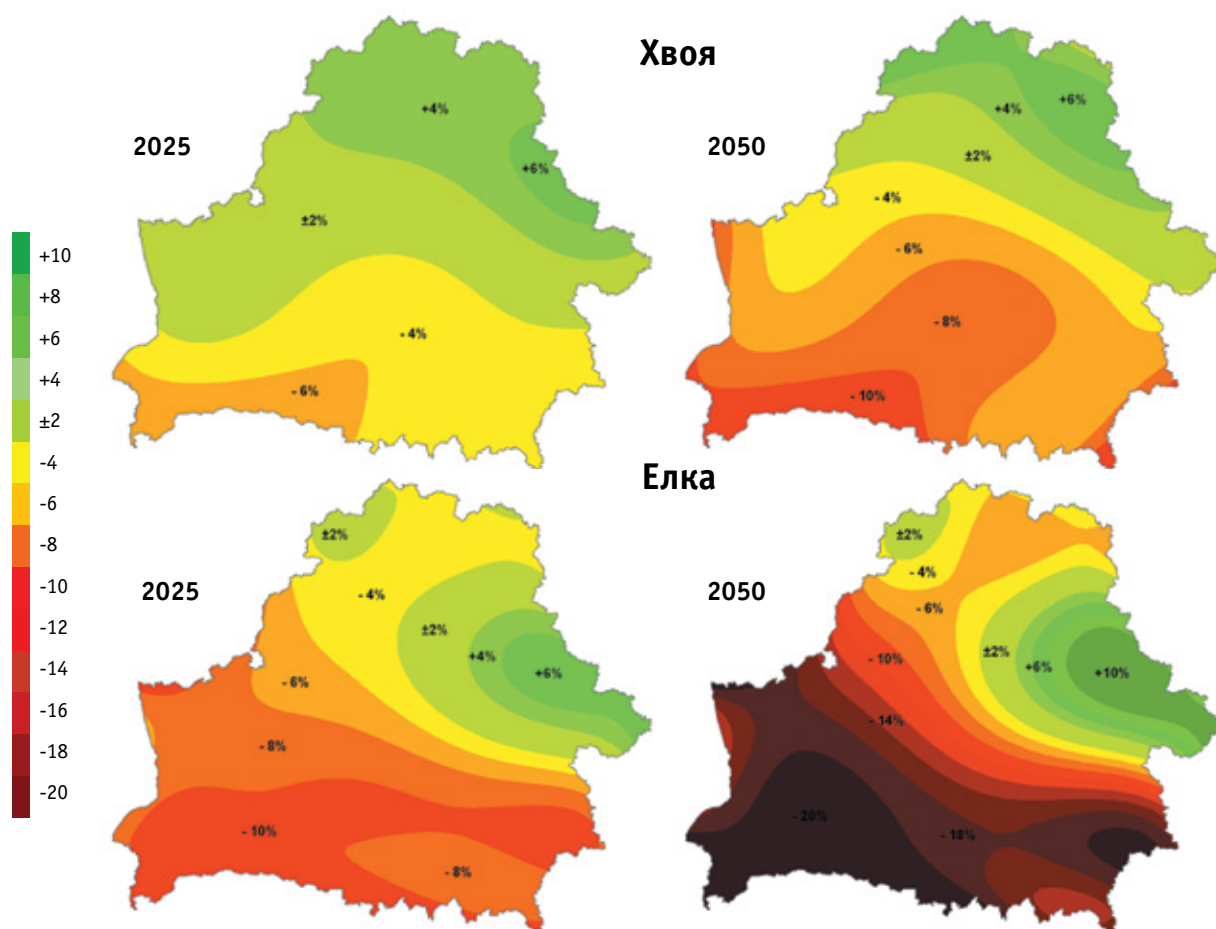




Пацяпленне адлюстроўваецца і на змене прадуктыўнасці асноўных лесаўтваральных парод. Павелічэнне прыросту дрэў за кошт падаўжэння вегетацыйнага перыяду не кампенсуе яго зніжэнне з прычыны засух у сярэдзіне вегетацыі. Выключэнне складаюць толькі паўночныя рэгіёны Беларусі. Сітуацыя пагаршаецца павышэннем верагоднасці засух, здольных справакаваць новыя ўспышкі шкоднікаў лесу і гібель насаджэнняў на значных плошчах.

Выкарыстоўваючы мадэлі сувязі «клімаат – радыяльны прырост», а таксама прагнозныя паказчыкі змены клімату, вучонымі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі была дадзена ацэнка магчымай змены бягучага прыросту хваёвых парод на 2025 і 2050 гг. у параўнанні з базавым (1961–1990 гг.) перыядам (Мал. 2.3.6).

**Мал. 2.3.6.** Прагназуемая змена (%) бягучага прыросту хвой (уверсе) і елкі (унізе) на 2025 (злева) і 2050 (справа) гады ў параўнанні з перыядам 1961–1990 гг. пры найбольш верагодным сцэнары змены клімату («+» – павелічэнне прыросту; «-» – паздненне прыросту).



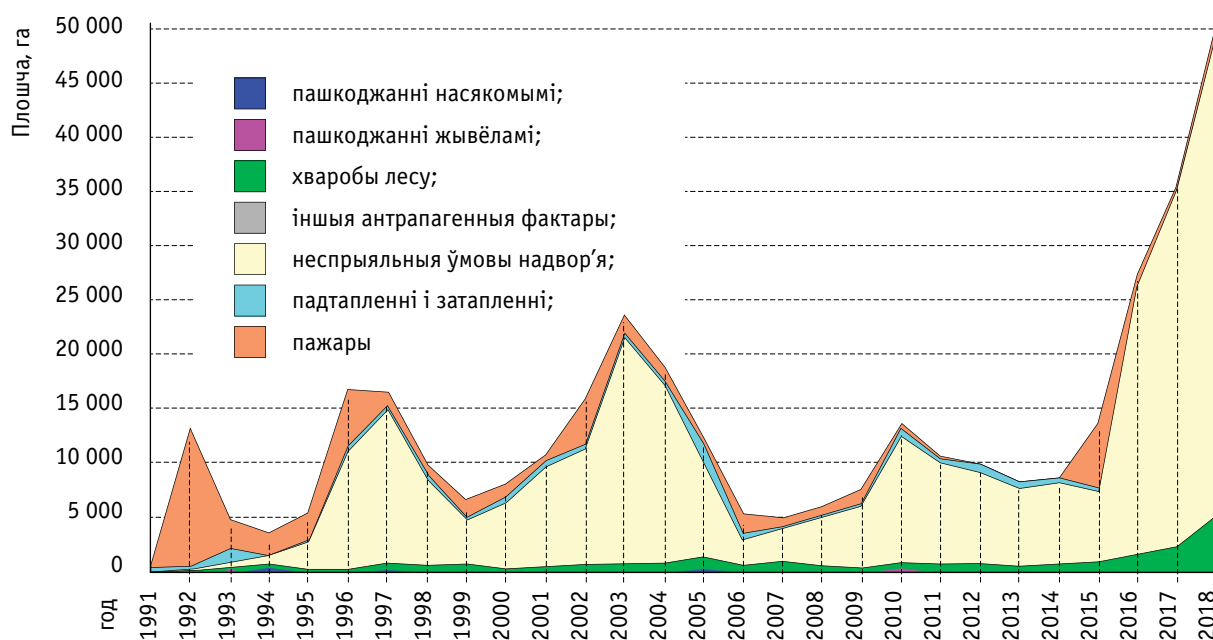
На поўдні Беларусі ўжо да 2025 года чакаецца падзенне прыросту хваёвых лясоў на 4–6%, а да 2050 года – на 8–10%, а ў паўночных рэгіёнах прырост хвойнікаў павысіцца на 6% за кошт паляпшэння цеплазабеспячэння. Што тычыцца елкі, то да 2025 года можна чакаць паніжэння яе прыросту на 8–10% у паўднёвай частцы рэспублікі, а да 2050 – да 20%. Нават на поўначы страты прыросту, абумоўленыя зменай клімату, могуць дасягнуць 6%. Поўдзень і захад Беларусі (Брэсцкая, Гомельская і часткі Гродзенскай і Мінскай абласцей) становяцца зонай рызыкоўнага вырошчвання елкі. Толькі на ўсходзе краіны – у Магілёўскай вобласці – чакаецца павышэнне прыросту елкі, дзе мацней выражана кантынентальнасць клімату.

Згодна з большасцю сусветных прагнозаў, з усіх лясных рэгіёнаў планеты найбольшыя змены, звязаныя з пацяпленнем клімату, будуць адбывацца ў паўночных лясах Еўразіі і Паўночнай Амерыкі за кошт перамяшчэння паўночнай і паўднёвай лясных меж. Так, пры павышэнні тэмпературы на 2° С агульная плошча ляснога покрыва павялічыцца за кошт распаўсюджвання лясоў у цяперашнюю зону тундраў. Пры павышэнні тэмпературы на 4° С адступленне лясоў будзе ісці па ўсёй паўднёвай мяжы іх пашырэння, прычым яно стане больш маштабным, чым перамяшчэння ляснога покрыва на поўнач, у зону тундраў. Кліматычныя мадэлі сведчаць пра тое, што да 2100 года можа знікнуць больш за 50% трапічных відаў, калі тэмпература на планеце павысіцца на 4° С. Гэта вельмі трывожны прагноз, які паказвае, наколькі сур'ёзнай можа стаць сітуацыя са знікненнем лясоў, калі ажыццявіцца самы неспрыяльны сцэнар пацяплення клімату.

### Гібель лясоў ад пажараў, нашэсцяў шкоднікаў і экстрэмальнага надвор'я

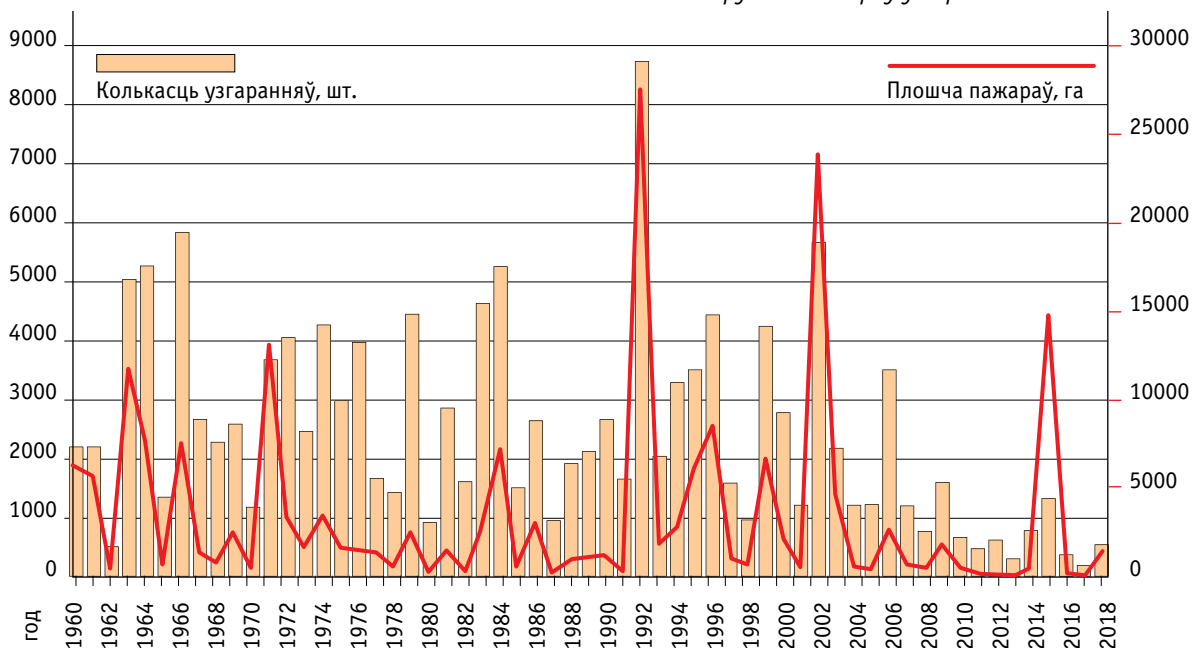
Яшчэ адна вялікая праблема для лясоў, звязаная са зменай клімату, – гэта засухі, ураганныя вятры, маштабныя пажары, нашэсці шкоднікаў і іншыя з'явы. Штогод ад неспрыяльных умоў надвор'я (масавыя бураломы або ўсыханні) на тэрыторыі Беларусі гіне ад 4 да 50 тыс. га насаджэнняў (Мал. 2.3.7). Прычым найбольш неспрыяльнымі сталі 2017–2018 гг., што звязана з інтэнсіўнымі засухамі і масавым размнажэннем ствалавых шкоднікаў. Павелічэнне працягласці засушлівых перыядаў і інтэнсіўнасці засух вядзе да росту колькасці ўзгаранняў у лясах і лесабалотных экасістэмах і павелічэння плошчы насаджэнняў, якія загінулі ад пажараў (Мал. 2.3.8). Найбольш інтэнсіўная гібель лясоў адзначана ў заходніх, цэнтральных і ўсходніх рэгіёнах Беларусі, а ў апошнія гады – у паўднёвых.

Мал. 2.3.7. Дынаміка гібелі дрэвастоеў у лясах Беларусі ў перыяд з 1991 па 2018 гг.



Найбольш неспрыяльнымі за апошнія 30 гадоў былі 1992, 2002 і 2015 гг., у кожны з якіх ад пажараў загінула больш за 14 тыс. га лясоў. Усяго ж з 1991 года ад пажараў загінула больш за 103 тыс. га лясоў.

**Мал. 2.3.8.** Дынаміка гібелі дрэвастоеў у лясах Беларусі ад пажараў у перыяд з 1960 па 2018 гг.



Нягледзячы на тое, што пажарная небяспека павышаецца ў выніку змены клімату, лясныя пажары ўзнікаюць галоўным чынам у выніку неасцярожнага абыходжання з агнём і наносцяць велізарную шкоду ўсёй лясной экасістэме. 93–98% усіх лясных пажараў адбываюцца па віне чалавека.

Пры змене клімату верагоднасць узнікнення пажаранебяспечных сітуацый павялічваецца, паколькі павышаецца тэмпература, што прыводзіць да больш хуткага высыхання лясных гаручых матэрыялаў. Становіцца больш доўгім цёплы сезон года, у які могуць адбывацца пажары. Паколькі прагназуемае пацяпленне будзе прымеркавана, перш за ўсё, да зімовых месяцаў, яно прывядзе да паніжэння вышыні снежнага покрыва і зніжэння вільгацезабяспечанасцю ў пачатку вясны. У выніку павысіцца верагоднасць узнікнення пажараў, прымеркаваных да веснавых сельскагаспадарчых палаў (красавік-пачатак мая).

Засухі, выклікаючы паслабленне дрэў, ствараюць спрыяльныя ўмовы для масавага размнажэння другасных (ствалавых) шкоднікаў. У выніку масавае ўсыхання ельнікаў ў 1990-2000 гг., а затым хвойнікаў (2017-2018 гг.) прыняла характар экалагічнага бедства ў паўднёвых і цэнтральных рэгіёнах Беларусі. Так, калі дэфіцыт атмасферных ападкаў пры росце сярэдніх гадавых тэмператур захваецца і ў наступныя гады, цяжка выказаць здагадку, у якія аб'ёмы ўсыхання выльецца гэтая атака шкоднікаў на ослабленыя хваёвыя лясы.

**Мал. 2.3.9.** Лясны пажар.



**Мал. 2.3.10.** Вывал у ельніку, усохлым пасля пашкоджання караедам-тытографам.



У гады з нармальнай тэмпературай і вільготнасцю колькасць гэтых насякомых кантралюецца іншымі відамі – і драпежнымі насякомымі, і птушкамі. Але калі жукоў-караедаў занадта многа, лесу на велізарных плошчах прыходзіць канец! Высахлыя дрэвы застаюцца спачатку без ігліцы, а потым і без кары. Шматлікія грыбы-разбуральнікі драўніны працягваюць сваю нябачную працу. Пад дзеяннем вятроў дрэвы выпадаюць (Мал. 2.3.9). У выніку змяняецца светлавы рэжым пад палагам лесу, што прыводзіць да з'яўлення святлолюбівых відаў і замене імі цэневынослівых. Словам, мяняецца біялагічная і біятапічная разнастайнасць.

Аднак усё яшчэ можа вярнуцца да ранейшага стану. Таксама як і пасля пажараў, праз сотню-другую гадоў лес адновіцца амаль цалкам. Але толькі пры ўмове, што дзесьці засталіся такія ж некранутыя лясы з усім наборам насельнікаў у дадатак. І калі ў наступныя гады не здарацца такія ж незвычайныя ваганні тэмпературы і анамаліі надвор'я.

Акрамя засух, гібель лясоў выклікаюць і іншыя экстрэмальныя пагодныя з'явы: ураганныя вятры і смерчы, якія прыводзяць да бураломаў (Мал. 2.3.10), ліўні, падчас якіх адбываецца альбо змыў асобных участкаў лесу, альбо адміранне дрэў пры працяглым затапленні. Масавае пашкоджанне дрэў можа выклікацца шчодрым мокрым снегам або абледзяненнем. Пры моцным градзе адбываецца пашкоджанне кары галін, што можа выклікаць прыкметнае паслабленне дрэў і іх частковае ўсыханне.

*Ураган, які прайшоў па тэрыторыі Беларусі 12–13 ліпеня 2016 года, стаў прычынай самых маштабных разбурэнняў у гісторыі лясной гаспадаркі рэспублікі: пашкоджана 4,6 млн м<sup>3</sup> драўніны на плошчы 40,4 тыс. га, з якіх 81,8% пашкоджанняў прыйшлося на лясы Мінскай вобласці: больш за 3,4 млн м<sup>3</sup> на плошчы 12,6 тыс. га. Хуткасць ветру дасягала 20 м/с. Вецер зрываў дахі дамоў, зносіў транспартныя прыпынкі, валіў дрэвы, залева затапіла двары і падвалы, град абсыпаў зямлю, барабаніў у вокны, дзіравіў дахі і машыны. Толькі ў Мінску зафіксавана падзенне 1398 дрэў.*

*Наступствы ўрагану 2016 года ў Смалявіцкім раёне Мінскай вобласці. Беларусь.*



Гісторыя абледзяненняў, сучасныя навуковыя сведчанні і прагнозы паказваюць, што лясы і іншыя прыродныя экасістэмы могуць адаптавацца да самых розных кліматычных умоў. Але гэтая адаптацыя ў асноўным звязана з міграцыямі – гэта значыць зменамі меж прыродных зон і тыпаў расліннасці. Падчас абледзяненняў лясы захоўваліся на параўнальна невялікай тэрыторыі, а шырокія прасторы Еўразіі пакрываліся тундрамі і тундрастэпамі. Пры пацяпленні лес вяртаў сабе статус дамінуючага тыпу расліннага покрыва. Аднак сённяшняе пацяпленне развіваецца занадта хуткімі тэмпамі. У гэтых умовах цалкам верагодныя не паступовыя, а катастрафічныя змены тыпаў расліннага покрыва, гэта значыць маштабныя ўсыханні лясоў з павышанай верагоднасцю лясных пажараў.

Таму лепш не даводзіць глабальнае пацяпленне да крайнасцей, а забяспечыць паступовую стабілізацыю кліматычнай сітуацыі на планеце!

## Як лясы ўплываюць на клімат?

Мы з вамі даведаліся, як клімат і яго змены ўплываюць на лясы. Але, аказваецца, існуе і ўплыў лесу на клімат!

Напрыклад, зялёны лес змяняе адлюстраванне сонечнага святла зямной паверхняй, тым самым уплываючы на колькасць цяпла, якое паглынаецца Зямлёй. Розніца ў тэмпературах паміж лесам і бязлеснай тэрыторыяй асабліва заўважная ў зімовы перыяд. Сонечныя прамяні добра адлюстроўваюцца ад заснежаных бязлесных раўнін, і ў меншай ступені – ад больш цёмных прастораў, пакрытых тайговымі лясамі.

Лес дапамагае ўтрымліваць вільгаць у глебе і ўплывае на выпарэнне, робячы клімат рэгіёна больш мяккім і вільготным.

У лесе даўжэй затрымліваецца снежны покрыв – так згладжваюцца вясновыя скачкі тэмпературы і зніжаюцца рызыкі вясенняй паводкі ракі.

Аднак найважнейшая для клімату ўласцівасць лясоў звязана з вугляродным цыклам. Лес паглынае вуглякіслы газ з атмасферы і захоўвае звязаны вуглярод у выглядзе розных арганічных рэчываў. А менавіта вуглякіслы газ, які трапляе ў атмасферу пры спальванні выкапнёвага паліва, з'яўляецца галоўнай прычынай сучаснага пацяплення клімату.

Многа хто ведае, што зялёныя расліны паглынаюць вуглякіслы газ і выдзяляюць кісларод. Гэты працэс называецца **фотасінтэзам**, і адбываецца ён дзякуючы энергіі сонечнага святла. Паколькі ў лесе шмат зялёных раслін – дрэвы, хмызнякі, трава, – распаўсюджана меркаванне, што лясы ўзбагачаюць кіслародам атмасферу планеты. У сродках масавай інфармацыі ў адносінах да лясоў часта выкарыстоўваецца тэрмін «зялёныя лёгкія планеты». Паглынаны кісларод і выдзяленне вуглякіслага газу – гэта два бакі адзінага працэсу фотасінтэзу, таму можна падумаць, што лясы абавязкова выдаляюць вуглякіслы газ з атмасферы. Але гэты думка не зусім правільная!

Каб разабрацца ў працэсах абмену вуглякіслым газам паміж лесам і атмасферай, спачатку трэба зразумець, у якім выглядзе лес захоўвае вуглярод, элемент, які ў злучэнні з кіслародам утварае вуглякіслы газ. Вуглярод уваходзіць у склад любога арганічнага рэчыва. Да прыкладу, у сухой драўніне каля паловы масы прыпадае менавіта на вуглярод.

## Што такое пул вугляроду?

Любы кампанент экасістэмы, які змяшчае значную колькасць арганічнага рэчыва, з'яўляецца сховішчам вугляроду. Гэтыя сховішчы навукоўцы называюць пуламі (англ. «pool» – басейн). У лясной экасістэме маецца 4 галоўныя пулы вугляроду:

- 1) фітамаса (маса жывых раслін);
- 2) мёртвая драўніна;
- 3) подсціл (апалае лісце, галінкі);
- 4) арганічнае рэчыва глебы.

Пул фітамасы – гэта жывыя расліны: ствалы дрэў, галіны, карані, лістота і хвоя дрэў і кустоў, лісце і карані травы, імхі (Мал. 2.3.11). Як правіла, найбольшы ўклад у фітамасу ў ствалоў дрэў, аднак у паўночнатайговых або забалочаных сасновых лясах значная доля прыпадае на імхі.

*Мал. 2.3.11. Стволовая дрэвесіна даёт галоўны ўклад у пул углерода фітамасы.*



**Пул мёртвай драўніны** складаецца з адмерлых дрэў і каранёў. Працэс адмірання дрэў лесаводы называюць адпад. Натуральны адпад адбываецца ў выніку канкурэнцыі дрэў за сонечнае святло. Больш дробныя дрэвы зацяняюцца сваімі больш буйнымі сабратамі, не атрымліваюць дастаткова святла для фотасінтэзы і паступова засыхаюць. Таму малады лес нашмат гусцейшы, чым стары. Адпад дрэў можа адбывацца і пры розных неспрыяльных сітуацыях: лясных пажарах, засухах, выбухах размнажэння шкоднікаў, тэхнагенных забруджваннях. У парушаных лясах пул вугляроду ў мёртвай драўніне можа перавышаць яго запас у жывой.

**Лясны подсціл** прадстаўлены адносна дробнымі фрагментамі арганічнага рэчыва, якія ляжаць на паверхні глебы (Мал. 2.3.13). У першую чаргу, гэта сухое лісце і хвоя, дробныя сухія галінкі, пясцікі кветак, шышкі і іншыя фрагменты, якія ападаюць з жывых раслін. Папаўненне пула подсцілу называюць **апад**. У лістападных лясах папаўненне пула подсцілу найбольш інтэнсіўна ідзе ў перыяд восеньскага лістападу. У тайговай лясах апад ігліцы больш раўнамерна размеркаваны па сезонах года.

Значныя запасы вугляроду знаходзяцца ў **пуле глебы**. Справа ў тым, што глеба складаецца з мінералаў і арганічных рэчываў, у першую чаргу так звананага **гумусу** – рэчыва цёмнага колеру, які ўяўляе сабой вынік доўгага пераўтварэння раслінных рэшткаў (подсцілу, мёртвай драўніны і адмерлых каранёў). Доля вугляроду ў гумусе роўная 58%, гэта значыць вышэйшая ў параўнанні з фітамасай. Чым цямнейшая глеба, тым больш у ёй змяшчаецца вугляроду (Мал. 2.3.14).

У тайговых лясах у пуле фітамасы змяшчаецца 21% запasu вугляроду, у мёртвай драўніне – 4%, у подсціле – 3%, у глебе – 72%. Менавіта вуглярод глебы дамінуе ў гэтых лясах. У трапічных лясах сітуацыя крыху іншая – на жывое і мёртвае арганічнае рэчыва прыпадае па 50% запасаў вугляроду.

Чаму такая розніца? У тайговых лясах пераважная частка раслін, якія адміраюць, раскладаецца грыбамі і бактэрыямі, прычым хуткасць гэтага раскладання невялікая. Буйныя адмерлыя ствалы дрэў раскладаюцца на працягу дзесяцігоддзяў! Нізкая хуткасць раскладання прыводзіць да таго, што ў лесе назапашваюцца значныя пулы мёртвага арганічнага рэчыва – мёртвай драўніны, подсцілу і гумусу глебы. У трапічным лесе значная частка подсцілу і мёртвай драўніны з'ядаецца жывёламі, у першую чаргу тэрмітамі. Гэта павялічвае хуткасць раскладання і памяншае долю пулаў мёртвага арганічнага рэчыва ў вуглярод экасістэмы.

*Мал. 2.3.12. Адмерлыя дрэвы ўваходзяць у пул мёртвай драўніны.*



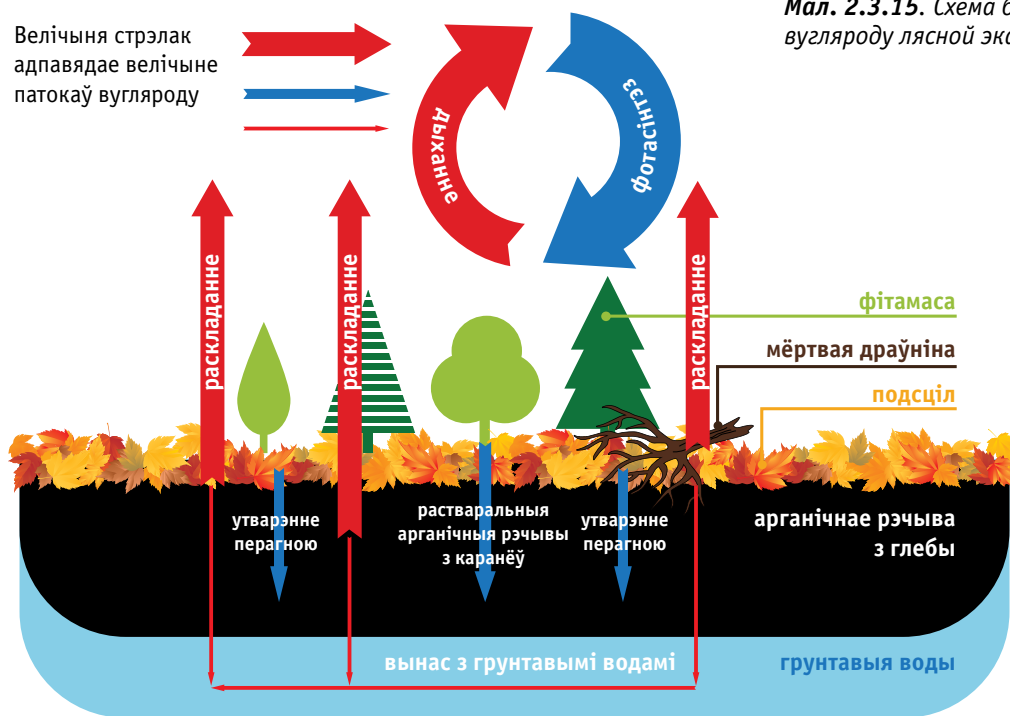
*Мал. 2.3.13. Падчас лістападу вугляродны пул подсцілу заўважна павялічваецца.*



*Мал. 2.3.14. Паколькі глеба цёмная, значыць, у ёй многа вугляроду.*



Велічыня стрэлак  
адпавядае велічыню  
патокаў вугляроду



Мал. 2.3.15. Схema бюджэту вугляроду лясной экасістэмы.

## Бюджэт вугляроду

Цяпер, калі мы ведаем усё пра пулы вугляроду ў лясной экасістэме, давайце паглядзім, як звязаны гэтыя пулы паміж сабой і з атмасферай (Мал. 2.3.15). Навукоўцы называюць такую схему **бюджэтам вугляроду**, па аналогіі з эканомікай, у якой бюджэт – гэта даходы і выдаткі фінансавых рэсурсаў прадпрыемства або сям’і.

Адзінай «даходнай» крыніцай бюджэту вугляроду ў лясной экасістэме з’яўляецца фотасінтэз. Пры валавым фотасінтэзе ствараецца арганічнае рэчыва. Першыя, хто выкарыстоўвае яго, – самі расліны. Амаль палова створанага пры фотасінтэзе рэчыва раскладаецца ў працэсе дыхання саміх раслін, а вуглярод гэтага рэчыва вяртаецца ў атмасферу. Астатнюю частку арганічнага рэчыва называюць чыстым фотасінтэзам, яго вуглярод папаўняе пул фітамасы.

Шматлікія жывыя арганізмы, якія жывуць у лесе, ужываюць арганічнае рэчыва раслін. Гэта вусені матылькоў і іншыя насякомыя, якія ядуць лістоту дрэў, птушкі і грызуны, якія збіраюць плады і насенне, капытныя, якія сілкуюцца травой і маладымі галінамі.

У тайзе і ўмераных лясах значная частка драўнянай фітамасы адмірае, і гэтыя раслінныя рэшткі становяцца здабычай грыбоў і бактэрый (Мал. 2.3.16). Адміранне цэлай расліны (напрыклад, усыханне дрэва) з’яўляецца адпадам, а асобных частак (напрыклад, лісця восенню) – ападам. Гэтыя патокі папаўняюць пулы мёртвай драўніны і подсцілу.

Пры дыханні грыбоў і бактэрый вуглярод арганічнага рэчыва звязваецца з кіслародам і вяртаецца ў атмасферу ў выглядзе вуглякіслага газу. Вынікам з’яўляецца разлажэнне мёртвай драўніны і подсцілу. Невялікая частка рэчыва гэтых пулаў ператвараецца ў гумус і папаўняе пул вугляроду глебы (гэты працэс называюць **гуміфікацыяй**). Вуглярод трапляе ў глебу і з жывых раслін у выглядзе арганічных рэчываў каранёвых выдзяленняў.

Арганічнае рэчыва глебы таксама раскладаецца грыбамі і бактэрыямі з вылучэннем вуглякіслага газу ў атмасферу. Некаторая частка вугляроду выносіцца з экасістэмы з грунтавым і паверхневым сцёкам вады: вы дакладна бачылі ўвосень апалае лісце, якое плыла па лясных ручаях.

Лясы, дзе шмат сталых і старых дрэў, паглынаюць з атмасферы такую ж колькасць вуглякіслага газу, як і выдзяляюць. Вугляродныя пулы ў такім лесе застаюцца з цягам часу нязменнымі. Тут у поўнай меры выяўляецца сваяцтва слова «пул» з басейнам: калі басейн поўны да краёў, у яго ўжо не заліць дадатковыя аб'ёмы вады. Гэтак жа і вугляродныя пулы стагла лесу запоўненыя амаль да канца. Аднак гэта не значыць, што такія лясы не адыгрываюць ролю ў рэгуляцыі газавага складу атмасферы. Проста перыяд актыўнага паглынання вугляроду ў гэтых лясах застаўся ў мінулым, а цяпер яны з'яўляюцца захавальнікамі «закансерваванага» вугляроду, гэта значыць таго, які ўжо не можа выклікаць парніковы эффект.

Маладыя лясы, якія яшчэ растуць, па сваім вугляродным бюджэце адрозніваюцца ад векавых. Маладыя лясы назапашваюць вуглярод, выдаляючы яго з атмасферы. Гэты вуглярод назапашваецца ў пулах. Таму менавіта маладыя лясы ў поўнай меры можна лічыць «зялёнымі лёгкімі» планеты!

### Адрозненні ва ўздзеянні лясоў на атмасферу

Мы высветлілі, чым адрозніваюцца маладыя і старыя лясы: маладыя лясы паглынаюць вуглякіслы газ з атмасферы і дзякуючы гэтаму могуць часткова кампенсаваць выкіды гэтага газу ад спальвання вугалю, газу і нафты. Сталыя лясы захоўваюць велізарную колькасць вугляроду ў звязаным выглядзе, не дапушчаючы стварэння вуглякіслага газу і яго ўдзелу ў парніковым эфекце. Таму, калі мы хочам выкарыстаць лясы для прадукцыі кліматычных змен, мы павінны:

- 1) саджаць новыя маладыя лясы там, дзе лясоў раней не было;
- 2) захоўваць існуючыя лясы.

У развітых краінах (ЗША, Канадзе, краінах Еўрапейскага саюза і іншых) шмат маладых лясоў, якія паглынаюць вуглякіслы газ з атмасферы. У гэтых краінах эканоміка ўжо склалася, і імклівага скарачэння плошчы лясоў не адбываецца. Многія з гэтых краін (напрыклад ЗША, Канада, Швецыя, Італія) апошнія дзесяцігоддзі яшчэ і заахвочваюць уласнікаў зямель саджаць новыя лясы!

Паколькі тайга і ўмераныя лясы растуць і паглынаюць вуглярод на працягу дзясяткаў, а часам і соцень гадоў, у тых месцах, дзе

адбываліся парушэнні ляснога покрыва ў XX стагоддзі, зараз аднаўляюцца лясы і адбываецца назапашванне імі вугляроду. Яскравы прыклад – аднаўленне хвойнага лесу паблізу ціхаакіянскага ўзбярэжжа Канады (Мал. 2.3.17). У пачатку XX стагоддзя гэтая тэрыторыя была пакрыта гіганцкімі хваёвымі лясамі з піхты Дугласа і чырвонага кедра, якія дасягалі

**Мал. 2.3.16.** Грыб-губа раскладае мёртвую драўніну і вяртае вуглярод у атмасферу.



**Рис. 2.3.17.** Гіганцкі пень у лясах заходняй Канады (правінцыя Брытанская Колумбія) – сведчанне інтэнсіўных высечак першай паловы XX стагоддзя.





вышыні 80–90 м. Да сярэдзіны XX стагоддзя гэтыя лясы былі высечаны. Да гэтага часу на месцах былых высечак можна ўбачыць гіганцкія пні дыяметрам больш за 2 м. Пазней у Канадзе былі прыняты строгія прыродаахоўныя законы, якія спрыялі аднаўленню лясоў на месцах былых высечак.

Зусім іншая сітуацыя ў краінах, якія толькі развіваюцца, асабліва ў Паўднёвай Амерыцы, Паўднёва-Усходняй Азіі і Акіяніі. Насельніцтва і эканомікі гэтых краін хутка растуць, таму пастаянна патрабуюцца новыя тэрыторыі для наладжвання сельскагаспадарчых палёў, размяшчэння фабрык і заводаў, будаўніцтва гарадоў, пасёлкаў і дарог. Гэтыя дадатковыя тэрыторыі ў асноўным утвараюцца за кошт знішчэння трапічных лясоў. Плошчы высечак хутка пераўтвараюцца ў сельскагаспадарчыя землі, таму аднаўлення лясоў і наступнага паглынання вуглякіслага газу не адбываецца. Фатаграфія, зробленая ў трапічнай частцы Аргенціны (Мал. 2.3.18), паказвае пачатак знішчэння лесу. Лясныя землі раней належалі арміі, але ў пачатку 2000-х гадоў былі перададзеныя ў муніцыпальнае кіраванне. Муніцыпалітэт выдаў дазвол на сельскагаспадарчае асваенне гэтых зямель, і пачалася высечка.

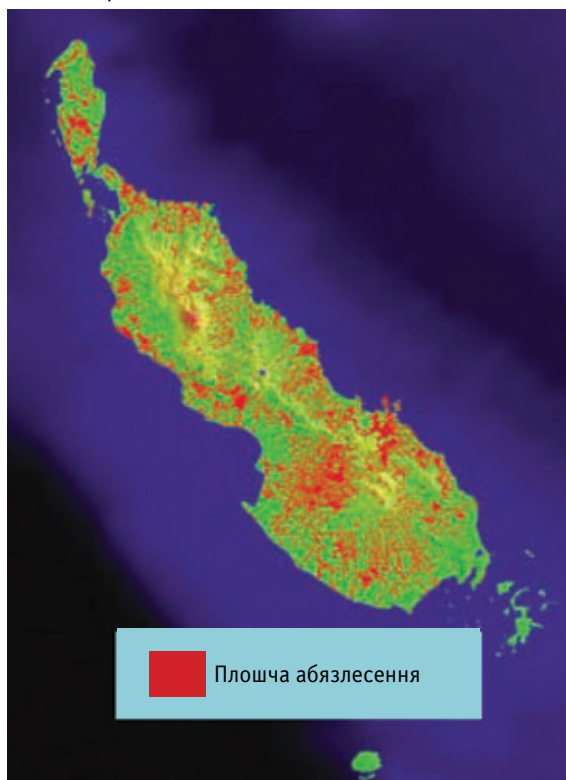
Высечка лясоў у некаторых трапічных рэгіёнах адбываецца з вельмі высокай хуткасцю. За 30 гадоў (з 1972 па 2002 гады) у Папуа Новай Гвінеі было высечана каля 15% плошчы дажджавых лясоў (Мал. 2.3.19). Яшчэ на 9% плошчы Новагвінейскіх джунгляў лясы дэградуюць. Таму выкіды парніковых газаў ад абязлесення ў Новай Гвінеі ўзраслі за гэтыя 30 гадоў больш чым у 2 разы.

Цяпер каля 10% колькасці вуглякіслага газу, які выкідаецца ў атмасферу чалавекам, утвараецца з прычыны высечкі трапічных лясоў. У рамках Арганізацыі Аб'яднаных Нацый абмяркоўваецца стварэнне глабальнай сістэмы для скарачэння выкідаў парніковых газаў ад знішчэння лясоў у краінах, якія толькі развіваюцца. Ёсць двухбаковыя міжнародныя праекты па захаванні трапічных лясоў (напрыклад, пагадненне паміж Аўстраліяй і Інданезіяй). Некаторыя краіны, напрыклад Кітай, Індыя і Коста-Рыка, праводзяць ўласныя праграмы па павелічэнні плошчы лясоў. Але ў цэлым сітуацыя з захаваннем запасаў вугляроду трапічных лясоў пакуль вельмі трывожная.

**Мал. 2.3.18.** Былая лясная тэрыторыя (Аргенціна, правінцыя Ігуасу).



**Мал. 2.3.19.** Тэрыторыі вострава Бугенвіль (Папуа Новая Гвінея), якія згубілі лясное покрыва за 1972–2002 гады.



## Знікненне трапічных лясоў

Трапічныя дажджавыя лясы – адна з найважнейшых экасістэм планеты. Гэта самая багатая з пункту гледжання відавой разнастайнасці экасістэма. Трапічныя лясы – крыніца драўніны, ежы, медыцынскіх матэрыялаў. Яны адыгрываюць вельмі важную ролю ў рэгуляцыі клімату на Зямлі. Знікненне трапічных лясоў прыводзіць да разбураўвання ўрадлівага слою глебы, скарачэння біяразнастайнасці, парушэння экалагічнага балансу на вялікіх тэрыторыях і на планеце ў цэлым.

Нягледзячы на розныя меры, лясы знікаюць вельмі хутка. Найхутчэй плошча лясоў скарачаецца ў Паўднёвай Амерыцы і Афрыцы, дзе з 2005 па 2010 гады было страчана каля 3,6 млн і 3,4 млн га лесу, адпаведна.

Сёння вільготныя трапічныя лясы пакрываюць толькі 5% зямной паверхні, а сто гадоў таму пакрывалі 12%. І кожны год высякаецца або спальваецца ўчастак лесу, які па плошчы праўзыходзіць Англію, – 130 тыс. км<sup>2</sup>.

Адна з галоўных прычын знішчэння лясоў – пераўтварэнне іх у сельскагаспадарчыя землі з тым, каб пракарміць насельніцтва свету, якое пастаянна расце. Вільготныя трапічныя лясы часта замяняюцца плантацыямі кафейнага дрэва, какасавай пальмы або каўчукавых дрэў. У Паўднёвай Амерыцы для вільготных трапічных лясоў таксама сур'ёзную пагрозу ўяўляе нерацыянальная здабыча карысных выкапняў.

Пасля моцнага пашкоджання лес ужо няздольны аднавіцца. Калі высекчы дрэвы на невялікім участку, то праз некалькі гадоў ён зноў пакрыецца лесам, калі ж высекчы вялікую плошчу, лес на ёй, магчыма, ужо ніколі не адродзіцца. Моцны дождж будзе змываць пажыўныя рэчывы, а гарачае сонца выпаліць верхні слой глебы, так што расці зможа толькі пустазелле.

Што можна зрабіць, каб выратаваць лясы? У першую чаргу, краінам, якія маюць вялікія плошчы трапічных лясоў, такім як Перу, Эквадор або Інданезія, неабходна прапанаваць выгадныя ў эканамічным сэнсе альтэрнатыўныя віды гаспадарчай дзейнасці, для якіх не трэба высякаць дрэвы. Інакш знішчэнне расліннасці дзеля здабычы карысных выкапняў і вырабаў прадуктаў харчавання працягнецца.



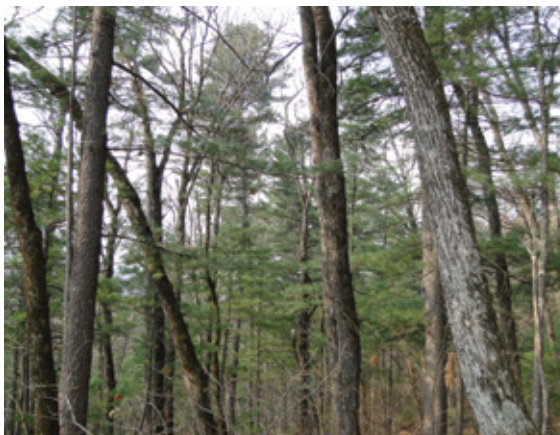
## Як кіраваць вугляродным балансам лясоў

Баланс вугляроду ў лесе залежыць ад шматлікіх фактараў, з якіх самыя важныя – гэта ўздзеянне чалавека, катастрофы (лясныя пажары, успышкі размнажэння шкоднікаў і іншыя), а таксама змены клімату. Аказваецца, балансам вугляроду лясоў можна кіраваць! Калі моцна скараціць аб'ёмы нарыхтовак драўніны, то лясы будуць паглынаць больш вугляроду з атмасферы.

Адзін з такіх праектаў ажыццяўляецца Сусветным фондам дзікай прыроды (WWF) на Далёкім Усходзе Расіі. Ідэя праекта – адмовіцца ад прамысловых высечак кедрова-шыракалістых лясоў басейна ракі Бікін, дапускаецца толькі нарыхтоўка дроў карэнным насельніцтвам (Мал. 2.3.20). Пры гэтым праект прапануе мясцовым жыхарам развіваць традыцыйныя формы выкарыстання лясоў: збор кедровых арэхаў, ягад, грыбоў, папараці, лекавых раслін.

Таксама важна зніжаць урон ад лясных пажараў. Пераважная частка пажараў узнікае па віне чалавека. Гэта пакінутыя не патушанымі падчас пікнікоў вогнішчы, кінутыя на сухі подсціл або лішайнікі недакуркі, якія дымяцца, падпальванне сухой травы (Мал. 2.3.21) і іншыя сітуацыі, выкліканыя неасцярожным абыходжаннем з агнём на прыродзе. Такі звычайны заклік «Беражыце лес ад пажару!» ва ўмовах кліматычных змен гучыць па-новаму актуальна. Калі ў вас атрымаецца адгаварыць сваіх прыяцеляў ад падпалу травы ці таполевага пуху, заліць вогнішча пасля сямейнага адпачынку ў лесе, вы можаце з поўным правам лічыць, што зрабілі свой уласны ўнёсак у прадухіленне кліматычных змен!

*Мал. 2.3.20. Кедрова-шыракалісты лес басейна р. Бікін восенню.*



*Мал. 2.3.21. Гарыць падпаленая людзьмі сухая трава.*



# Пытанні

1. Якія лясы называюць тайговымі?
2. Якая драўніна пераважае ў лясным покрыве Усходне-Еўрапейскай тайгі і чаму?
3. Як перамяшчаецца ў апошнія дзесяцігоддзі мяжа лес-тундра і чаму?
4. Уявім, што да канца гэтага стагоддзя пацяплее на 4° С. Як гэта адаб'ецца на лясах?
5. Як гаспадарчая дзейнасць чалавека ўплывае на лясы?
6. Якія асноўныя пулы вугляроду знаходзяцца ў лясной экасістэме?
7. Ці могуць расліны дыхаць?
8. Якія арганізмы раскладаюць мёртвыя раслінныя рэшткі?
9. Ці могуць векавыя лясы ачысціць атмасферу ад лішняга вуглякіслага газу?
10. Чаму трапічныя лясы губляюць запасы вугляроду?



# Заданні

## Заданне 1. Эксперымент

**Мэта:** высветліць, якія дрэвы і хмызнякі найбольш адчувальныя да пацяплення.

**Матэрыялы:** галінкі дрэў, якія яшчэ не распусціліся, ёмістасці з вадой.

**Ход эксперыmenta.** Эксперымент праводзіцца за некалькі тыдняў да тыповых тэрмінаў снегараставання ў рэгіёне. На вуліцы зразаецца некалькі галінак з розных драўняных і хмызняковых парод (бяроза, таполя, вярба, клён, ліпа, каштан). Галінкі ставяцца ў ёмістасці з вадой, пачынаюцца перыядычныя назіранні. Адзначаецца павелічэнне памераў пупышак, тэрміны, калі пупышкі лопаюцца, павелічэнне лісточкаў. Вымярэнні памераў пупышак праводзяцца і на вуліцы. Пасля распускання лісця дрэў на вуліцы будуецца графікі павелічэння памераў пупышак і лісця ў памяшканні і на вуліцы. У заключэнне эксперыmenta робіцца выснова пра тое, якія пароды дрэў больш адчувальныя да пацяплення (хутчэй рэагуюць на цяпло).

## Заданне 2. Эксперымент

**Мэта:** высветліць, у якой пароды дрэў у драўніне змяшчаецца найбольшая колькасць вугляроду.

**Матэрыялы:** некалькі брусочкаў рознай драўніны (дуб, елка, бяроза, асіна, хвоя і іншыя), лінейка, вагі.

**Ход эксперыmenta.** Памерым кожны брусочак, вылічым аб'ём (памножым даўжыню на шырыню і на вышыню брусочка) і ўзважым яго. Падзелім вагу брусочка на яго аб'ём, так мы даведаемся, колькі грам важыць кубік драўніны з стараной 1 см. Падзелім атрыманы лік на 2, гэта будзе вага толькі вугляроду ў гэтым кубіку. Абмяркуем атрыманы вынік і зробім выснову пра тое, у якой драўніне пул вугляроду большы, а значыць менавіта такія лясы найлепш саджаць з мэтай зніжэння парніковага эфекту.

### Заданне 3. Эксперымент

**Мэта:** параўнаць колькасць кіслароду і вуглякіслага газу, якая выдзяляецца раслінамі пры святле і ў цемры.

**Матэрыялы:** дзве вялікія шкляныя ёмістасці з герметычнай накрыўкай і вадой (прыкладна траціна аб'ёму), чаранкі раслін з буйнымі лістамі, лучынка, запалкі.

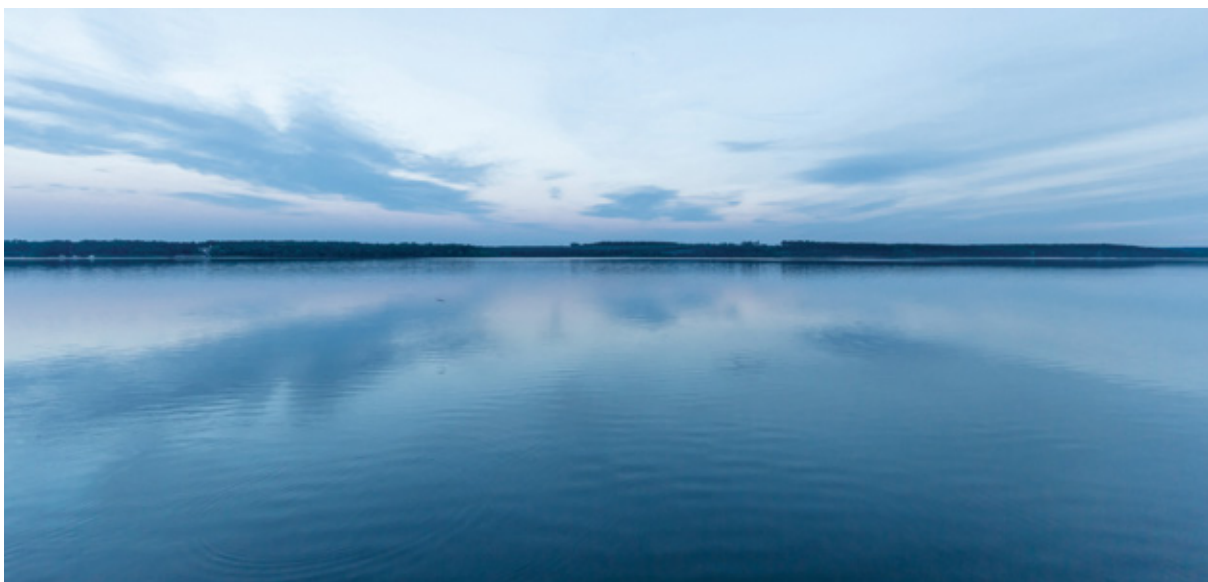
**Ход эксперымента.** Унутры кожнай высокай празрыстай ёмістасці змяшчаюць чаранкі раслін і герметычна закрываюць. Адно ёмістасць ставяць у цёплае, светлае месца, іншую закрываюць цёмным пакрывалам. Праз 1-2 дні з дапамогай падпаленай лучынкі правяраюць, у якой з іх полымя гарыць ярчэй: вынік ацэньваецца адразу пасля таго, як здымуць накрыўкі, пакуль газ не знік. Назіраюць за яркай успышкай полымя лучынкі, унесенай у «светлую» ёмістасць адразу пасля зняцця накрыўкі. У «цёмным» слоіку лучынка, наадварот, злёгка згасае. Робіцца выснова пра тое, што пры святле расліна вылучае больш кіслароду, чым вуглякіслага газу, а ў цемры наадварот.



## 2.4. | Як змены клімату ўплываюць на... водныя рэсурсы

### Вада ў прыродзе

Сярод велізарнай колькасці хімічных злучэнняў, якія сустракаюцца на нашай планеце, асаблівае месца займае вада – тая самая вада, што цячэ з кранаў у нашых дамах, якую кіпяцяць у чайніках і якая напаўняе рэкі, азёры, моры і акіяны.



Вада можа знаходзіцца ў розных станах: у цвёрдым, вадкім і газападобным. Зімой, калі тэмпература паветра ніжэйшая за 0° С, часцей за ўсё на вуліцы мы бачым замерзлую ваду – лёд. З крана вада цячэ ў вадкім стане, а той струмень пары, які б'е з чайніка, які толькі што закіпеў, – гэта газападобны стан вады. Між іншым, у аблоках вада вельмі часта знаходзіцца адразу ў трох станах – і менавіта з гэтым звязаныя розныя формы аблокаў!

*Мал. 2.4.1. Серабрыстыя аблокі над Швецыяй.*

Адно з найпрыгажэйшых атмасферных утварэнняў – **серабрыстыя аблокі**. Яны размешчаны на вышыні 76-85 км над зямлёй і ўтвараюцца выключна з ледзяных крышталяў, тэмпература якіх і вызначае іх фантастычны выгляд. Серабрыстыя аблокі можна ўбачыць толькі ў начны час у палярных шыротах, калі яны падсвятляюцца Сонцам, якое ўжо зайшло за лінію гарызонту.



Навука, якая вывучае ваду, называецца **гідралогія**. Лічыцца, што першыя гідралагічныя даследаванні праводзілі 5 тыс. гадоў таму старажытныя егіпцяне на рацэ Ніл: яны адсочвалі вышыню паводак і рабілі паметы на сценах будынкаў, скалах або берагавых лесвіцах.

Калі б на нашай планеце не было вады, то на ёй не было б і жыцця ў яе сучасным разуменні: многія віды раслін і жывёл складаюцца часткова з вады, і працэнт яе ў іх целах даволі вялікі. Напрыклад, мы з вамі (як і ўсе людзі) на 60% складаемца з вады. Гэты паказчык залежыць ад узросту: арганізм у нованароджаных дзяцей складаецца з вады на 86%, а ў пажылых людзей – толькі на 50%. Таму піць ваду для людзей выключна важна – вядома, што без ежы чалавек можа пражыць каля месяца, а без вады толькі ад 3 да 10 сутак.

Уся вада на Зямлі, якая выкарыстоўваецца або можа быць выкарыстана чалавекам, – гэта **водныя рэсурсы**. Да іх адносяцца ўсе воды рэк, азёр, каналаў, вадасховішчаў, мораў і акіянаў, падземныя воды, глебавая вільгаць, вада (ільды) горных і палярных леднікоў, і нават вадзяныя пары атмасферы.

Больш за 97% усёй вады на планеце знаходзіцца ў акіянах і морах. Вядома, што ў акіяне вада салёная, і для піцця яна непрыдатная. У рэках, азёрах, ручаях і іншых паверхневых крыніцах прэснай вады, а таксама падземных водах змяшчаецца менш за 1% усяго аб'ёму вады на планеце! Здавалася б, гэта зусім няшмат, але існуе і большы запас прэснай вады – гэта леднікі і ледзяныя шапкі Антарктыды і Грэнландыі. На іх долю прыпадае 2% усёй вады на зямлі – амаль у 8 разоў больш, чым у рэках і азёрах разам узятых!



Такім чынам, адной з асноўных экалагічных задач можна лічыць захаванне запасаў пітной прэснай вады – бо без яе чалавек не зможа існаваць!

Праблема недахопу пітной вады пагаршаецца глабальным змяненнем клімату, а таксама ростам патрэбы ў харчаванні і сродках гігіены насельніцтва Зямлі, якое пастаянна павялічваецца. З пачатку XX стагоддзя насельніцтва зямнога шара вырасла з 1,6 да 7,2 млрд чалавек – у 4,5 разы! У большасці краін у апошнія дзесяцігоддзі выкарыстанне вады павялічылася ў сувязі з ростам насельніцтва, зменамі ў ладзе жыцця і развіццём сельскагаспадарчай вытворчасці. Каля 70% усёй прэснай вады, якая выкарыстоўваецца чалавекам, прыпадае на арашэнне палёў. На думку экспертаў ААН, да 2050 года для вытворчасці прадуктаў харчавання будзе неабходна амаль 90% сусветных рэсурсаў прэснай вады.





Эксперты ААН таксама ўказваюць на тое, што пітная вада нераўнамерна размеркавана па мацерыках: у Азіі пражывае 60% насельніцтва планеты, аднак яно мае доступ толькі да 1/3 водных рэсурсаў. Па дадзеных Сусветнай арганізацыі аховы здароўя, ва ўсім свеце амаль 800 млн чалавек (40% з іх пражываюць у Афрыцы) не маюць доступу да чыстай пітной вады.

У 2015 годзе ААН былі прынятыя «Мэты ў галіне ўстойлівага развіцця», сярод якіх – задача забяспечыць да 2030 года ўсеагульны доступ да чыстай вады і сістэмы санітарыі.

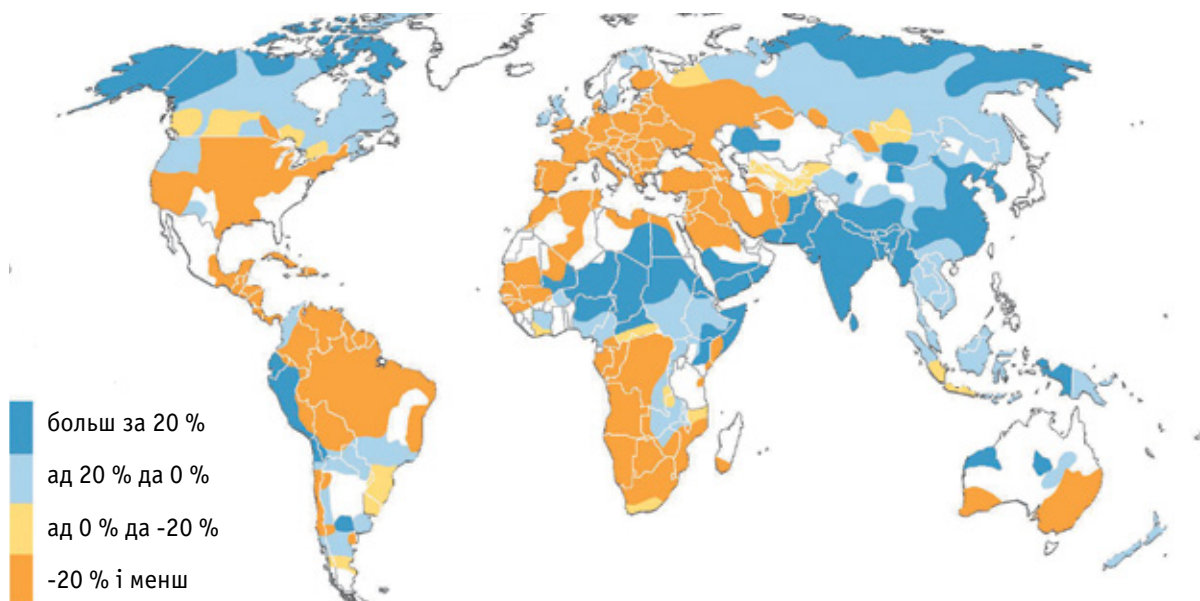
### Як змена клімату ўплывае на водныя рэсурсы?

Усе крыніцы прэснай вады на Зямлі (рэкі, азёры, балоты, снежнае покрыва, леднікі, грун-тавыя воды) цесна звязаны з кліматам. У пэўнай ступені ўсе яны – прадукт клімату, хоць, безумоўна, залежаць ад іншых кампанентаў прыроды.

Мы ўжо ведаем, што з прычыны пацяплення клімату ў многіх раёнах планеты, верагодна, павялічыцца частата моцных дажджоў, што прывядзе да катастрофічных паводак. У іншых раёнах, наадварот, прагназуецца скарачэнне ападкаў, у выніку чаго будуць часцей здарацца экстрэмальныя засухі. І, на жаль, раёны, якія і без таго пакутуюць ад празмернай вільгаці, стануць яшчэ больш вільготнымі, а засушлівыя тэрыторыі, асабліва раёны, якія знаходзяцца ў цэнтральных частках мацерыкоў, будуць усё часцей змагацца з наступствамі засух. Па прагнозах ААН, больш за палову насельніцтва Зямлі да 2025 года будзе пакутаваць альбо ад недахопу вады, альбо ад яе лішку ў выглядзе паводак. Патэнцыйны дэфіцыт прэснай вады ў 2050 годзе ацэньваецца ў 2 мільярды кубаметраў на год. Міжурадавая група экспертаў па змене клімату адзначае, што асабліва моцна будуць пакутаваць ад недахопу вады з прычыны зменлівага клімату засушлівыя раёны свету – у першую чаргу, Міжземнаморскія краіны, Захад ЗША, паўднёвыя раёны Афрыкі, паўночны ўсход Бразіліі.

Змена клімату таксама прыкметна паўплывае на леднікі і снежнае покрыва. Метэаралагічныя спадарожнікі паказваюць, што ва ўсім Паўночным паўшар'і Зямлі за апошнія 40 гадоў плошча, занятая снегам, заўважна паменшылася. Інакш кажучы, цяпер снегу не знайсці ў тых месцах, дзе яшчэ ў 1970-х гадах можна было гуляць у снежкі позняй восенню або ранняй вясной. Самае прыкметнае памяншэнне снежнага покрыва ў гарах адзначана на захадзе Паўночнай Амерыкі і ў Швейцарскіх Альпах – галоўным чынам, на невялікіх вышынях.

**Мал. 2.4.2.** Прагноз забяспечанасці краін прэснай вадой у 2050 годзе ў параўнанні з сярэднім паказчыкам за перыяд з 1961 па 1990 гады.



**Мал. 2.4.3.** Метэаралагічны спадарожнік.

**Метэаралагічны спадарожнік** – штучны спадарожнік нашай планеты, створаны для атрымання з космасу метэаралагічных дадзеных пра Зямлю, якія выкарыстоўваюцца для прагнозу надвор'я або назіранняў за кліматам. З дапамогай іншых штучных спадарожнікаў магчымая перадача сігнала тэлевізійных каналаў, праца аўтамабільных навігатораў і шмат чаго іншага.



Змены ў колькасці і рэжыме выпадзення ападкаў, раставанне горных леднікоў і агульнае павышэнне тэмпературы на планеце – усе гэтыя праявы змены клімату прыводзяць да таго, што паступова мяняецца сцёк рэк (гэта значыць аб'ём вады, які пераносіць рачны пток). Звычайна сцёк рэк мяняецца ад сезона да сезона, аднак ёсць некаторыя шматгадовыя заканамернасці. Атрымліваецца, што з прычыны змены клімату звычайная праца ракі парушаецца. У выніку могуць адбывацца буйныя паводкі і затапленне населеных пунктаў уздоўж ракі ці, наадварот, рэчышча можа перасохнуць. Ва ўмераных шыратах рэкі сталі пазней замярзаць і раней вызваляцца ад лёду. Усе гэтыя змены неабходна ўлічваць пры планаванні гаспадарчай дзейнасці. Бо, як вядома, рака адыгрывае вялікую ролю ў эканоміцы. Гэта транспартная артэрыя для перавозкі грузаў і пасажыраў, крыніца энергіі для гідраэлектрастанцый, крыніца прэснай вады для людзей і арашэння палёў.



**Басейн вадаёма** (вадазборны басейн, вадазбор) – частка сушы, з якой усё паверхневыя і грунтавыя воды сцякаюцца ў пэўны вадаём, у тым ліку розныя яго прытокі.

Краіны, якія маюць самыя вялікія запасы прэснай вады на Зямлі, – гэта Бразілія (праз яе тэрыторыю працякае самая паўнаводная рака ў свеце – Амазонка), Расія і Канада. На тэрыторыі Беларусі рака Днепр утварае самы вялікі па плошчы рачны басейн, які займае амаль 63,7 тыс. км<sup>2</sup> (без басейна ракі Прыпяць).

**Мал. 2.4.4.** Самы вялікі вадазборны басейн у р. Амазонкі ў Паўднёвай Амерыцы – яго плошча складае 7 млн км<sup>2</sup>.



Аднак запасы прэснай вады размеркаваны ва ўсім свеце вельмі нераўнамерна. Каля 700 млн чалавек у 43 краінах ужо сёння пакутуюць ад засухі і недахопу вады. Нават у краінах, забяспечаных воднымі рэсурсамі, такіх як Бразілія ці Расія, ёсць засушлівыя вобласці з недастатковымі запасамі прэснай вады (Мал. 2.4.8). Змены клімату толькі пагаршаюць гэтую прыродную «несправядлівасць»: бедныя на ваду рэгіёны стануць яшчэ больш засушлівымі і будуць адчуваць пастаянны «водны стрэс» (Мал. 2.4.2).

Паводле дадзеных ААН, Беларусь уваходзіць у першую двацятку краін па забяспечанасці доступу насельніцтва да чыстай вады. Водныя рэсурсы Рэспублікі Беларусь уключаюць у сябе рачны сцёк, запасы вады ў вадаёмах, а таксама натуральныя і эксплуатацыйныя рэсурсы падземных вод. Колькасць рэк складае 20 781, азёр – 10 780, дзеючых вадасховішчаў – 153, з іх 55 з аб'ёмам вады больш за 5 млн м<sup>3</sup>. Агульны аб'ём запасаў вады ў Беларусі: у рэках – 58 км<sup>3</sup> на год; у азёрах – да 7 км<sup>3</sup>; падземныя воды – 15,9 км<sup>3</sup>; у штучных вадасховішчах – 3,1 км<sup>3</sup>.

На тэрыторыі нашай краіны пяць з сямі вялікіх рэк з'яўляюцца трансгранічнымі (яны працякаюць на тэрыторыі некалькіх дзяржаў) – Днепр, Заходні Буг, Заходняя Дзвіна, Нёман, Прыпяць. Галоўнай крыніцай вады для беларускіх рэк з'яўляюцца атмасферныя ападка. Увесну, па меры раставання снежнага покрыва, на рэках пачынаюцца паводкі, якія ў асобныя гады затапляюць прыбярэжныя тэрыторыі. Рэкі Беларусі адносяцца да басейнаў двух мораў – Балтыйскага і Чорнага – і падзеленыя водападзелам гэтых мораў. Да басейна Балтыйскага мора адносіцца 43 %, а да басейна Чорнага мора – 57 % тэрыторыі.

У 1992 годзе ў Хельсінкі была прынята Канвенцыя па ахове і выкарыстанні трансгранічных вадацёкаў і міжнародных азёр (Водная канвенцыя), галоўная мэта якой – узмацненне мер на мясцовым, нацыянальным і рэгіянальным узроўнях па абароне і забеспячэнні экалагічна ўстойлівага выкарыстання трансгранічных паверхневых і падземных вод, прадужэнні і скарачэнні трансгранічнага забруджвання.

**Мал. 2.4.5.** Ніл – самая працяглая рака ў свеце.



**Мал. 2.4.6.** Байкал – самае вялікае прэсноваднае возера на Зямлі.



**Мал. 2.4.7.** Рака Днепр – самая доўгая рака ў Беларусі. Яе агульная працягласць – 2 145 км, у тым ліку ў Беларусі – 690 км.



*Мал. 2.4.8. Жыхары паўднёвых рэгіёнаў Расіі і Цэнтральнай Азіі ўжо сутыкнуліся з праблемай недахопу вады.*



### Як можна панізіць рызыку?

Да нядаўняга часу кіраўнікі, адказныя за водную гаспадарку, не задумваліся пра тое, што з прычыны змен клімату ім прыйдзеца пераглядаць усю сістэму кіравання воднымі рэсурсамі. Аднак без гэтага ўжо ніяк не абысціся. Калі загадзя не прыняць адпаведных папярэдзальных мер, шкода ад нечаканых моцных засух, паводак або ад скарачэння запасаў прэснай вады можа быць велізарнай.

Па-першае, неабходна пастаянна ўдасканальваць метэаралагічныя прагнозы. Яны дапамагаюць загадзя прадказаць верагоднасць наступлення той ці іншай небяспечнай пагоднай з'явы – няхай гэта будзе моцны лівень ці экстрэмальная засуха.

Па-другое, ёсць мноства інжынерных рашэнняў, якія зніжаюць рызыку для людзей і інфраструктуры. Гэта можа быць будаўніцтва новых плацін і вадасховішчаў на рэках, каб было лягчэй рэгуляваць іх сцёк, збудаванне спецыяльных дамбаў уздоўж берага ракі, якія абараняюць прыбярэжныя паселішчы ад моцных паводак.

Па-трэцяе, неабходна скарачаць ужыванне вады. Напрыклад, можна выкарыстоўваць дажджавую ваду або выкарыстаць ваду паўторна. Ужо існуюць спецыяльныя ўстаноўкі па апрашчэнні марской вады (Мал. 2.4.9). Ну і вядома, неабходна памятаць пра тое, што **ваду трэба расходаваць эканомна!**

Па-чацвёртае, трэба надаць асаблівую ўвагу прыродным паглынальнікам вуглякіслага газу – Сусветнаму акіяну, лясным і балотным угоддзям, для чаго трэба карыстацца больш рацыянальнымі і экалагічнымі метадамі земляробства і землекарыстання.

*Мал. 2.4.9. Завод па апрашчэнні марской вады, Аб'яднаныя Арабскія Эміраты.*



## Як старажытныя індзейцы Лацінскай Амерыкі адапталіся да зменлівага клімату

Асноўнай крыніцай існавання для карэнных народаў Цэнтральнай і Паўднёвай Амерыкі былі сельскагаспадарчыя культуры, якія яны вырошчвалі вакол сваіх паселішчаў. У высакагорных раёнах, дзе зарадзіліся шматлікія старажытныя цывілізацыі індзейцаў, вытворчасць харчавання было абмежавана з прычыны нераўнамернага размеркавання водных рэсурсаў. Падчас сезону дажджоў недахопу ў вадзе не было. А як жа ішлі справы ў сухі сезон?

Падчас сухога сезона асноўнай крыніцай вады былі рэкі, якія бяруць свой пачатак з высакагорных леднікоў. Аднак рэкі забяспечвалі вадой толькі паселішчы ўздоўж рачной даліны. Каб мець пастаянны доступ да вады, старажытныя індзейскія плямёны вымушаныя былі прыдумляць розныя тэхналогіі і прыстасаванні.

Старажытныя цывілізацыі індзейцаў умелі лавіць, фільтраваць і захоўваць дажджавую ваду, будаваць наземныя і падземныя арашальныя каналы, прылады для вымярэння колькасці вады, якая захоўваецца. Яны нават здолелі злучыць рачныя басейны Ціхага і Атлантычнага акіянаў. Імі была распрацавана сістэма прагназавання надвор'я. Яны вызначалі, калі павінен пачацца сезон дажджоў, а калі сухі сезон, каб лепш арганізаваць пасеў і збор ураджаю.

Інжынерныя магчымасці карэнных народаў Амерыкі таксама дазвалялі выпростваць рэчышчы рэк і будаваць масты, вісячыя або з апорамі, усталяванымі на дне ракі. Старажытныя індзейцы таксама выкарыстоўвалі праточную ваду для вольнага часу і рэлігійных цырымоній. Напрыклад, святары культуры Чавін пускалі праточную ваду па трубах унутры храмаў, каб атрымаць гук, падобны на рык ягуара (ягуар быў адным з іх бажастоў).

Вада таксама выкарыстоўвалася для выпілоўвання каменных блокаў, якія выкарыстоўваюцца ў будаўніцтве. Вада прасочвалася ў мудрагеліста праведзеныя шчыліны і замярзала там ноччу пры мінусовай тэмпературы, наступова ствараючы ў камені расколіны правільнай формы.

Гэта значыць індзейцы Цэнтральнай і Паўднёвай Амерыкі, якія жылі на велізарнай тэрыторыі ад сучаснай Мексікі на поўначы да Чылі і Аргенціны на поўдні, былі першапраходцамі па выкарыстанні розных тэхналогій для адаптацыі да неспрыяльных кліматычных умоў.

Сёння, ва ўмовах зменлівага клімату і капрызаў надвор'я, было б надзвычай карысна ўспомніць і абнавіць, з улікам сучасных навуковых ведаў, старажытныя меры адаптацыі.



**Мал. 2.4.10.** Сістэма збору вады ў Наска (паўднёвае ўзбярэжжа Перу) для падземных акведукаў і падачы ў пласты грунтавых вод.

Паводле матэрыялаў Б.К. Бейтс і інш.  
«Змены клімату і водныя рэсурсы».  
МГЭЗК, Жэнева, 2008.

# Пытанні

1. Як называецца навука, якая вывучае ваду?
2. Якая краіна валодае самымі вялікімі запасамі водных рэсурсаў?
3. Якія рэгіёны свету, згодна з прагнозам вучоных, могуць пацярпець больш за ўсё ад недахопу прэснай вады і чаму?
4. Да басейна якой ракі і якога мора адносіцца ваш родны горад?



## Заданне

Знайдзіце на фізіка-геаграфічнай карце свету раку Амазонка. Ацэніце яе даўжыню, плошчу вадазборнага басейна і параўнайце з самай буйной ракой у вашай краіне.



## 2.5. | Як змены клімату ўплываюць на... сельскую гаспадарку

На першы погляд, глабальнае пацяпленне павінна спрыяць развіццю сельскай гаспадаркі ў паўночных краінах. Аднак не ўсё так проста. Пацяпленне ў абласцях, дзе да гэтага было, да прыкладу, занадта халодна, каб вырошчваць пшаніцу, абавязкова будзе спалучацца з пацяпленнем і ў тых раёнах, дзе да гэтага быў ідэальны клімат для сельскай гаспадаркі. Там стане больш гарача і, у большасці раёнаў, больш суха! Вырошчваць тую ж самую гародніну і садавіну ў раёнах, дзе іх культывавалі на працягу стагоддзяў і склаліся пэўныя традыцыі сельскай гаспадаркі, стане больш складана (або зусім немагчыма).



Такім чынам, дзесьці сельская гаспадарка стане больш выгаднай, а недзе наадварот. І прадказаць дакладны канчатковы вынік такой «глабальнай сельскагаспадарчай перабудовы» для розных дзяржаў пакуль яшчэ вельмі складана.

Напрыклад, у ЗША, Еўропе, Расіі, ды і ў Беларусі таксама, адна з асноўных збожжавых культураў – азімая пшаніца. Пры пацяпленні клімату зона ідэальных кліматычных умоў для яе вырошчвання зрушыцца на поўнач. Але глебы, якія знаходзяцца ў гэтых новых рэгіёнах, не настолькі добрыя для пшаніцы, як чарназёмныя глебы, на якіх яе вырошчваюць зараз! Каб палепшыць якасць глебы, спатрэбяцца маштабныя работы па паляпшэнні ўрадлівасці гэтых тэрыторый, а гэта досыць дорага. Таксама трэба ўлічваць, што, акрамя клімату, на сельскую гаспадарку ўплываюць яшчэ і іншыя прыродныя фактары.



**Азімая пшаніца** – гэта пшаніца, якую сеюць не ўвесну, як звычайна, а з канца лета да восені. Да наступлення зімовых халадоў парасткі пшаніцы паспяваюць прарасці і добра ўкараніцца, а з надыходам вясновага цяпла працягваюць расці і паспяваюць крыху раней, чым яравыя (вясновыя) пасевы.



Змена клімату таксама ўплывае на вытворчасць садавіны і гародніны. Костачкавай садавіне, асабліва вішні і чарэшні, патрэбныя дні з халоднай тэмпературай для паспявання. Некалькі занадта цёплых дзён запар – і верагоднасць апылення, а значыць і паспявання плода, значна зніжаецца. Несвоечасовыя замаразкі могуць нанесці яшчэ большы ўрон. Так, пазнейшыя замаразкі ў 2012 годзе загубілі 90% ураджаю вішні ў амерыканскім штаце Мічыган.



Краіны, размешчаныя ва ўмераным і больш суровых кліматычных паясах, такія як Расія і Канада, могуць сутыкнуцца з яшчэ адной праблемай: рост канкурэнцыі паміж лясной і сельскай гаспадаркамі. З прычыны змены клімату стане магчымым сельскагаспадарчае засваенне новых зямель, занятых у дадзены момант лясамі. У выніку могуць павялічыцца тэмпы высечкі лясоў. Нават у тых раёнах, дзе сельская гаспадарка блізкая да экстрэмальнай (крайняя поўнач сельскагаспадарчай зоны), прадуктыўнасць 1 га зямлі, занятага сельскагаспадарчымі культурамі, усё роўна большая, чым у 1 га, занятага лесам. Таму неабходна ўдумлівае планаванне сельскагаспадарчага засваення новых тэрыторый.

Ва ўсім свеце сельскай гаспадарцы прыйдзеца адаптавацца да новых кліматычных умоў. Эксперты Міжнароднай харчовай арганізацыі прыйшлі да высновы, што пасля 2030 года ў многіх рэгіёнах планеты ўраджайнасць сельскагаспадарчых культур будзе зніжацца з прычыны змен клімату. Прагнозы паказваюць, што самыя сур'ёзныя наступствы верагодныя ў трапічных рэгіёнах, дзе асабліва высокая верагоднасць далейшага скарачэння ўзроўню ападкаў.

У краінах трапічнай Афрыкі забеспячэнне насельніцтва харчаваннем з прычыны ўзмацнення засух, паводак і перападаў колькасці ападкаў будзе адной з галоўных праблем у бліжэйшыя дзесяцігоддзі. Паводле ацэнак спецыялістаў Сусветнага банка, пры павышэнні сярэднясусветнай тэмпературы на 1,5-2° С і скарачэнні колькасці ападкаў да 2030-2040-га гадоў плошчы для вырошчвання кукурузы, проса і сорга скарацяцца на 40-80%.

У Мексіцы праз засухі зніжаецца плошча зямель, прыдатных для вырошчвання маісу (кукурузы) – асноўнай сельскагаспадарчай культуры для гэтай краіны.



**Збожжавыя культуры** – найважнейшая група раслін, якія даюць збожжа, асноўны прадукт харчавання чалавека, сыравіну для многіх галін прамысловасці і корму жывёл. Да збожжавых культур адносяцца пшаніца, жыта, рыс, авёс, ячмень, кукуруза, проса, грэчка і многія іншыя.



Асноўная збожжавая культура Паўднёва-Усходняй Азіі – рыс. Яго вырошчваюць, у прыватнасці, у дэльтах буйных рэк. Па меры таго як падымаецца ўзровень вады ў акіяне, нізінныя ўчасткі рэк аказваюцца затопленымі салёнай вадой, што можа прывесці да гібелі пасаваў. Асабліва пацярпіць ад павышэння ўзроўню мора ўчастак тэрыторыі В'етнама ў дэлье ракі Меконг – адным з сусветных цэнтраў вырошчвання рысу. Павышэнне ўзроўню мора нават на 30 см можа прывесці да скарачэння вытворчасці гэтай культуры на 11%.



***У Рэспубліцы Беларусь** у структуры пасяўных плошчаў збожжавыя і зернебабовыя культуры займаюць 43,5%, тэхнічныя (лён, цукровыя буракі і рапс) – каля 10%, бульба і гародніна – 0,6%, кармавыя – 46,4%. У складзе збожжавых культур на долю пшаніцы прыходзіцца 12,2%, трыцікале – 8,6%, ячменю – 7,8%, жыта – 4,1%, аўса – 2,5%, кукурузы на зерне – 2,1%, грэчка – 0,2%, зернебабовыя культуры – 2,8%.*

Наступствы змены клімату ў Беларусі, пачынаючы з 1989 года (цёплыя зімы, ранняе наступленне вясновых працэсаў, павелічэнне працягласці і цеплазабяспечанасці вегетацыйнага перыяду, павелічэнне паўторнасці засух, хваляў цяпла, высокіх тэмператур паветра і інш.) аказваюць істотны ўплыў на сектар сельскай гаспадаркі і дастаткова добра вывучаныя. Змяненне клімату выклікае як адмоўныя, так і станоўчыя наступствы з пункту гледжання вынікаў сельскагаспадарчай вытворчасці.

У цэлым у шэрагу раёнаў на тэрыторыі Беларусі могуць скласціся больш спрыяльныя ўмовы для сельскай гаспадаркі (у прыватнасці, раслінаводства) па паказчыках забяспечанасці цяплом. Працягненне паляпшэння ўмоў перазімоўкі азімых культур, больш ранняе наступленне вясновых працэсаў і тэрмінаў сяўбы яравых культур; паскарэнне высявання збожжавых культур і тэрмінаў іх уборкі. Рост прадуктыўнасці сельскагаспадарчай вытворчасці можа быць забяспечаны за кошт укаранення і пашырэння пасеваў больш цеплалюбівых і больш ураджайных культур, такіх як кукуруза на зерне, сланечніка, буракоў, больш цеплалюбівых кармавых (соі, люцэрны і інш.). Пасевы паржышчавых культур (культуры, якія высаджваюцца пасля рана прыбіраных з поля азімых ці нават яравых хлябоў) умацуюць кармавую базу жывёлагадоўлі. У той жа час, чакаецца пагаршэнне паказчыкаў вільгацезабяспечанасцю глеб, павышэнне рызыкі засух. Гэтыя, а таксама іншыя фактары (негатывнае ўздзеянне высокіх тэмператур, распаўсюджванне шкоднікаў і шкодных відаў раслін, рызыка паводак, пажараў і г.д.) могуць стаць сур'ёзнымі абмежавальнымі фактарамі для выкарыстання новых магчымасцей.

Прагназуемае змяненне клімату прывядзе да змены ўрадлівасці глеб. Ступень уплыву клімату на глебы залежыць ад тыпу глеб. Для цяжкіх, моцна ўвільготненых глеб Паазер'я змяненне клімату можа аказаць станоўчы ўплыў на іх прадуктыўнасць, тады як лёгкія глебы Палесся стануць менш прадуктыўнымі. Маюцца падставы лічыць, што ва ўмовах зменлівага клімату чакаюцца змены запасаў арганічнага вугляроду ў ворных глебах, што адаб'ецца на ўраджайнасці сельскагаспадарчых культур.

## **Змена клімату ўжо ўдарыла па вытворцах кавы**

*Заяву пра тое, што пацяпленне шкодзіць кававаму бізнесу, зрабіла Міжнародная кававая арганізацыя, якая аб'ядноўвае 77 краін. Той 10 С, на які павысілася тэмпература на планеце за апошнія 100 гадоў, стаў крытычным для кававых плантацый.*

*Кава прыносіць значны прыбытак такім краінам, як Бразілія, Інданезія і Коста-Рыка. У адной толькі Бразіліі за год вырошчваецца звыш 2 млн т кававых зерняў! Аднак рост тэмпературы, больш частыя засухі і новыя шкоднікі, якія з'яўляюцца ў раёнах, дзе вырошчваецца кава, зніжаюць як колькасць, так і якасць сабранага зерня.*

*Знайсці больш халодныя ўчасткі для вырошчвання кавы не так проста: у трапічных краінах для гэтага трэба падымацца ў высокагор'е і пры гэтым яшчэ падбіраць прыдатныя пляцоўкі. З прычыны таго, што падобных участкаў нямнога і каштуюць яны даражэй, чым зямля на раўнінах, ды і засваенне новых плантацый таксама патрабуе значных укладанняў.*

*Так што кубак кавы ў недалёкай будучыні можа стаць сапраўднай раскошай для знатакоў духмянага напою.*



Гэта значыць для сельскай гаспадаркі найбольшую небяспеку ўяўляюць такія праявы змены клімату, як павышэнне тэмпературы, змяненне рэжыму размеркавання ападкаў, частыя засухі і паводкі, асабліва ў абласцях, схільных да стыхійных бедстваў. Гэтыя змены ўплываюць на сельскую гаспадарку, усё больш вострай становіцца праблема забеспячэння **харчовай бяспекі**.



**Харчовая бяспека** заключаецца ў тым, што ўсе людзі ў любы час маюць доступ да бяспечных, пажыўных, а таксама звыклых і смачных прадуктаў харчавання, неабходных для падтрымання актыўнага і здаровага ладу жыцця.

Нельга забываць і пра тое, што сельская гаспадарка – гэта крыніца даходу для 1/3 ўсіх людзей, якія працуюць на Зямлі. У некаторых краінах Азіі і Афрыкі больш за палову насельніцтва занятыя ў сельскай гаспадарцы! Змена клімату не толькі зніжае аб'ёмы вытворчасці харчавання, але і ўплывае на даходы насельніцтва, звязанага з гэтай галіной!



Гэта значыць адных толькі плюсаў змена клімату для сельскай гаспадаркі нават у паўночных краінах не прынясе, і вырошчваць ананасы на дачы ў найбліжэйшай будучыні мы з вамі наўрад ці зможам. Таму трэба вельмі ўважліва спланаваць змену сельскай гаспадаркі, каб пазбегнуць вялікіх страт і, калі ёсць такая магчымасць, атрымаць нейкую выгаду ад пацяплення клімату.

# Пытанні

1. Чым яравая пшаніца адрозніваецца ад азімай? Якую лепш сеяць у вашым рэгіёне? Чаму?
2. Якія збожжавыя культуры вырошчваюцца ў вашым рэгіёне? Ці пагражае ім змена клімату?
3. Чаму павышэнне ўзроўню мора небяспечна для вытворчасці рысу ў Паўднёва-Усходняй Азіі?
4. Што такое харчовая бяспека? Растлумачце на прыкладзе.
5. Якая доля людзей ва ўсім свеце занята ў сельскай гаспадарцы?



## Заданне

Разам з настаўнікам геаграфіі складзіце спіс асноўных сельскагаспадарчых культур, якія вырошчваюцца ў вашым рэгіёне.

Адшукайце інфармацыю пра ўраджайнасць гэтых культур у вашым рэгіёне за апошнія гады. Яна павялічваецца ці памяншаецца? Ці былі за гэты час неўраджаі? З чым яны былі звязаны?

Падумайце, як змены клімату могуць адлюстравацца на прадуктыўнасці гэтых і іншых культур у вашым рэгіёне. Можа быць, новыя кліматычныя ўмовы дазваляць вырошчваць нейкія іншыя культуры?



## 2.6. | Як змены клімату ўплываюць на... прыбярэжныя рэгіёны



У прыбярэжнай зоне пражывае больш за 50% сусветнага насельніцтва, яно вырабляе больш за 70% усёй сусветнай прадукцыі. Тут размешчаны шматлікія найбуйнейшыя гарады, парты, турысцкія зоны, адбываецца інтэнсіўная эканамічная дзейнасць.

Больш за тое, прыбярэжныя зоны цесна эканамічнамічным чынам звязаны з аддаленымі ад берага раёнамі. Таму ўздзеяння на зоны ўзбярэжжа сур'ёзна ўплываюць на эканоміку і ўмовы жыцця нават удалечыні ад іх.

Прыбярэжныя тэрыторыі вельмі схільныя да ўздзеяння змен клімату. Асноўныя пагрозы для іх – гэта павышэнне ўзроўню акіяна, павелічэнне інтэнсіўнасці штормоў, якія выклікаюць паводкі і размывы берагоў, а таксама павелічэнне колькасці небяспечных з'яў.

### Павышэнне ўзроўню Сусветнага акіяна

Узровень Сусветнага акіяна вось ужо больш за 100 гадоў няўхільна расце. За ўсё XX стагоддзе ён павысіўся на 17 см. Здавалася б, гэта зусім няшмат, аднак для краін, размешчаных блізка да ўзроўню мора (ці нават ніжэй за яго) гэта можа быць надзвычай небяспечна! Адна з асноўных прычын такога працэсу – глабальная змена клімату.

Міжурадавая група экспертаў па змене клімату адзначае, што павышэнне ўзроўню Сусветнага акіяна з сярэдзіны XIX стагоддзя адбывалася хутчэй, чым у сярэднім за два папярэднія тысячагоддзі. У апошнія стагоддзі ўзровень акіяна павышаецца ўсё хутчэй і хутчэй.

Мяркуюце самі: хуткасць павышэння ўзроўню Сусветнага акіяна паміж 1901 і 2010 гадамі ў сярэднім складала 1,7 мм на год (гэта значыць тыя самыя 17 см на стагоддзе), паміж 1971 і 2010 гадамі – 2,0 мм на год, а паміж 1993 і 2010 гадамі – 3,2 мм на год.

Існуюць дзве прычыны павышэння ўзроўню акіяна:

1) раставанне леднікоў Грэнландыі і Антарктыды, у выніку чаго ў Сусветны акіян паступае дадатковы аб'ём вады;

2) тэрмічнае пашырэнне вады. Пры павышэнні тэмпературы вада пашыраецца і займае большы аб'ём у прасторы.

Для прагнозаў змены клімату навукоўцы выкарыстоўваюць складаныя матэматычныя мадэлі, якія ўлічваюць самыя розныя фактары, што прыводзяць да змены клімату. Канешне, гэтыя мадэлі не могуць дакладна прадказаць, на колькі сантыметраў вырасце ўзровень акіяна праз 30, 50 або 100 гадоў. Але дыяпазон, у межах якога будзе расці ўзровень акіяна, вызначыць можна.

У пятым ацэнчаным дакладзе Міжурадавая група экспертаў па змене клімату піша, што пры розных сцэнарах узровень Сусветнага акіяна павысіцца: ад 17 да 38 см да 2050 года і ад 26 да 82 см да 2100 года. У сярэднім павышэнне ўзроўню акіяна да канца бягучага стагоддзя складзе ад 40 да 63 см, а гэта ўжо сур'ёзная пагроза прыбярэжным зонам. Асабліва гэта датычыць малых каралавых астравоў Ціхага акіяна і нізіннага ўзбярэжжа Паўднёва-Усходняй Азіі. Таму што павышэнне ўзроўню акіяна будзе нераўнамерным, яно прагназуецца значна большым у трапічных шыроты – у XXII стагоддзі магчымы рост на 1-3 м, а ў наступныя стагоддзі не выключана павышэнне на 5-10 м ад цяперашняга ўзроўню.

### Прыбярэжныя раёны апынуцца пад вадой?

З прычыны павышэння ўзроўню Сусветнага акіяна будуць затопленымі приморскія раўніны, берагі будуць паступова паглынацца морам, а водазабеспячэнне прыбярэжных раёнаў можа парушыцца. Гэта сур'ёзныя пагрозы для густанаселеных прыбярэжных краін, такіх як Бангладэш, Нігерыя або Інданезія. Пацярпяць ад павышэння ўзроўню акіяна і асобныя буйныя гарады, у тым ліку Шанхай, Бангкок, Мумбаі, Джакарта, Буэнас-Айрэс, Рыа-дэ-Жанейра, Маямі, Новы Арлеан.

### **Жыхары Нідэрландаў рыхтуюцца да кліматычнага ўдару**

*Нідэрланды знаходзяцца на нізіне. Большая частка тэрыторыі гэтай невялікай, але надзвычай развітай у прамысловым дачыненні краіны была атрымана шляхам асушэння прыбярэжных зон.*

*Тэхналогіі адпампоўвання вады ўдасканальваюцца ўжо не першае стагоддзе. Вынаходлівыя нідэрландскія інжынеры, якія прадбачылі змяненне ўзроўню мора, даўно ўдасканальваюць канструкцыі гідратэхнічных збудаванняў, здольныя стрымліваць усё нарастальны націск водных мас.*

*Ветракі выкарыстоўваліся для адпампоўвання вады з азёр.*



*Афслейтдэйк – самая вялікая дамба ў Еўропе.*



Пры павышэнні ўзроўню акіяна на 1 м будзе затоплена да 15% ворных земляў Егіпта і 14% пасяўных плошчаў у Бангладэш, што выкліча перасяленне мільёнаў людзей! Салёная марская вада патрапіць у прыбярэжныя грунтавыя воды, якія ў многіх раёнах зямнога шара ўяўляюць сабой асноўную крыніцу прэснай вады.

Па прагнозах нават павышэнне ўзроўню мора на 0,5 м прывядзе да затоплення каля 40 тыс. км<sup>2</sup> урадлівых раўнін у Кітаі. Найбольшая небяспека будзе пагражаць шырокім нізкім раўнінам і нізоўям буйных рэк: Хуанхэ, Янцзы і іншых, дзе сярэдняя шчыльнасць насельніцтва часам дасягае 800 чал./км<sup>2</sup>.

**Мал. 2.6.1.** Прагназуемае затопленне прыбярэжных тэрыторый на розных мацерыках пры павышэнні ўзроўню Сусветнага акіяна на 5 м.



У свеце налічваецца 41 малая астраўная дзяржава. Многія з іх узвышаюцца над узроўнем мора ўсяго на некалькі дзясяткаў сантыметраў. Пры павышэнні ўзроўню Сусветнага акіяна гэтыя астравы могуць цалкам патануць у вадзе, а іх насельніцтва будзе вымушана шукаць паратунку ў іншых краінах.

### Штармавое папярэджанне

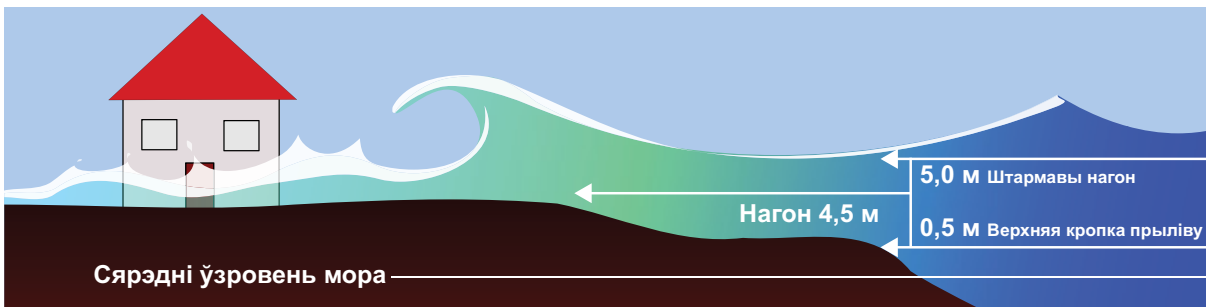
Апошнім часам штармы ў прыбярэжных раёнах або ў адкрытым моры сталі адбывацца ўсё часцей.

Экстрэмальныя штармавыя вятры як паблізу берага, так і ў адкрытым моры выклікаюць штармавыя нагоны – так называюць рэзкі ўздым узроўню вады ў нападкрытых мору вадаёмах (залівах, нізоўях рэк). Абрушваючыся на ўзбярэжжа, штармавыя нагоны часта суправаджаюцца экстрэмальнымі ападкамі і паводкамі. Гэта перашкаджае руху суднаў, работам на нафтавых і газавых платформах, выклікае эрозію берагоў, перашкаджае адпачынку на ўзбярэжжы (Мал. 2.6.2).





Мал. 2.6.2. Штармавы нагон.



### Трагедыя на Філіпінах

У лістападзе 2013 года на Філіпінах здарылася маштабная прыродная катастрофа. Гэта краіна, размешчаная на гарыстым архіпелагу, звычайна прымае на сябе львіную долю ўсіх ціхаакіянскіх тайфунаў, прыкрываючы сабой азіяцкі мацярык. Так было і ў гэты раз.

Спачатку на Філіпінах бушаваў супертайфун «Іаланда», які забраў жыцці 1,8 тыс. чалавек, затым на астравы прыйшла новая бура – «Зарайда». Па дадзеных філіпінскіх улад, ад супертайфуну пацярпелі 6,94 млн філіпінцаў, звыш 580 тыс. чалавек засталіся без прытулку, наколькі стыхія цалкам разбурыла 21,2 тыс. дамоў і амаль 20 тыс. пашкодзіла.



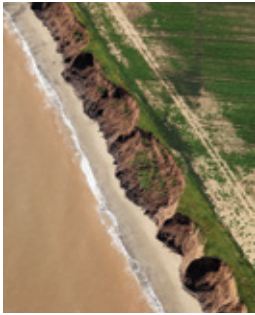
Але страшней за ўсё на Філіпінах ударыў штармавы нагон, які ў некаторых раёнах дасягаў 5 м. Штармавыя нагоны часта здараюцца, напрыклад, у вусці Нявы, выклікаючы паводкі ў Санкт-Пецяярбургу, але Санкт-Пецяярбург ад штармавых нагонаў абараняюць дамбы, а на Філіпінах да гэтай з'явы былі не гатовыя.

### Разбурэнне берагоў

Яшчэ адно следства ўздыму ўзроўню мора – размыванне і разбурэнне хвалямі і прыбоём берагоў (Мал. 2.6.3-2.6.5). Асабліва моцна разбурэнне закранула ўзбярэжжа Арктыкі. Раней берагі былі лепш абаронены льдом, цяпер з прычыны пацяплення лёду стала менш, а штармоў больш, і разбурэнне берагоў рэзка паскорылася. Ёсць раёны, дзе берагі адступаюць на 10-25 і больш метраў на год!

Мал. 2.6.3. Прыклады разбурэння берагоў у Арктыцы.





Канешне, хвалі і паводкі «з'ядалі» берагі і раней. Ці ведаеце вы, што такое **ядомы**?

Гэтым словам называлі астравы, якія з'ядаліся вадой. Калі паглядзець на карту, складзеную больш за 100 гадоў таму, мы ўбачым, што многіх астравоў ужо няма (Мал. 2.6.4)! Цяпер хуткасць гэтых працэсаў павялічылася. Падаюць маякі, якія ставілі на бяспечнай адлегласці ад абрыву (Мал. 2.6.5), «з'ядаюцца» нават даволі буйныя пасёлкі, а людзей застаецца толькі перасяляць!

**Мал. 2.6.4.** Прыклады эрозіі ў Арктыцы. Чырвоным абведзены астравы, якія ўжо не існуюць, іх «з'елі» штармы. Фрагмент карты 1890 г. Мора Лапцевых, Навасібірскія астравы.



Ужо ёсць прыклады, калі будынкі, навігацыйныя маякі або ўчасткі дарог давялося проста кінуць з прычыны эрозіі, выратаваць іх было немагчыма. Больш за тое, выратаваць нельга нават некаторыя населеныя пункты!

**Мал. 2.6.5.** Навігацыйны знак «Ванькін» больш не існуе. Усходне-Сібірскае мора, в. Вялікі Ляхаўскі.



Напрыклад, на Алясцы прыйшлося кінуць цэлы пасёлак Ківалуна, размешчаны на вузкай палосцы сушы на беразе Паўночнага Ледавітага акіяна і перасяліць 400 жыхароў далей ад берага. Кошт такога праекта – больш за 200 млн долараў, хоць пасёлак быў невялікі, каля 70 дамоў.

### Пляжы Партугалі знікаюць

Экалагі ўстрывожаныя тым, што ўзбярэжжа гэтай еўрапейскай краіны знаходзіцца пад уздзеяннем моцнай эрозіі: ужо ў бліжэйшы час многія партугальскія пляжы могуць знікнуць.

Паводле ацэнак даследчыкаў, у некаторых месцах акіян штогод паглынае да некалькіх метраў берага. Горш за ўсё ідуць справы ў раёне Эшпінью на поўначы краіны, дзе на працягу апошняга дзесяцігоддзя знікла да 70 м узбярэжжа. Гэты працэс незваротны!



## Небяспека для прыбярэжных экасістэм

Павышэнне ўзроўню мора адлюстроўваецца не толькі на людзях і іх эканамічнай дзейнасці, але і на прыбярэжных экасістэмах, якія жывуць як на сушы, так і ў моры.

Асабліва небяспеку гэта нясе экасістэмам прыбярэжных нізін. Як правіла, яны размяшчаюцца на ўзроўні ўсяго некалькі сантыметраў над узроўнем мора. Гэтыя нізіны – месца пражывання многіх відаў жывёл і раслін, яны адыгрываюць ключавую ролю ў назішванні пажыўных рэчываў. Да такіх экасістэм адносяцца экасістэмы **салёных маршаў** – нізінныя прыбярэжныя раёны, якія заліваюцца салёнай марской вадой падчас прыліваў. **Мангравыя лясы**, распаўсюджаныя ў прыбярэжных нізінах у зоне вільготнага трапічнага клімату, таксама пацярпаць пры павышэнні ўзроўню акіяна.



Пацяпленне акіяна ўяўляе істотную пагрозу для **каралавых рыфаў**. Рост тэмпературы вады вышэйшы за пэўны ўзровень прыводзіць да гібелі мікраскапічных водарасцяў, якія жывуць у сімбіёзе з караламі і пастаўляюць ім энергію для росту і размнажэння. Без падтрымкі водарасцяў каралы адчуваюць стрэс і трацяць колер. Доўгае павышэнне тэмпературы марской вады можа прывесці да дэградацыі ўсёй экасістэмы каралавых рыфаў, якія служаць асяроддзем пражывання для мноства жывых арганізмаў (Мал. 2.6.6).

Мал. 2.6.6. Наступствы змены клімату для экасістэмы каралавых рыфаў.

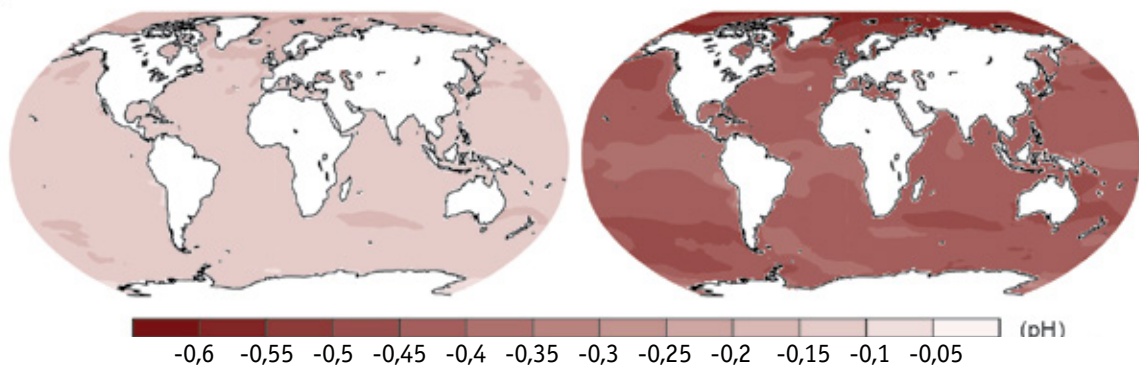


## Змены клімату і рыбалоўства

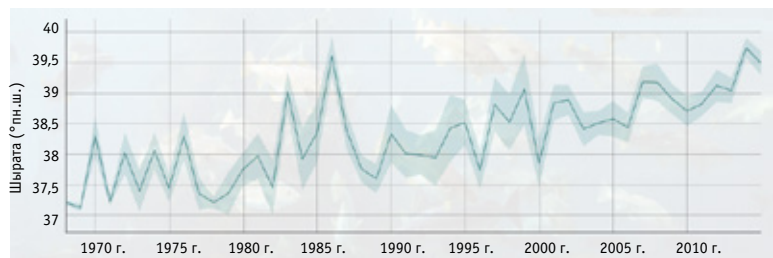
Вучоных і рыбакоў непакоіць павышэнне тэмпературы і кіслотнасці акіяніцкіх вод. Па меры росту канцэнтрацыі CO<sub>2</sub> у атмасферы расце і паглынне яго акіянам, што павялічвае кіслотнасць (pH) марской вады. Пакуль змены pH і тэмпературы вод у акіяне не такія вялікія, але і іх аказваецца дастаткова для абясколервання каралаў. Да сярэдзіны гэтага стагоддзя кіслотнасць можа ўзрастаць на 0,06–0,34 адзінкі pH, што ў 100 разоў хутчэй яе змен у мінулым, па меншай меры за апошнія 20 млн гадоў.

Пры такіх хуткіх зменах вялікай колькасці марскіх арганізмаў будзе складана адаптавацца да новых умоў. Змены ўласцівасцей вады ў акіяне ўжо прыводзіць да масавага перамяшчэння марскіх і прэснаводных відаў рыб, прычым перамяшчаюцца яны не хаатычна, а даволі мэтанакіравана. Цеплаводныя рыбы перасоўваюцца да больш халодных высокіх шырот. У выніку мяняюцца месцы пражывання гэтых рыб. Прычынай міграцыі з'яўляецца не столькі павышэнне тэмпературы вады, колькі памяншэнне аб'ёму фітапланктону – асноўнага корму для акіяніцкіх рыб. Адзначана, што колькасць траскі ля берагоў Грэнландыі, нарвежскага селядца, японскай і адріятычнай сардзіны ўзрастае ў перыяды пацяплення клімату і моцна скарачаецца пры пахаладанні.

**Мал. 2.6.7.** Прагноз змянення кіслотнасці паверхні акіяна да канца XXI стагоддзя пры найбольш спрыяльным (злева) і найменш спрыяльным (справа) сцэнарыях уздзеяння чалавека на кліматычную сістэму.



**Мал. 2.6.8.** Чорны марскі акунь перамяшчаецца на поўнач па меры росту тэмпературы акіяна.



Спецыялісты Нацыянальнага ўпраўлення акіянічных і атмасферных даследаванняў ЗША (NOAA) і Ратгерскага ўніверсітэта распрацавалі інтэрактыўную праграму OCEANADAPT для адсочвання перамяшчэння рыб і беспазваночных у выніку змянення клімату і пацяплення акіяна. Праграма дае ўсім ахвотнікам доступ да інфармацыі пра зрушэнне зоны распаўсюджвання амаль 650 марскіх відаў на працягу апошніх 40–50 гадоў. Гэты рэсурс асабліва карысны рыбакам і прадстаўнікам рыбнай прамысловасці, якія могуць своєчасова адаптаваць сваю дзейнасць з улікам змяненняў, за якімі можна назіраць.

Праблема заключаецца ў тым, што сёння чалавек вылоўлівае многія віды рыб на мяжы іх здольнасці да аднаўлення. Гэта выклікае заклапочанасць: невядома, ці змогуць гэтыя папуляцыі адаптавацца і захавацца.

Страта прыбрэжнага асяроддзя пражывання, у тым ліку каралавыя рыфы і мангравыя зараснікі, таксама з'яўляецца істотным фактарам, які негатыўна ўплывае на прадуктыўнасць рыб.

Сусветная харчовая арганізацыя адзначае, што рыба для больш як 2,9 млрд людзей – гэта 15% сярэдняй нормы бялку на чалавека. У малых астраўных і дзяржавах, якія толькі развіваюцца, такіх як Бангладэш, Камбоджа, Экватарыяльная Гвінея, Французская Гвіяна, Гамбія, Гана, Інданезія і Сьера-Леонэ рыба з'яўляецца крыніцай не менш за 50% ужывальных у ежу жывёльных бялкоў. Для людзей у гэтых краінах, якія знаходзяцца ў залежнасці ад рыбалоўства, любое скарачэнне мясцовых рыбных рэсурсаў уяўляе сабой сур'ёзную праблему.



# Пытанны

1. Якая з краін пацерпіць больш, калі ўзровень акіяна падымецца больш чым на паўметра – Швейцарыя або Нідэрланды?
2. Чаму ўзмацнілася разбурэнне берагоў мораў?
3. Што такое ядомы?
4. Прывядзіце прыклады ўплыву змены клімату на прыбярэжныя экасістэмы.
5. Чаму рыба «сыходзіць» у больш высокія шыроты?



# Заданні

**Заданне 1.** Знайдзіце на фізічнай карце свету дзяржавы Рэспубліка Мальдывы і Тувалу. Вызначце іх вышыню над узроўнем мора і растлумачце, чым для іх небяспечны ўздым узроўню Сусветнага акіяна. Знайдзіце сярод астраўных і прыбярэжных дзяржаў розных мацерыкоў тыя, якія таксама падвергнуцца небяспецы быць цалкам або часткова затопленымі ў бліжэйшыя 50–100 гадоў. Прапануйце шляхі вырашэння праблемы.

**Заданне 2.** Пакажыце на контурнай карце, як зменіцца аблічча мацерыка Паўднёвая Амерыка, калі ўзровень Сусветнага акіяна падымецца на 100 м: расфарбуйце каляровымі алоўкамі ўчасткі сушы, якія будуць затопленымі. Прыдумайце геаграфічныя назвы для гэтых участкаў сушы. Што здарыцца з мясцовымі жывёламі і раслінамі, ці загінуць яны? Запішыце свае здагадкі ў сшыткі.

**Заданне 3.** Тыя з вас, хто валодае англійскай мовай, могуць выкарыстаць праграму OCEANADAPT ([www.oceanadapt.rutgers.edu](http://www.oceanadapt.rutgers.edu)) і вызначыць, наколькі змянілася зона распаўсюджвання розных відаў рыб і марскіх жывёл за апошнія 40–50 гадоў. Якія віды перамясціліся да поўначы больш за ўсіх і чаму?



## 2.7. | Як змены клімату ўплываюць на... горныя рэгіёны

### Што такое горы?

«Лепш за горы могуць быць толькі горы, на якіх яшчэ не бываў». Гэтыя радкі належаць аднаму з самых вядомых і любімых савецкіх аўтараў-выканаўцаў Уладзіміру Высоцкаму. Сапраўды, горы – адно з найвялікшых стварэнняў прыроды. Мала што можа параўнацца з пачуццём, якое захапляе дух, калі стаіш на вяршыні гары: над галавой – толькі блакітнае неба, а ўнізе – белыя аблогі і свет, які здаецца такім маленькім з велізарнай вышыні... У такія моманты асабліва востра адчуваеш прыгажосць і магутнасць прыроды, але ў той жа падчас і яе крохкасць.

З навуковага пункту погляду горы – гэта прыўзнятая форма рэльефу, якая ўзвышаецца над навакольнай раўнінай. Горы, калі гэта не вулканы, рэдка сустракаюцца паасобку і часцей за ўсё ўтвараюць горныя ланцугі і хрыбты. Хрыбты, у сваю чаргу, аб'ядноўваюцца ў горныя краіны або горныя сістэмы.

Горы прынята дзяліць на высокія (вышынёй больш за 3 тыс. м), сярэднія (1-3 тыс. м) і нізкія (да 1 тыс. м). Нізкагор'і звычайна маюць акруглыя вяршыні і пакатыя схілы. Высокія горы, наадварот, адрозніваюцца абрывістымі схіламі і востраканцовымі пікамі.

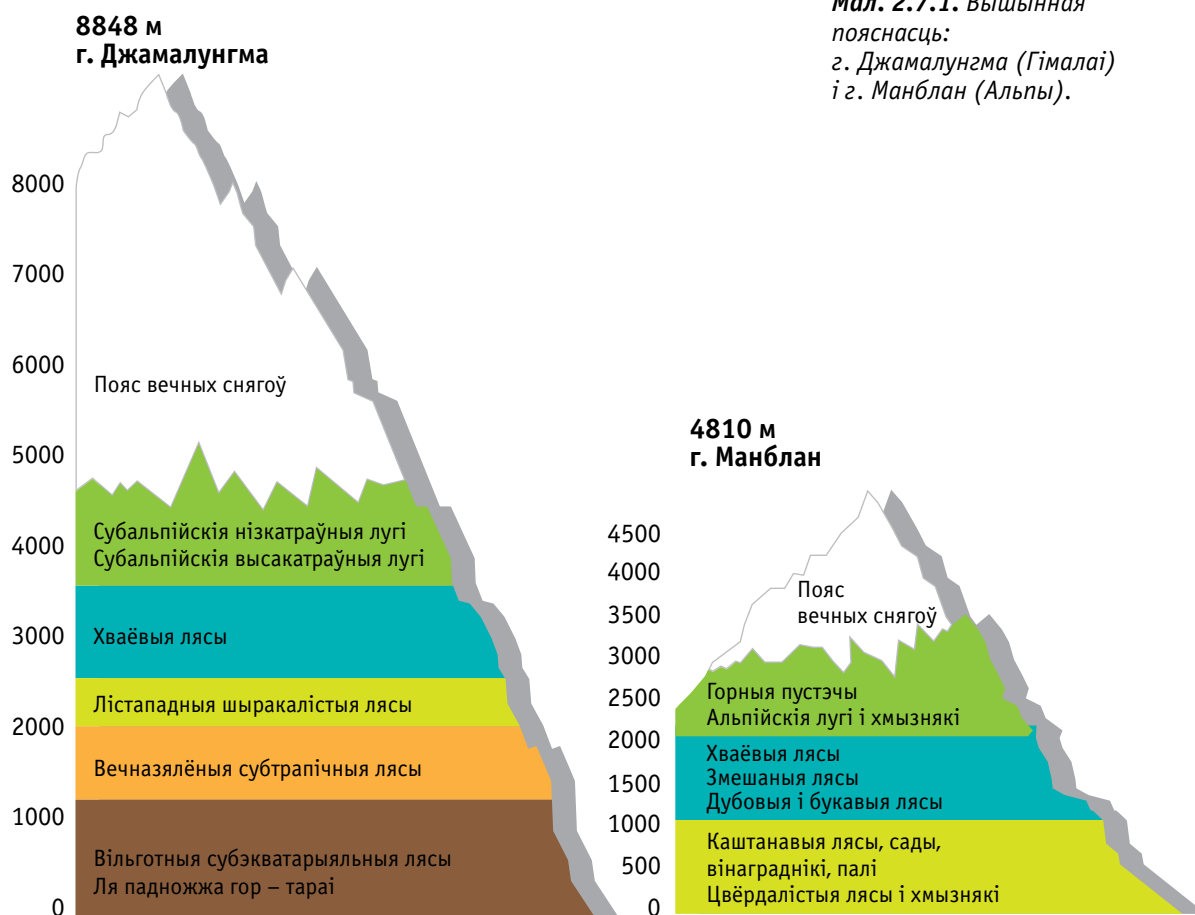


### Горы і клімат

Горы адыгрываюць важную ролю ў фарміраванні клімату. Яны ствараюць бар'ер для паветраных мас, якім складана пераадолець высокія вяршыні. З гэтай прычыны розныя схілы гор часта маюць непадобныя кліматычныя ўмовы: з аднаго боку ападкаў выпадае больш, з другога – менш; таксама могуць моцна адрознівацца сярэдняя тэмпература паветра і ландшафты.



Яшчэ адна ўнікальная асаблівасць гор – вышынная пояснасць. Праяўляецца яна наступным чынам: па меры нарастання вышыні ў гарах адбываецца змена кліматычных і ландшафтных зон (Мал. 2.7.1).



**Мал. 2.7.1.** Вышынная пояснасць: г. Джамалунгма (Гімалаі) і г. Манблан (Альпы).



## Самыя высокія горы на Зямлі

Самая высокая горная сістэма на Зямлі – **Гімалаі**, што ў перакладзе з санскрыту азначае «мясціна снягоў». Дзесяць з дванаццаці «васьмітысячнікаў» (так называюць горы вышынёй больш за 8 тыс. м) знаходзяцца тут. Тут жа размешчана самая высокая кропка сушы – гара **Эверэст**, вядомая таксама як Джамалунгма або Сагарматха. Яе вышыня **8848 м**.

Самая працяглая горная сістэма на сушы – **Анды**. Гэтая гіганцкі горны ланцуг Паўднёвай Амерыкі распасціраецца ўздоўж усяго ўзбярэжжа Ціхага акіяна. Вышэйшая кропка Анд, а таксама заходняга і паўднёвага паўшар'яў Зямлі – гара **Аканкагуа (6960 м)**.

Галоўная горная сістэма Еўропы – **Альпы**. Яны праходзяць па тэрыторыі васьмі дзяржаў: Аўстрыі, Германіі, Італіі, Ліхтэнштэйна, Манак, Славеніі, Францыі і Швейцарыі. Гара **Манблан (4807 м)** на мяжы Францыі і Італіі – самая высокая кропка Альп і Заходняй Еўропы.

Паўночнаамерыканскія **Кардыльеры** складаюцца з некалькіх горных ланцугоў, найбольш высокія з якіх **Аляскінскі хрыбет і Скалістыя горы**. На Алясцы знаходзіцца вышэйшая кропка Паўночнай Амерыкі і ЗША – гара **Мак-Кінлі**, або, як яе называюць мясцовыя жыхары Аляскі, гара **Дэналі (6193 м)**.

Самая высокая гара Афрыкі – **вулкан Кіліманджара (5895 м)**. Вышэйшая кропка Аўстраліі – гара **Касцюшка (2228 м)**.

У Расіі самая высокая горная сістэма – **Вялікі Каўказ**, які распасціраецца ад Чорнага да Каспійскага мора. Вышэйшая кропка Вялікага Каўказа – а на некаторых ацэнках і ўсёй Еўропы – двухгаловы **вулкан Эльбрус**, вышыня якога **5642 м**.

**Гара Дзяржынская** – самая высокая кропка Беларусі. Вышыня вяршыні гары – **345 м** над узроўнем мора. Гара размяшчаецца ў межах **Мінскага ўзвышша**, за 30 км на захад ад Мінска, непадалёк ад Дзяржынска, у вёсцы Скірмантава. Раней звалася «Святая гара», у 1958 годзе была перайменаваная ў «Дзяржынскую».

М. Рэрых. Гімалаі. Эверэст. 1938 г.



Двухгаловы вулкан Эльбрус (5642 м) – самая высокая кропка Расіі і ўсёй Еўропы



Вы дакладна задумваліся, чаму горныя вяршыні часта бываюць пакрытыя снежнай шапкай нават у трапічных шыротках. Яшчэ першыя заваёўнікі гор выявілі, што пры ўздыме тэмпература паветра прыкметна паніжаецца і становіцца цяжка дыхаць. Паветра награвецца сонцам і паверхняй зямлі. Нагрэўшыся, ён падымаецца і пашыраецца, губляючы пры гэтым цяпло. Гэта значыць з павышэннем вышыні над узроўнем мора паступова зніжаюцца ціск паветра і яго тэмпература.

Вядома, што пры ўздыме на кожны кіламетр тэмпература паветра зніжаецца на  $6^{\circ}\text{C}$ . Гэта значыць, калі ля падножжа гары вышынёй у 4000 м тэмпература  $+24^{\circ}\text{C}$ , то ля вяршыні яна будзе каля  $0^{\circ}\text{C}$ ! Вось чаму, нават калі сярэднегадавая тэмпература паветра ў трапічных шыротках ніколі не апускаецца ніжэй за нулявую адзнаку, на вялікай вышыні ў гарах усё адно можа ляжаць снег.

Горы не толькі ўплываюць на клімат, але і самі моцна залежаць ад яго. Горныя рэгіёны аднымі з першых рэагуюць на змены кліматычных умоў! Асноўны «індыкатар» змены клімату ў гарах – гэта леднікі, якія па меры пацяплення ці пахаладання скарачаюць ці, наадварот, нарошчваюць сваю масу.

*Мал. 2.7.2. Ледніковыя зоны Зямлі.*



### Прыгажосць, якая знікае

Леднікі ў гарах утвараюцца тады, калі назапашаны ў высакагор'і снег пераўтвараецца ў лёд. Для ўтварэння ледніка неабходны халодны і вільготны клімат, пры якім на працягу года выпадае больш снегу, чым паспявае расціць. Як толькі тэмпература павышаецца і скарачаецца колькасць ападкаў у гарах, ляднік перастае назапашваць масу і пачынае раставаць.

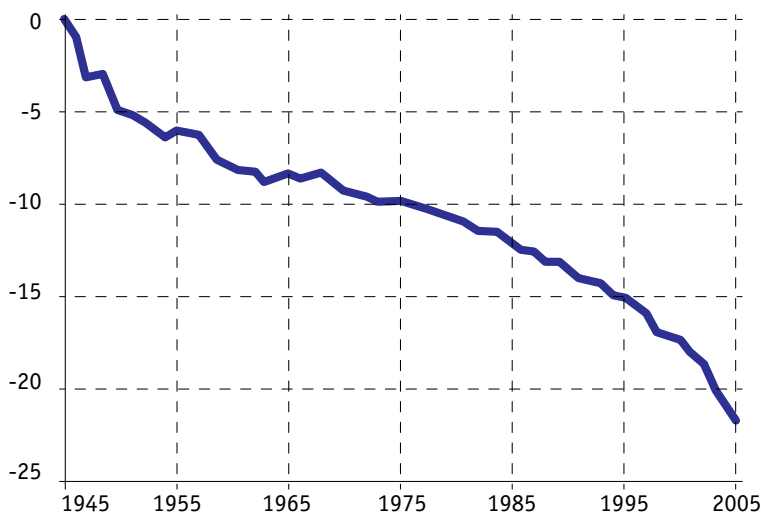
Горныя леднікі ва ўсім свеце пачалі раставаць, або, як яшчэ прынята казаць, адступаць, каля 15 тыс. гадоў таму, калі на змену ледніковаму перыяду прыйшла новая эпоха глабальнага пацяплення. Перыядычна іх раставанне змяняецца часовым надыходам. З гісторыі вядома, што ў V-VII стагоддзях шматлікія горныя перавалы, занятыя ў цяперашні час леднікамі, служылі караваннымі шляхамі. Затым клімат стаў больш халодным, леднікі пачалі расці, і з XVII-XVIII стагоддзяў гэтыя перавалы сталі цяжкадаступнымі. Адзін з такіх прыкладаў – знакаміты перавал Сен-Гатард у Альпах, які на рубяжы XVIII і XIX стагоддзяў з вялікай цяжкасцю змог пераадолець вялікі рускі палкаводзец Аляксандр Суваў.

*Мал. 2.7.3. А. Папоў. Пераход праз Альпы. 1904 год.*



Аднак за апошнія 40 гадоў леднікі па ўсім свеце адступаюць асабліва хутка (Мал. 2.7.4). Навукоўцы б'юць трывогу: імклівае раставанне леднікоў у гарах, якое адбываецца ў нашы дні, ніяк не ўпісваецца ў натуральныя цыклы! Самае небяспечнае тое, што скарачэнне аб'ёму лёду ў гарах можа прывесці да катастрофічных наступстваў для прыроды і эканомікі горных рэгіёнаў, а таксама перадгорных раўнін, на якіх пражывае, ні многа ні мала, 1/6 насельніцтва Зямлі!

*Мал. 2.7.4. Змяненне масы горных леднікоў па ўсім свеце, 1945–2005 гады.*



*Мал. 2.7.5. Так вучоныя вывучаюць леднікі.*



### Горныя леднікі адступаюць

Леднікі Гімалаяў адступаюць у сярэднім на 10–15 м на год. Асабліва хутка растае ляднік Ганготры, адкуль бярэ свой пачатак рака Ганг. Кожны год ён скарачаецца на 30 м. Ганготры – адна з самых галоўных крыніц вады для 500 млн чалавек, якія жывуць у даліне Ганга.

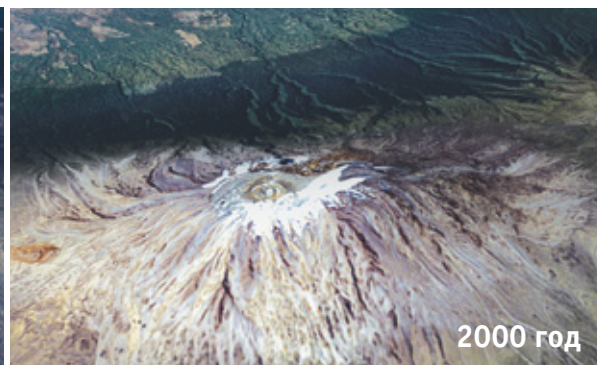
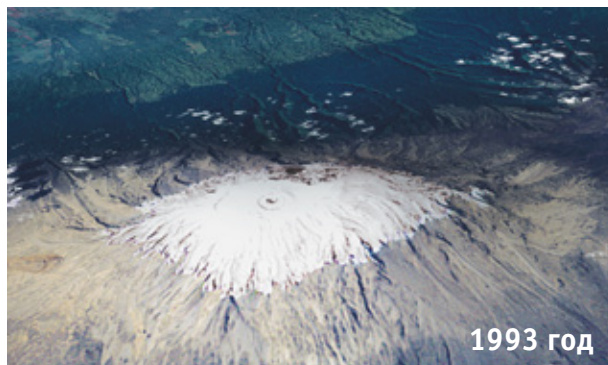
Надзвычай хутка адступаюць **леднікі ў Перу**. За апошнія 30 гадоў іх плошча паменшылася, па самых сціплых падліках, на траціну.

Катастрофа напаткала **вулкан Кіліманджара ў Афрыцы**: знакамітая лядовая шапка, услаўленая некалі амерыканскім пісьменнікам Э. Хэмінгуэем у апавяданні «Снягі Кіліманджара», практычна растала!

*Мал. 2.7.6. Ляднік Ганготры.*



*Мал. 2.7.7. Снежная шапка вулкана Кіліманджара практычна растала.*

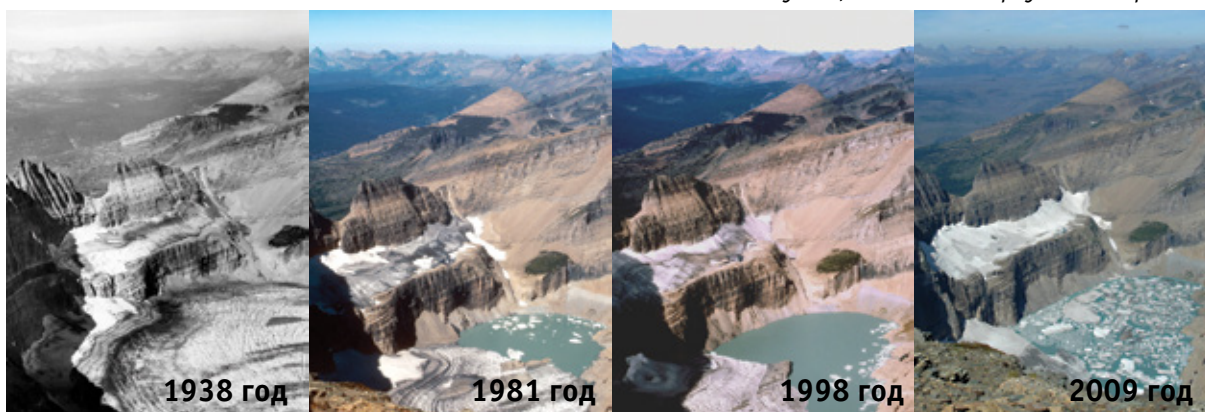


**Нацыянальны парк «Глейшэр»** (ад англ. glacier – ляднік) на мяжы ЗША і Канады быў названы так першаадкрывальнікамі ў гонар шматлікіх леднікоў, якія яны адшукалі ў тутэйшых Скалістых гарах. З 150 леднікоў, якія можна было ўбачыць там у сярэдзіне XIX стагоддзя, да пачатку XXI засталася толькі 25! Варта паспяшацца з паездкай у гэты найпрыгажэйшы куток планеты: па прагнозах вучоных, у бліжэйшыя дзесяцігоддзі леднікі парку могуць цалкам знікнуць.

*Мал. 2.7.8. Нацыянальны парк «Глейшэр», жнівень 2013 года.*



*Мал. 2.7.9. Растанне ледніка Грынел у Нацыянальным парку «Глейшэр».*



**Леднікі Аржанцьер і Манблан**, як і многія іншыя леднікі ў Альпах, пачалі рэзка скарачацца з 1870 года. За гэты час яны адступілі больш чым на 1 км. Згодна з ацэнкай Еўрапейскага агенцтва па навакольным асяроддзі, да 2050 года 75% альпійскіх леднікоў растане.

У Новай Зеландыі з 1975 па 2005 гады аб'ём леднікоў скараціўся на 11%. Сярод тых, што растуць найхутчэй, – **леднікі Тасманскі, Класен, Мюлер і Мод.**

Значныя змены адбыліся з **ледніком Азау** на Каўказе. У канцы XIX стагоддзя ў працэсе раставання ён падзяліўся на дзве часткі, якія атрымалі назву Малога і Вялікага Азау. Сёння Вялікі Азау ўжо зусім невялікі. За перыяд з 1957 па 1976 гг. ляднік адступіў на 360 м, а з 1980 года па 1992 гг. – на 260 м. Сярэдняя хуткасць адыходу ледніка Малы Азау сёння складае каля 16 м за год.

У расійскім Горным Алтаі колькасць леднікоў з 1952 па 1998 гады зменшылася на 7,5%. У параўнанні з іх становішчам у сярэдзіне XIX стагоддзя, леднікі адступілі на 100–120 м. Напрыклад, **Сафійскі ляднік**, за якім назіраюць спецыялісты Алтайскага дзяржаўнага ўніверсітэта, за апошнія 150 гадоў адступіў на 1,5–2 км. Пры гэтым ляднік «падымаецца» з хуткасцю 20–30 м на год.

**Мал. 2.7.10.** Ляднік Вялікі Азау на Каўказе. Фота ў руках дзяўчыны датавана 1956 годам, а за спінай – тое, што засталася ад ледніка да 2007 года.



### Як змена клімату ўплывае на жыццё чалавека ў гарах

Жыццё чалавека ў гарах працякае ў суровых умовах. Вялікія вышыні, складаны рэльеф і вельмі зменлівае надвор'е значна менш спрыяюць вядзенню гаспадаркі ў гарах, у параўнанні з раўнінай.



**Мал. 2.7.11.** Уплыў змен клімату на жыццё чалавека ў гарах.



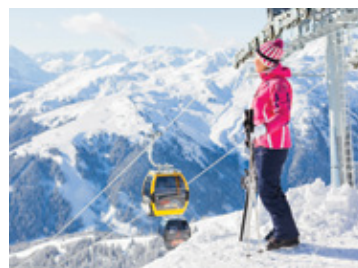
З даўніх часоў людзі сяліліся ў вузкіх міжгорных далінах, якія былі адзеленыя адна ад адной высокімі горнымі хрыбтамі з абрывістымі схіламі. З гэтай прычыны кантакты паміж суседнімі далінамі (і народамі) часта былі абцяжараныя. Да гэтага часу ў горных рэгіёнах кожны народ мае свае ўнікальныя звычаі, культуру і асаблівасці вядзення гаспадаркі. Пры гэтым уклад жыхароў гор, іх асноўная занятасць – сельская гаспадарка і турызм – напрамую залежаць ад кліматычных умоў. Нават нязначныя змены клімату могуць вельмі негатыўна адлюстравацца на дабрабыце горных рэгіёнаў.

### Турызм каціцца па схіле

Прыклад Альп наглядна паказвае, як змены клімату ўплываюць на турысцкую прывабнасць горных раёнаў. Сёння тут адна з найбольш прыбытковых галін – гарналыжны турызм, за кошт якога фарміруецца да 20% даходу альпійскіх краін. Для 13 млн жыхароў Альп у Аўстрыі, Германіі, Швейцарыі і Францыі адсутнасць снегу азначае эканамічную катастрофу: 2/3 турыстаў прыязджаюць туды, каб пакатацца на лыжах і сноўбордах.

Аднак прагнозы несучасальныя: да 2030 года снег у Альпах практычна перастане выпадаць ніжэй за адзнаку 1000 м, у выніку чаго многія папулярныя гарналыжныя курорты могуць спыніць сваё існаванне. У Аўстрыі палова ўсіх гарналыжных баз знаходзіцца на вышынях да 1300 м – і яны будуць вымушаныя зачыніцца з прычыны адсутнасці снегу. Песімістычныя прагнозы ўжо пачынаюць спраўджвацца: узімку 2006–2007 гадоў з 660 альпійскіх курортаў былі зачыненыя 60. Многія з тых, што засталіся, дзейнічалі толькі дзякуючы ўстаноўкам, якія выраблялі штучны снег. Гэта вельмі павысіла кошт адпачынку на альпійскіх курортах, і без таго самых дарагіх у Еўропе, і знізіла ў цэлым попыт на адпачынак у Альпах.

Што рабіць без снегу? Спартыўная індустрыя як можа адаптуецца да глабальнага пацяплення. Ідзе пошук іншых відаў турызму і адпачынку, якія менш залежаць ад снегу. Тэрыторыі, прызначаныя для лыж, пераўтвараюцца ў паркі атракцыёнаў і круглагадовыя санаторыі. Можа надасці час, калі ў Альпы турысты будуць прыязджаць не дзеля зімовых відаў спорту, а для таго, каб пагуляць уздоўж маляўнічых азёр, пакаштаваць мясцовых прадуктаў і падыхаць свежым горным паветрам.



Мост над возерам Трыфт, Швейцарыя.

Паказальны прыклад **возера Трыфт** у Швейцарскім рэгіёне Берн. У 1990-х ляднік, які гады знаходзіўся тут, стаў прыкметна скарачацца, вада пачала напуўняць невялікае возера, а даліна паступова агаляцца. Раней, каб дабрацца ад адной вяршыні да іншай, можна было проста перайсці па лядніку. Не чакаючы, пакуль ляднік цалкам растане, мясцовыя ўлады вырашылі правесці падвесны мост. Адрозніжжэ пасля адкрыцця мост стаў візітнай карткай рэгіёна. Цяпер ён прыцягвае сюды турыстаў з усяго свету!

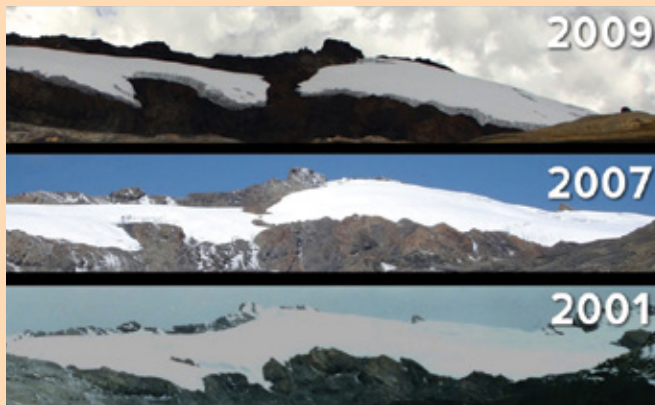


## Ляднік Пасторуры ў Перу адступае

Ляднік Пасторуры, які ўзвышаўся над Андамі, яшчэ да нядаўняга часу прыцягваў у Перу натоўпы турыстаў і прафесійных скалалазаў. Аднак за апошнія 30 гадоў ляднік паменшыўся на чвэрць, а яшчэ праз некалькі дзесяцігоддзяў, на думку навукоўцаў, ён можа цалкам знікнуць. На змену найпрыгажэйшаму пейзажу са снегу і лёду прыйшлі чорныя скалы. Пры гэтым чыноўнікі забаранілі ўзыходзіць на гару з прычыны нестабільнасці грунту, звязанай з раставаннем лядніка.

У параўнанні з пачаткам 1990-х гадоў колькасць турыстаў, якія прыежджаюць палюбавацца лядніком Пасторуры, скарацілася ў 3 разы. Усё гэта вельмі негатыўна адбілася на турызме Перу і даходах мясцовых жыхароў. Але перуанскія бізнесмены не здаліся і прыдумалі вельмі незвычайны спосаб, як выкарыстоўваць гэтую славу. Цяпер яны паказваюць ляднік як жаласны вынік змены клімату, што і на самай справе прыцягвае ў рэгіён усё больш экалагаў і дапытлівых турыстаў.

Хоць бізнесмены і знайшлі, як атрымаць выгаду ад пацяплення клімату, прыроду гэтым, на жаль, не адновіш!



## Стыхійныя бедствы ў гарах

Страты ў турысцкай сферы яшчэ не самае страшнае. Ёсць пагрозы і больш сур'ёзныя. Гэта стыхійныя бедствы: лавіны, селі, паводкі, якія з прычыны змен клімату сталі адбывацца ў гарах ўсё часцей. Вынік – вялікія эканамічныя страты і рызыка для жыцця людзей.



**Лавіна** – велізарная маса снегу, якая падае або саслізгвае са схілаў гор. Снежныя лавіны могуць прынесці катастрафічныя наступствы. Так, у лютым 1999 г. лавіна масай у 170 тыс. т цалкам разбурыла пасёлак Гальтур у Аўстрыі і забрала жыцці 30 чалавек. У пачатку сакавіка

2012 года серыя лавін у Афганістане разбурыла жылыя дамы, загінуўшы больш за 100 чалавек.

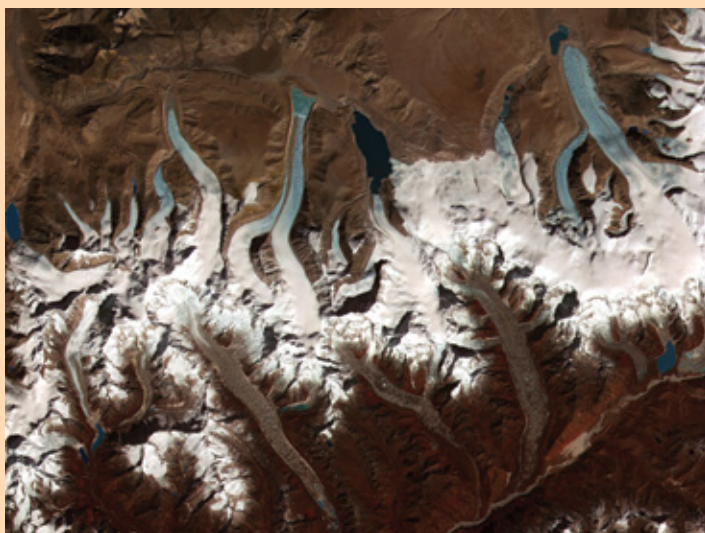
**Сель** – граэкаменны паток вялікай сілы, які раптоўна ўзнікае ў далінах горных рэк. Прычынай узнікнення селю, як правіла, становяцца ліўні, бурнае раставанне снегу. Яшчэ адна распаўсюджаная прычына ўтварэння селевых патокаў – прарыў лядніковых азёраў. Як і лавіны, селі могуць ствараць вялізныя разбурэнні.



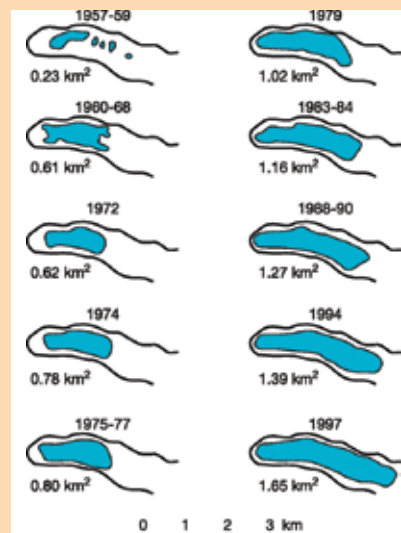
Калі ляднік адступае, з яго сцякае адталая вада. Збіраючыся ў горнай даліне, яна ўтварае ледніковае возера. Калі вады становіцца занадта шмат, возера можа перапоўніцца і выйсці з берагоў, адбываецца моцная паводка. Паводле ацэнак вучоных, 20 ледніковых азёраў у Непале і 24 у Бутане ўяўляюць вялікую небяспеку для людзей, якія жывуць ніжэй па даліне. Калі адбудзецца прарыв гэтых азёр і вада хлыне ў даліну, многія людзі могуць загінуць або застацца без даху над галавой. Падобныя паводкі ўжо не раз адбываліся за апошнія гады, у тым ліку ў далінах рэк Тхімпху, Пара і Пунакха-Вангду ў Бутане. Даследаванні расійскіх навукоўцаў пацвярджаюць, што з прычыны адступлення леднікоў сталі часта ўзнікаць прыдатныя ўмовы для прарыву ледніковых азёр з наступным узнікненнем селяў на Вялікім Каўказе.

**Возера Тшо Ролпа ў Непале ўтварылася з вады расталых леднікоў. За апошнія 50 гадоў яно павялічылася ў сем разоў: так хутка растаюць леднікі ў гэтым рэгіёне. Паводле даследаванняў, звыш за 20 ледніковых азёраў у Непале і 24 у Бутане могуць у хуткім часе выйсці з берагоў. Калі не будуць прыняты адпаведныя папярэдзальныя меры, гэта можа абярнуцца катастрофічнымі наступствамі для жыцця людзей і эканомікі гэтых краін.**

**Мал. 2.7.12.** Ледніковыя азёры ў Гімалаях.



**Мал. 2.7.13.** За апошнія 50 гадоў воз. Тшо Ролпа павялічылася ў 7 разоў.



## Скарачэнне запасаў прэснай вады

Вельмі сур'ёзнае пытанне – будучы недахоп прэснай вады. Гэта праблема ўжо не толькі для горных рэгіёнаў, але і для перадгорных раўнін. Леднікі – адна з галоўных крыніц прэснай вады на Зямлі, бо многія рэкі бяруць у іх свой пачатак. Скарачэнне аб'ёму лёду прывядзе да пагаршэння водазабеспячэння перадгор'яў, а значыць і немагчыма будзе далейшае развіццё тут сельскай гаспадаркі, здабыўнай прамысловасці, электраэнергетыкі. Ужо цяпер дэфіцыт прэснай вады ў перадгорных раёнах становіцца прычынай сур'ёзных палітычных канфліктаў.

Горы хаваюць у сабе мноства небяспек. Па меры таго як змяняецца клімат на Зямлі, гэтыя небяспекі могуць узмацняцца. Рост тэмпературы, змяненне колькасці ападкаў, раставанне горных леднікоў і больш частыя непрадказальныя стыхійныя бедствы прыводзяць да катастрофічных наступстваў для прыроды, насельніцтва і эканомікі горных рэгіёнаў, а таксама шырокіх перадгорных раўнін.



## Пытанны

1. На якую вышыню падняўся альпініст, калі на адзнацы, на якой ён цяпер знаходзіцца, тэмпература складае  $-9^{\circ}\text{C}$ , а ў падножжа гары на ўзроўні мора ў гэты ж момант тэмпература  $+18^{\circ}\text{C}$ ?
2. Ці будзе на вяршыні гары вышынёй 5200 м круглы год ляжаць снег, калі ў самы гарачы летні дзень тэмпература паветра ля яе падножжа  $+30^{\circ}\text{C}$ ?
3. Чаму горныя леднікі часта называюць індикатарамі змен клімату? Што з імі адбываецца пры змене тэмпературы паветра?
4. Чаму горныя рэгіёны часта адрозніваюцца этнічнай разнастайнасцю?
5. Назавіце асноўныя галіны гаспадаркі горных рэгіёнаў. Як на іх уплывае змена клімату?



# Заданні

**Заданне 1.** Адзначце на контурнай карце свету самыя высокія горныя вяршыні для кожнага мацерыка. Да якіх горных сістэм яны адносяцца? На тэрыторыі якіх дзяржаў размешчаны?

**Заданне 2.** Прыгажосць і непрыступнасць горных вяршыняў заўсёды служылі крыніцай натхнення для вядомых паэтаў, пісьменнікаў, мастакоў і кампазітараў. Назавіце вядомыя літаратурныя або жывапісныя творы, у якіх адлюстраваны розныя горныя сістэмы або асобныя горныя вяршыні. Выберыце любы твор, які вам спадабаўся, і раскажыце, як і што ў ім давялося б памяняць аўтару, калі б ён жыў у эпоху глабальнай змены клімату.

*Кацусіка Хакусай «Горны перавал Інумэ, Кюсю» з серыі «Трыццаць шэсць выглядаў Фузі». Японія, 1830 г.*



### Задание 3. Гульня

Удзельнікі гульні дзеляцца на дзве каманды.

**Каманда №1** – жыхары горнага паселішча Высокае, якое размешчана ў гарах у даліне ракі Хуткая. У апошнія гады з прычыны раставання леднікоў у высакагор'ях рака Хуткая часта стала выходзіць з берагоў і затапляваць паселішча. Таму мясцовыя жыхары хочуць пабудаваць плаціну на рацэ, каб засцерагчыся ад паводак, а заадно вырабляць электраэнергію і стварыць новыя працоўныя месцы. Горнае паселішча небагатае, грошай на будаўніцтва плаціны няма, а самі жыхары жывуць у асноўным за кошт хатняй гаспадаркі. У апошні час з прычыны росту тэмпературы ў гарах жыхары Высокага сталі вырошчваць кветкі і экзатычную садавіну.

**Каманда №2** – жыхары вёскі Каровіна, якая знаходзіцца на перадгорнай раўніне, ніжэй па цячэнні ракі Хуткая. Сяло жыве заможна, яго жыхары займаюцца фермерскай гаспадаркай, а ваду з ракі Хуткая выкарыстоўваюць для арашэння палёў і для пітва. Жыхары Каровіна любяць экзатычную ежу, забавы і падарожжа. У бюджэце Каровіна ёсць вольныя грошы для фінансавання новых праектаў.

Членам каманд неабходна абмеркаваць наступныя пытанні (настаўнік ці хто-небудзь з навучэнцаў можа выступіць у ролі міністра рэгіянальнага развіцця, які будзе весці перамовы):

- 1) Якія наступствы будуць для вёскі Каровіна, калі жыхары Высокага пабудуюць плаціну без іх ведама?
- 2) На якіх умовах вёска Каровіна можа пагадзіцца на будаўніцтва плаціны і даць на гэта свае грошы?
- 3) Ці можа паселішча Высокае неяк інакш абараніцца ад наступстваў змены клімату?
- 4) Якія новыя праекты і галіны гаспадаркі яны могуць развіваць разам?



## 2.8. | Як змены клімату ўплываюць на... арктычныя рэгіёны

Арктыка – гэта паўночная палярная вобласць Зямлі, у склад якой уваходзяць Паўночны Ледавіты акіян і яго моры, паўночныя часткі Ціхага і Атлантычнага акіянаў, Канадскі Арктычны архіпелаг, Грэнландыя, востраў Шпіцберген, Зямля Франца-Іосіфа, Новая Зямля, Паўночная Зямля, Навасібірскія астравы і востраў Урангеля, а таксама паўночнае ўзбярэжжа мацерыкоў Еўразія і Паўночная Амерыка.

Агульнапрынятых межаў Арктыкі не існуе. Часцей за ўсё ў якасці паўднёвай мяжы Арктыкі выкарыстоўваюць палярны круг ( $66^{\circ} 33'$  пн. ш.). Пры такім вызначэнні агульная плошча тэрыторыі Арктыкі складае 21 млн км<sup>2</sup>. Другі (кліматычны) спосаб вызначэння межаў Арктыкі – па ізатэрме ліпеня. Ізатэрма – гэта ўяўная лінія, за межамі якой сярэдняя тэмпература ў самы цёплы месяц года не перавышае  $10^{\circ}$  С. Гэтая кліматычная мяжа практычна супадае з мяжой драўнянай расліннасці, на поўнач ад якой дрэвы амаль не выжываюць.

У Арктычным рэгіёне размешчаны такія краіны, як Расія, ЗША (Аляска), Канада, Нарвегія, Швецыя, Фінляндыя, Ісландыя, Данія (Грэнландыя).



### У Арктыцы цяплей хутчэй, чым на планеце ў цэлым

У Арктыцы змены клімату адчуваюцца значна мацней, чым у сярэднім на Зямлі. За апошнія дзесяцігоддзі на арктычным узбярэжжы Еўразіі пацяплела на  $2-3^{\circ}$  С.

Яшчэ відавочныя ў Арктыцы перапады надвор'я. Калі ва ўмераным клімаце «скокі» звычайна не больш за  $10^{\circ}$  С – сёння цёпла, заўтра на  $10^{\circ}$  С халадней, а праз тыдзень зноў цяплей, то ў Арктыцы яны дасягаюць  $20^{\circ}$  С. Часта бывае так, што ў адным арктычным рэгіёне лета на  $5^{\circ}$  С цяплейшае, чым гэта было ў сярэдзіне XX стагоддзя, а ў суседнім рэгіёне на  $5^{\circ}$  С халаднейшае, чым было звычайна ў мінулым.

Мал. 2.8.1. Вызначэнне межы Арктыкі.



Можа здацца, што цяпло ў Арктыцы – гэта добра, але ж далёка не заўсёды так! Што лепш: мароз  $-35^{\circ}\text{C}$  з ясным зацішным надвор'ем або  $-20^{\circ}\text{C}$ , але з завеяй? Вядома, мароз без завеі лепш, тым больш, што да яго ўсё даўно прыстасаваліся. Справа не ў тэмпературы як такой, бо ў Арктыцы не можа быць моцнай спёкі, калі людзі і жывёлы пакутуюць ад перагрэву.



У метэаралогіі існуе паняцце **ветра-халадовы індэкс**, які адлюстроўвае асабістыя адчуванні чалавека пры адначасовым уздзеянні на яго марозу і ветру. Напрыклад, пры тэмпературы  $-10^{\circ}\text{C}$  і хуткасці ветру  $30\text{ км/г}$  ветра-халадовы індэкс будзе роўны  $-20^{\circ}\text{C}$ , гэта значыць адчуванні чалавека і рэакцыя яго арганізма на холад будуць адпавядаць менавіта гэтаму значэнню, марозу ў  $-20^{\circ}\text{C}$ !

На жыццё людзей і на экасістэмы ў Арктыцы ўплываюць іншыя кліматычныя параметры: сіла ветру (завеі і штормы), скарачэнне марскіх і рачных ільдоў, моцнае разбурэнне берагоў, раставанне шматгадовай мерзлаты. Прычым іх змены – не проста следства павышэння тэмпературы, гэта актыўныя сілы, якія самі павышаюць тэмпературу. Навукоўцы называюць гэта зваротнымі сувязямі, якіх як мінімум дзве.

1. З прычыны павышэння тэмпературы ледзяныя палі растаюць і ламаюцца, а паміж ільдінамі з'яўляецца шмат адкрытай вады, таму паветра пачынае хутка прагравацца. Цёмная паверхня вады, у адрозненне ад лёду, не адлюстроўвае, а паглынае сонечнае выпраменьванне, вада награвяецца, ільды растаюць яшчэ мацней і эфект узмацняецца.

2. Чым больш адкрытай вады, тым больш выпарэнне вільгаці і колькасць аблокаў. Узгадайце, у хмарнае надвор'е ночы цёплыя, а ў яснае – халодныя, бо аблокі затрымліваюць цяпло. Гэтак жа і ў Арктыцы: калі шмат адкрытай вады і аблокаў, тэмпература вышэйшая, асабліва ўначы, што яшчэ больш паскарае раставанне льдоў.

Эканоміка Арктыкі спалучае два дыяметральна супрацьлеглыя віды дзейнасці. З аднаго боку, гэта традыцыйныя спосабы вядзення гаспадаркі карэннага насельніцтва: паляванне, рыбалоўства і аленегадоўля. З іншага боку, існуе буйнамаштавая здабыча прыродных рэсурсаў: нафты і прыроднага газу, жалеза, цынку, золата, алмазаў, драўніны і морепрадуктаў для міжнароднага рынку. Найбуйнейшыя эканомікі ў Арктыцы – гэта Расія і ЗША (Аляска), у асноўным з прычыны іх здабыўнай і нафтазавай галін. Традыцыйныя віды дзейнасці пераважаюць у арктычных рэгіёнах Канады і Грэнландыі.



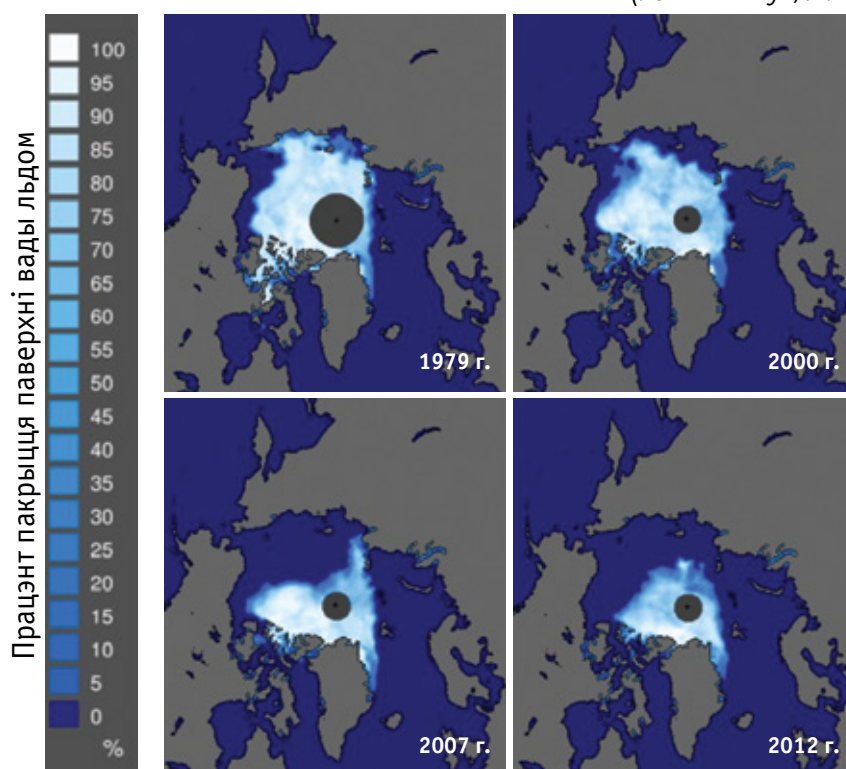


## Ільды Арктыкі, якія знікаюць

З 1979 года за льдамі Арктыкі навукоўцы назіраюць пры дапамозе спадарожнікаў. Спадарожнікавыя дадзеныя паказваюць, што колькасць ільдоў у Арктыцы рэзка пайшла на спад (Мал. 2.8.2). За апошнія 35 гадоў плошча ільдоў у Паўночным Ледавітым акіяне і яго морах скарацілася на 15–20%.

Пра плошчу лёду прынята меркаваць па яго мінімальнай колькасці за год – звычайна мінімум лёду прыпадае на канец верасня. У верасні 2012 года быў дасягнуты абсалютны рэкорд – плошча марскіх ільдоў скарацілася да 3,41 млн км<sup>2</sup> (Мал. 2.8.3).

*Мал. 2.8.2. Карты арктычных ільдоў (летні мінімум, які назіралі ў верасні).*



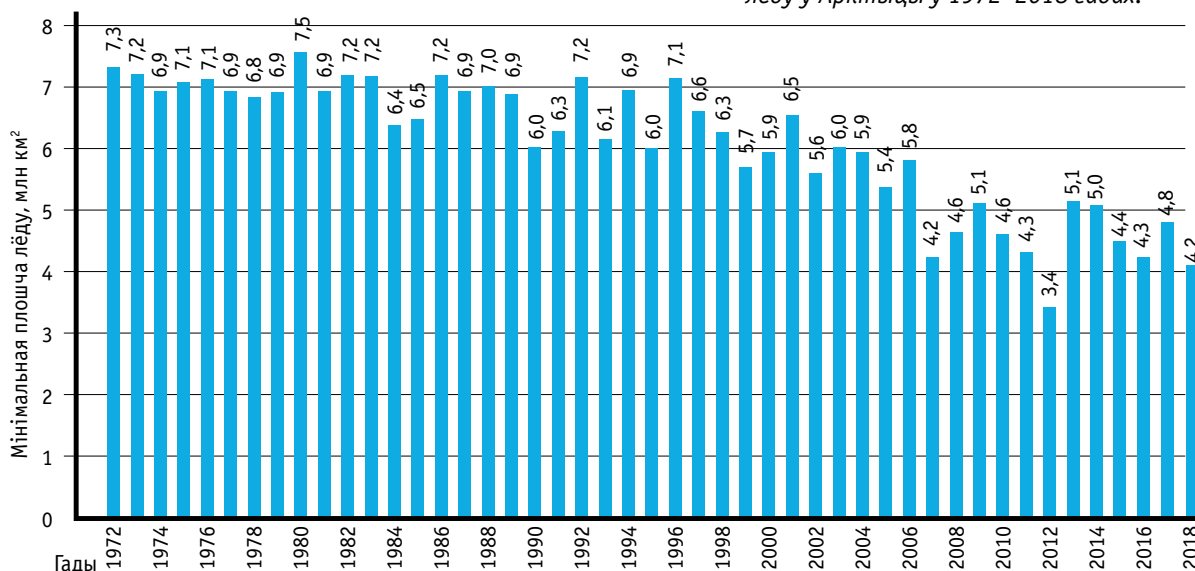
Канешне, зімой лёд па-ранейшаму пакрывае ўсю Арктыку. Нават гіганцкае пацяпленне на 15–20° С не зробіць зімовыя тэмпературы ў палярных рэгіёнах плюсамі, замярзаць моры будуць. Аднак таўшчыня лёду будзе значна меншай.

Скарачэнне плошчы і таўшчыні марскіх ільдоў, паводле ацэнак расійскіх спецыялістаў з Арктычнага і антарктычнага навукова-даследчага інстытута, адкрые новыя магчымасці для больш актыўнага выкарыстання Паўночнага марскога шляху для транспарціроўкі грузаў з Еўропы ў Азію і наадварот. Гэты транспартны маршрут па морах Паўночнага Ледавітага акіяна значна карацейшы за традыцыйны – праз Суэцкі канал – можна істотна скараціць выдаткі на грузавыя перавозкі!

Найбольшыя шанцы ў судоў прайсці Паўночным марскім шляхам па адкрытай вадзе ў верасні, калі плошча лёду мінімальна. Але, як можна бачыць на мал. 2.8.2, нават рэкордна малая плошча ільдоў не гарантуе, што адкрыты ўсе пралівы, перш за ўсё, праліў Вількіцкага паміж Таймырам і Паўночнай Зямлёй – самае вузкае месца ўсяго Паўночнага марскога шляху. Так было ў 2007 годзе. І наадварот, ільдоў можа быць значна больш, а пралівы будуць адкрыты. Пакуль вельмі рана казаць пра свабоднае ад ільдоў плаванне ўздоўж арктычнага ўзбярэжжа Еўразіі. Кліматычныя мадэлі паказваюць, што летам Арктыка можа станавіцца зусім свабоднай ад ільду толькі прыкладна з 2050 года.

Нельга таксама забываць пра тое, што пры раставанні льдоў у Арктыцы ўтвараюцца айсбергі, якія могуць быць небяспечныя для суднаў, а таксама для нафтавых платформаў, размешчаных на шэльфе ў адкрытым моры. Суднаходным і нафтаздабываючым кампаніям неабходна ў будучыні прадугледзець актыўную абарону ад айсбергаў, каб пазбегнуць сутыкненняў з імі.

**Мал. 2.8.3.** Мінімальныя плошча марскога льду ў Арктыцы ў 1972–2018 гадах.



## Пагрозы для жывёл у Арктыцы

Раставанне льдоў у палярных шыратах моцна ўплывае на марскіх жывёл, у тым ліку і на «гаспадара» Арктыкі – белага мядзведзя. Вядома, сам лёд яму не патрэбны, але галоўная ежа мядзведзя – цюлені, якія заўсёды трымаюцца ля беражка льду.

Арктычнай вясной мяжа льдоў зрушваецца на поўнач так хутка, што мядзведзі не паспяваюць на гэта адрэагаваць і аказваюцца адрэзанымі ад цюленяў вялізнымі прасторамі вады без ільду (Мал. 2.8.4). Мядзведзь можа праплысці дзясяткі кіламетраў, але не сотні. Акрамя таго, мядзведзяныя гэтага зрабіць не могуць! У выніку на беразе застаецца вялікая колькасць жывёл. Яны часта галадаюць, ідуць у пасёлкі і на памыйніцы, сустракаюцца з чалавекам, што небяспечна для абодвух.

Спосабы вырашэння праблемы ёсць:

Па-першае, трэба, каб ва ўсіх дарослых былі сродкі адпужвання мядзведзяў; лепш за ўсё стрэльбы з гумовымі кулямі.

Па-другое, трэба ачысціць пасёлкі ад харчовых адкідаў шматгадовай даўнасці і, напрыклад, адвезці іх на 1-2 км ад пасёлка, каб мядзведзі пайшлі туды, а не да людзей.

Па-трэцяе, трэба сачыць за мядзведзямі, мець для гэтага адмыслова навучаных узброеных людзей, тэхніку, рацыі, спадарожнікавыя тэлефоны. Тады можна загадзя прадухіляць як напады мядзведзяў на людзей, так і браканьерства.

**Мал. 2.8.4.** Беламу мядзведзю, які застаўся на сушы на адлегласці больш за 100 км ад беражка льдоў і цюленяў, «хоцацца выць» ад змен клімату.



У прынцыпе і на беразе мядзведзь можа знайсці ежу, хай не настолькі смачную і багатую, як мяса цюленя, – мёртвых птушак, яйкі, дробных жывёл. Можа мядзведзь паляваць і за маржамі, але справіцца з дарослым маржом мядзведзь не можа. Трэба знайсці слабага, раненага звера або маржанё. Часам мядзведзям атрымліваецца рэзка ўварвацца на лежню і так спалохаць маржоў, што пачынаецца паніка, цісканіна, і велізарныя самцы ціснуць маладых жывёл. Асабліва ўдалае для мядзведзя такое паляванне бывае, калі маржы размясціліся не на плоскім пляжы, а на схіле ці скальных уступах. Тады, падаючы з уступаў уніз, буйныя жывёлы ціснуць маладых.

На жаль, размяшчацца ў такіх нязручных месцах маржоў часта прымушае тая ж адсутнасць лёду. Маржам патрэбныя не толькі плывучыя крыгі, на якіх яны могуць адпачываць пры міграцыі і не губляць сілы. Ім вельмі важныя льды ля берага! Раней у берагоў быў «прыпай» – тоўсты лёд, які часткова ляжыць на беразе і ўтварае лядовы беражок. Цяпер і яго значна менш, і штормы хутчэй размываюць зручныя для маржоў лежні! Жывёлы вымушаныя адпачываць у іншых месцах, дзе ім пагражаюць не толькі мядзведзі, але і чалавек.

Былі выпадкі, калі тысячы маржоў з'яўляліся ў новых месцах, у прыватнасці паблізу ад аэрадромаў (Мал. 2.8.5). Пры з'яўленні самалёта пачыналася паніка, і гінулі дзясяткі жывёл. Рашэнне аказалася простым: да з'яўлення самалёта ствараўся шум, каб маржы без панікі пайшлі ў мора. Для гэтага трэба старанна адсочваць перамяшчэнні маржоў, патрэбныя людзі і тэхніка.

У Баранцавым і Карскім морах жыве атлантычны морж, занесены ў Чырвоную кнігу. У гэтых жывёл мала лежняў, прычым яны размешчаны не толькі ў аддаленых раёнах Зямлі Франца-Іосіфа, але і ў адносна лёгкадаступных месцах. Там праходзяць транспартныя шляхі, па якіх чакаюцца актыўныя перавозкі, плануецца паставіць платформы для здабычы нафты і газу. Трэба вельмі старанна сачыць і выяўляць праблемы ў самым пачатку, каб не дапусціць знікнення маржа ў гэтай частцы Арктыкі.



**Мал. 2.8.5.** 35 тыс. маржоў на ўзбярэжжы Аляскі ў верасні 2014 года. З прычыны раставання марскога лёду маржам прыйшлося праплыць вялікую адлегласць, каб адшукаць месца, прыдатнае для лежні.



Яшчэ адна праблема – выжыванне грэнландскіх цюленяў у Белым моры (да Грэнландыі гэтыя цюлені не маюць дачынення, проста іх так называюць). У адрозненне ад мядзведзяў і маржоў, цюлені не могуць жыць на беразе, паколькі там ім пагражаюць ваўкі, сабакі і іншыя драпежнікі. Доўгі час грэнландскі цюлень быў аб'ектам марскіх промыслаў памораў, асабліва шанаваліся бялькі – дзіцяняты ва ўзросце да двух тыдняў з белым пухватым футрам. Зараз промысел забаронены. Таксама шмат жывёл гінула пры праходжанні судоў праз месцы вялікай колькасці цюленяў. Зараз капітаны суднаў павінны іх абыходзіць.

Ёсць у цюленяў і іншая праблема: футра ў бялькоў вельмі цёплае, але не водатрывалае, пападанне ў ваду ці нават у лужыны, якія ўтвараюцца па-над ільдом пры яго раставанні, для іх згубна. Яны мерзнуць, хварэюць і часта гінуць. Верагодна, у будучыні, калі лёду стане зусім мала, будуць неабходнымі запаведныя астравы, дзе бялькі змогуць спакойна падрасці.

*Раней цюленяў у Белым моры білі дзеля футра дзіцянятаў – бялькоў. Потым сур'ёзную небяспеку ўяўлялі судны, якія ідуць праз месцы збору жывёл. Цяпер у цюленяў іншая праблема – пацяпленне клімату і памяншэнне ледавітасці Белага мора: без моцнага лёду яны не могуць гадаваць патомства.*



Пакутуюць ад змен клімату не толькі марскія жывёлы, але і паўночныя алені. На Кольскім паўвостраве аленям перашкаджае слабы лядовы покрыв на рэках, у пачатку зімы пастухі не могуць перагнаць статак у патрэбныя месцы. Алені могуць альбо пераплаваць рэкі, альбо пераходзіць іх па моцным лёдзе. Рака са слабым лёдам для іх непераадоўная перашкода. На Таймыры больш ранні крыгалом на рэках і раставанне тундры перашкаджае міграцыі паўночных аленяў і нярэдка прыводзіць да гібелі шматлікіх жывёл.

Неадкладна спыніць змяненне клімату мы не можам, таму рашэнне праблемы ў ліквідацыі іншых перашкод, створаных чалавекам. Напрыклад, трэба, каб газаводы не перашкаджалі міграцыі аленяў. Зараз газаводы ў зоне мерзлаты ідуць над зямлёй на спецыяльных апорах, алені не могуць ні падлезці пад трубамі, ні пераскочыць. Патрабуюцца адмысловыя «П-падобныя» праходы, каб жывёлы свабодна праходзілі пад трубамі. Тады аленям будзе лягчэй прыстасавацца да новых умоў жыцця.

### **Раставанне шматгадовай мерзлаты**

Яшчэ больш маштабная праблема – раставанне шматгадовай мерзлаты.

Канешне, людзі ўжо шмат тысяч гадоў жывуць у Арктыцы і ў зоне мерзлаты, але гэта карэнныя народы поўначы – чукчы, ненцы, якуты, эвенкі, алеуты, юпікі, эскімосы. Дамоў яны не будавалі, і ніякай шкоды ад іх жыцця на мерзлаце не было. Калі рускія прыйшлі ў Арктыку і ўпершыню сустрэліся з тым, што зямля прамярзае на шмат метраў і толькі летам адтае яе верхні пласт, яны былі вельмі здзіўлены. Ваяводы пісалі цару, што зямля прамерзлая і сеяць пшаніцу нельга. У Якуцку нават спецыяльна капалі калодзеж, каб даведацца глыбіню прамерзлага пласта. У 1686 годзе дайшлі да глыбіні 30 м, але дна мерзлаты не маглі дастаць. Праз 150 гадоў сталі паглыбляць калодзеж і дайшлі да 116 м, але і там была мерзлата.

Зразумець, што такое мерзлата, змаглі толькі ў канцы XIX стагоддзя. Аказалася, што мерзлата ў шэрагу месцаў дасягае 1500 м, звычайна ж прамерзлы пласт з тэмпературай  $-2-7^{\circ}\text{C}$  мае таўшчыню да 100 м.

*Мал. 2.8.6. Аголены слой шматгадовай мерзлаты. Архіпелаг Шпіцберген (Нарвегія).*



Заўважым, што там, дзе няма мерзлаты, пад зямлёй заўсёды «цёпла» – некалькі градусаў вышэй за нуль, таму не замярзаюць вадаправоды, а таксама ручаі і невялікія рэкі, якія ў вялікіх гарадах часта ідуць у падземных трубах і тунэлях. На мал. 2.8.12 можна бачыць, што зона шматгадовай мерзлаты займае каля 60% усёй тэрыторыі Расіі. Верхні слой глебы летам адтае, але на невялікую глыбіню, ад 10 см на самай поўначы, да 1 метра на паўднёвай мяжы мерзлаты.

Будаваць на мерзлаце складана, бо ўзнікаюць праблемы з падмуркам. Прамерзлы грунт немагчыма капаць, яго атрымліваецца толькі вельмі павольна прадзёўбаць або выграваць і вымаць расталую жыхку. Грунт можна свідраваць, пілаваць і нават падрываць, але ўсё гэта дорага і патрабуе спецыяльнай тэхнікі. У мерзлым грунце шмат лёду, часам сустракаюцца цэлыя слаі (Мал. 2.8.7), таму, калі ён растае, утворацца вельмі нетрывалы «напаўвадкі» слой, які не трымае ні будынка, ні апоры мастоў або ліній электраперадач. Даводзіцца будаваць на палях, якія павінны сыходзіць глыбока ў зямлю і стаяць на моцна змерзлым грунце.

Акрамя таго, летняе раставанне ідзе нераўнамерна. Паверхня зямлі не ідэальна роўная, а грунт можа быць розным літаральна за пару метраў налева або направа. Уявіце: дзесьці ў цёплую пару года назапашваецца больш вады, якая не можа прасачыцца пад зямлю, бо там змерзлы грунт. Наступаюць халады, і вада замярзае ў выглядзе падземных укрыванняў лёду (лінзаў) і слаёў. Аднак лёд мае большы аб'ём, чым вада, таму зямля ўспушваецца. Утвараюцца грудкі і няроўнасці, якія разбураюць будынкі і дарогі (Мал. 2.8.8, 2.8.9).

Але на гэтым працэс не заканчваецца. Калі тэмпература расце, у нейкі асабліва цёплы год раставанне ідзе мацней, і ледзяныя слаі растуць так, што вада можа сцячы. Тады пад зямлёй утвараюцца пустэчы – грунт прасаджваецца, у ямы можа лёгка праваліцца апора моста або лініі электраперадач, нават невялікі будынак. Гэты працэс нераўнамернага прасядання грунту з прычыны раставання падземнага лёду называецца «тэрмакарст». Ён вельмі небяспечны, у тым ліку і для вялікіх будынкаў, якія ўжо не раз абвальваліся з прычыны хуткага развіцця тэрмакарста, што абсалютна не чакалася ў мінулым, калі гэтыя будынкі праектаваліся і будаваліся (Мал. 2.8.10, 2.8.11).

**Мал. 2.8.7.** Вертыкальны разрэз шматгадовамёрзлых парод з ледзянымі сляямі.



**Мал. 2.8.8.** Участак пашкодзанага чыгуначнага пуці.



**Мал. 2.8.9.** Будынак вайскай часці, разбураны з прычыны нераўнамернага пучэння і прасадак.



Калі клімат мяняецца, а тэмпература расце, то з часам летам мерзлата адтае ўсё глыбей і глыбей, тады глыбіні раней забітых палёў можа не хапіць, і яны «паплывуць»: будынак пачне перакошвацца і абрынецца.

Але нярэдка чалавек і сам дадае вады ў прамым сэнсе слова. Пры мацнейшым раставанні мерзлаты вада з прычыны працёку вадаправода або каналізацыі можа стаць вялікай праблемай, тады як раней усё абыходзілася. Таксама важна выконваць правілы ўборкі снегу з даху і вакол дома, недапушчальна, каб адталая вада зацякла пад будынак.

Што ж рабіць? Мы не можам зараз жа спыніць змены клімату, а хуткасць разбурэнняў вельмі вялікая! Прыходзіцца расходваць немалыя сродкі як на прамое замарожванне грунтоў, так і на значна больш дарагія канструкцыі, якія не баяцца новых умоў.

*Мал. 2.8.10. Будынак, які абрушыўся ў пас. Чэрскі (Расія).*



*Мал. 2.8.11. Абвальванне вугла будынка. Цэнтр г. Якуцк (Расія).*



Грунт у Арктыцы можна замарозіць з дапамогай даволі простых прылад. Часам бывае досыць пракласці пад зямлёй вентыляцыйныя трубы, тады зімой халоднае паветра астудзіць змерзлы грунт да вельмі нізкай тэмпературы, і летам ён не паспее адтаць. Такі метада асабліва зручны для дарог, дзе ёсць насып. Там звычайна досыць праз кожныя 50 см пракласці трубы дыяметра каля 20 см, якія праходзяць скрозь насыпу ўпоперак дарозе.

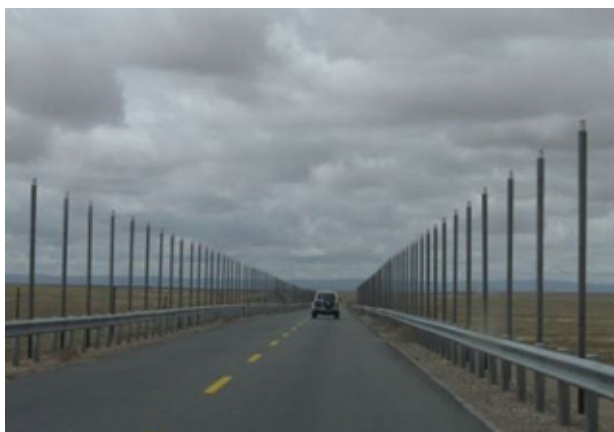
Часта грунт замарожваюць з дапамогай прылад, якія называюцца **тэрмасіфоны**. Гэта вертыкальная труба, герметычна закрытая з абодвух канцоў, яе ніжняя частка ў грунце, а верхняя на 2–3 м над зямлёй (Мал. 2.8.13). Унутры труба часткова запоўненая астуджальным рэчывам (холадагентам), аміякам ці вадкай вуглекіслатай. Зімой тэрмасіфон замарожвае грунт за кошт розніцы тэмператур паміж адносна цёплым грунтам (некалькі градусаў ніжэй за нуль) і паветрам, які на 20–40° С халоднейшае. Важна, каб халодней было наверху, а цяплей унізе. Унізе трубы вадкі холадагент выпараецца пры тэмпературы грунту, пры гэтым як пры ўсякім выпарэнні адбываецца астуджэнне. Пары холадагенту паднімаюцца ўверх, але там халодна і пары кандэнсуюцца. Вядома, пры гэтым вылучаецца цяпло, але яно толькі ледзь-ледзь прагравае паветра. Вадкі холадагент сцякае ўніз, і ўсё паўтараецца. Фактычна зімой тэрмасіфон запампоўвае пад зямлю халод. Тэмпература грунту зніжаецца на некалькі градусаў, і гэтага хапае, каб ён летам не растаў. Улетку тэрмасіфон не працуе, бо паветра цяплейшае за грунт і холадагент унутры трубы не цыркулюе. Канешне, металічныя сценкі трубы праводзяць цяпло пад зямлю, але гэты эфект слабейшы, чым зімовае замарожванне. Так атрымліваецца замарозіць грунт пад дарогамі і апорамі газавододаў, нават пад вялікімі будынкамі, але стаяць тэрмасіфоны павінны прыкладна праз кожны метр (Мал. 2.8.13, 2.8.14).

*Мал. 2.8.12. Прагназуемае раставанне шматгадовай мерзлаты на працягу XXI стагоддзя. Чырвоным адзначаны зоны, дзе раставанне можа адбыцца да 2050 года, аранжавым – да 2100 года і жоўтым – зоны, дзе шматгадовая мерзлата захаваецца да канца бягучага стагоддзя.*



Аднак было б няправільна думаць, што з тэрмасіфонамі раставанне мерзлаты не страшна. Ёх трэба ставіць вельмі часта, а нягледзячы на прастату тэрмасіфоны дарагія. Падлічана, што для замарожвання грунту пад апорамі газаводаў у Расіі трэба разам выдаткаваць каля 10 млрд долараў ЗША! Пры гэтым тэрмасіфоны – толькі часовае мера, бо яны могуць панізіць тэмпературу грунту толькі на некалькі градусаў. Пры мацнейшым пацяпленні яны ўжо бяссільныя. Даводзіцца «ставіць» дарогі на спецыяльныя заглыбленыя ў зямлю апоры, фактычна рабіць суцэльную эстакаду на палях, што зробіць будаўніцтва даражэйшым у многа разоў (Мал. 2.8.14).

*Мал. 2.8.13. Дарога з зама-  
ражвальнымі тэрмасіфонамі.*



*Мал. 2.8.14. Дарога на спецыяль-  
ных заглыбленых у зямлю апорах.*



Замарозіць грунт далёка не заўсёды магчыма, ад штармоў і моцнай берагавой эрозіі замарозкай абараніцца не атрымаецца! Усё часцей складаюцца сітуацыі, калі выратаваць тыя ці іншыя аб'екты немагчыма. Даводзіцца перасяляць людзей на новыя месцы.

Яшчэ адзін важны момант: у працэсе раставання вечнай мерзлаты ў тундры з грунту вызваляецца вялікая колькасць парніковых газаў, якія ў лішку пачынаюць паступаць у атмасферу, узмацняючы парніковы эфект і паскараючы глабальнае пацяпленне на планеце.

### **Анамаліі надвор'я ў Арктыцы**

Цяпер вы ведаеце, што пры ацэнцы ўмоў надвор'я важная не толькі тэмпература, але і вецер. Мароз без ветру ва ўсіх адносінах лепш, чым моцная завея, калі вельмі складана нешта рабіць на адкрытым павяце, калі не можа перамяшчацца звычайны транспарт. Працаваць у такіх умовах і складана, і небяспечна. Моцных вятроў у Арктыцы становіцца больш, а значыць трэба больш спецыяльнай тэхнікі, адзення, выратавальнага абсталявання і запасаў на выпадак працяглых завей.

Стала вышэйшай вільготнасць, часцей адбываюцца чаргаванні адліг і замаразкаў. У гэтых умовах дарогі, масты, лініі электраперадач часцей пакрываюцца пластом лёду, больш аварый і паломак. Будынкі і збудаванні хутчэй прыходзяць у заняпад, бо яны пакрываюцца мікрарасколінамі. Калі вада трапляе нават у найменшую расколіну і там замярае, лёд пашырае расколіну, потым ён растае, а расколіна запаўняецца яшчэ большай колькасцю вады, яна зноў замярае, і расколіна яшчэ пашыраецца. Чым часцей, тым хутчэй адбываецца разбурэнне.

Для нізкіх месцаў, напрыклад для паўвострава Ямал, сур'ёзнай праблемай становяцца больш частыя выпадкі наймацнейшай вясновай паводкі, калі велізарныя тэрыторыі пакрываюцца пластом вады да метра і больш. На Ямале стала выпадаць больш снегу, а растае арктычнай вясной ён цяпер хутчэй. Акрамя таго, там адзначана пранікненне ў грунтавыя воды марской вады, што выклікае моцную карозію падземных частак усіх збудаванняў.



## Як змена клімату ўплывае на карэнныя народы Поўначы?

Карэнныя малаколькасныя народы Поўначы моцна пакутуюць з прычыны змен клімату, паколькі ўклад іх жыцця і традыцыйныя віды эканамічнай дзейнасці напрамую залежаць ад кліматычных умоў. Паляванне, рыбалоўства, збіральніцтва і аленегадоўля забяспечваюць людзей ежай, служаць для іх асноўнай крыніцай даходу і вельмі важныя для захавання традыцый, культуры гэтых народаў і тэрыторыі іх пражывання.

*Мал. 2.8.15. Лад жыцця карэнных народаў Арктыкі.*



Важны від дзейнасці для карэнных народаў у арктычным рэгіёне – аленегадоўля. З прычыны больш частых адліг адбываецца стварэнне слоя лёду на грунце, такім чынам абмяжоўваецца доступ паўночнага алень да лішайнікаў, якія знаходзяцца пад скарынкай лёду. Растанне шматгадовай мерзлаты, змены снежнага покрыва і больш ранняе раставанне і пазнейшае замярзанне рачнога лёду прыводзіць да парушэння шляхоў міграцыі паўночных алень паміж зімовымі і летнімі пашамі. Змены міграцыйных шляхоў дзікіх алень і скарачэнне колькасці марскіх жывёл, здабычай якіх займаюцца малыя народы Поўначы, прыводзіць да таго, што людзі вымушаныя шукаць сабе новыя крыніцы харчавання і даходаў.

Што ж можна зрабіць, каб дапамагчы карэнным народам Арктыкі адаптавацца да зменлівых кліматычных умоў?

1) Распаўсюджваць інфармацыю пра змены клімату і іх магчымыя наступствы, каб у мясцовага насельніцтва была магчымасць загадзя падрыхтавацца да магчымай рызыкі.

2) Развіваць экатурызм у гэтых раёнах.

3) Неабходна павышаць узровень медыцынскага абслугоўвання на Поўначы, асабліва ў цяжкадаступных раёнах і мястэчках, забяспечыць гарантаванае і бесперабойнае цяпло і электразабеспячэнне.

### А як жа станючыя эфекты пацяплення?

Канешне, змена клімату ў Арктыцы дае і некаторыя пазітыўныя магчымасці. Можна менш расходаваць паліва на абаграванне, можна скарыстацца больш свабодным ад лёду Паўночным марскім шляхам і прасцей дастаўляць грузы з Еўропы ў Японію, Кітай і назад. Уздоўж Паўночнага марскога шляху трэба пабудаваць інфраструктуру для руху суднаў – маякі, выратавальныя сродкі для дзеянняў у надзвычайных сітуацыях, парты, дзе судны маглі б перакаць моцныя штармы ці схвацца ад нечаканых ледзяных палёў. Акрамя таго, больш няўстойлівы клімат разам з ростам сярэдніх тэмператур будзе падаваць нямала сюрпрызаў у выглядзе завей або хваляў моцных маразоў.

Можна скараціць ацяпляльны сезон, але трэба навучыцца тапіць з розумам, гледзячы не на дату на календары, а на рэальную тэмпературу за акном, на радыятары ацяплення ўсталяваць рэгулятары, каб і жыхары самі маглі рэгуляваць тэмпературу ў сваіх дамах. Для гэтага патрабуюцца спецыяльныя намаганні і абсталяванне.



*Ва ўсіх арктычных рэгіёнах негатыўных з'яў значна больш, чым пазітыўных.*

*Выснова кліматолагаў і эканамістаў відавочная – прыстасавання да раставання мерзлаты, да эрозіі, да ўсіх іншых негатыўных наступстваў можна, але гэта вельмі дорага. Таму гэтак важна знайсці спосабы абмежаваць глабальнае пацяпленне.*



# Пытанні

1. Дзе пацяпленне мацнейшае: у свеце ў цэлым або ў Арктыцы?
2. Чаму тэмпература паветра хутка ўзрастае, калі арктычнай вясной ледзяныя палі ламаюцца і з'яўляецца шмат адкрытай вады?
3. Чаму белыя мядзведзі пакутуюць ад скарачэння льдоў, хіба ім патрэбны лёд?
4. Якая небяспека зараз пагражае цюленям ў Белым моры?
5. Чаму раставанне шматгадовай мерзлаты небяспечна для будынкаў?
6. Як змена клімату ўплывае на традыцыйны лад жыцця карэнных народаў Арктыкі? Што можна зрабіць, каб дапамагчы ім адаптавацца да зменлівых кліматычных умоў?



# Заданні

## Заданне 1. Эксперымент

**Мэта:** паназіраць, як змяняецца аб'ём вады пры замярзанні.

**Матэрыялы:** шкляная бутэлка, якая герметычна зачыняецца, вада.

**Ход эксперыменту.** Наліце поўную шкляную бутэлку вады, закаркуйце яе і пакладзіце ў маразільнік. Што адбылося з бутэлкай, калі вада замерзла? Чаму гэта адбылося? Правядзіце паралель з працэсамі, якія адбываюцца з вечнай мерзлатой.

## Заданне 2. Эксперымент

**Мэта:** прасачыць змяненне фізічных уласцівасцей рэчываў пры іх замярзанні і размарожванні.

**Матэрыялы:** пластыкавая або папяровая скрынка са смятанай.

Заўвага. Калі глеба замерзла, а потым адтала, яна ўжо не будзе такой, як да замярзання. У ёй могуць з'явіцца ледзяныя пласты, пры адтаванні якіх глеба можа падзяліцца на ваду і грунт. Паглядзець, як гэта адбываецца, можна на прыкладзе смятаны.

**Ход эксперыменту.** Вазьміце папяровую або пластыкавую скрыначку смятаны. Пакладзіце ў маразільнік. Калі смятана замерзне, яна не будзе ўяўляць сабой суцэльны кавалак, у ёй будуць бачныя слаі лёду. Пры адтаванні былая смятана падзеліцца на белую вадкасць і белую больш густую субстанцыю (пасля перамешвання смятана стане падобнай на тую, якая была ў пачатку эксперыменту, і, вядома, яе можна з'есці).



## 2.9. | Як змены клімату ўплываюць на... гарады

### Палова людзей у свеце жыве ў гарадах

З даўніх часоў насельніцтва кожнай краіны ці геаграфічнага рэгіёна падзялялася на гарадское і сельскае. У гарадах гістарычна складаліся спрыяльныя ўмовы для заняткаў рамёствамі, там размяшчаліся першыя вытворчасці, і ў цэлым было бяспечней жыць, схаваўшыся за гарадскімі сценамі. У сельскай мясцовасці займаліся сельскай гаспадаркай: вырошчвалі расліны і разводзілі скаціну.

*Мал. 2.9.1. Стары гарадскі квартал г. Берн (Швейцарыя), 1820 год.*



Аднак з канца XIX стагоддзя людзі масава пацягнуліся ў гарады. Гэты працэс спецыялісты называюць **урбанізацыяй**.

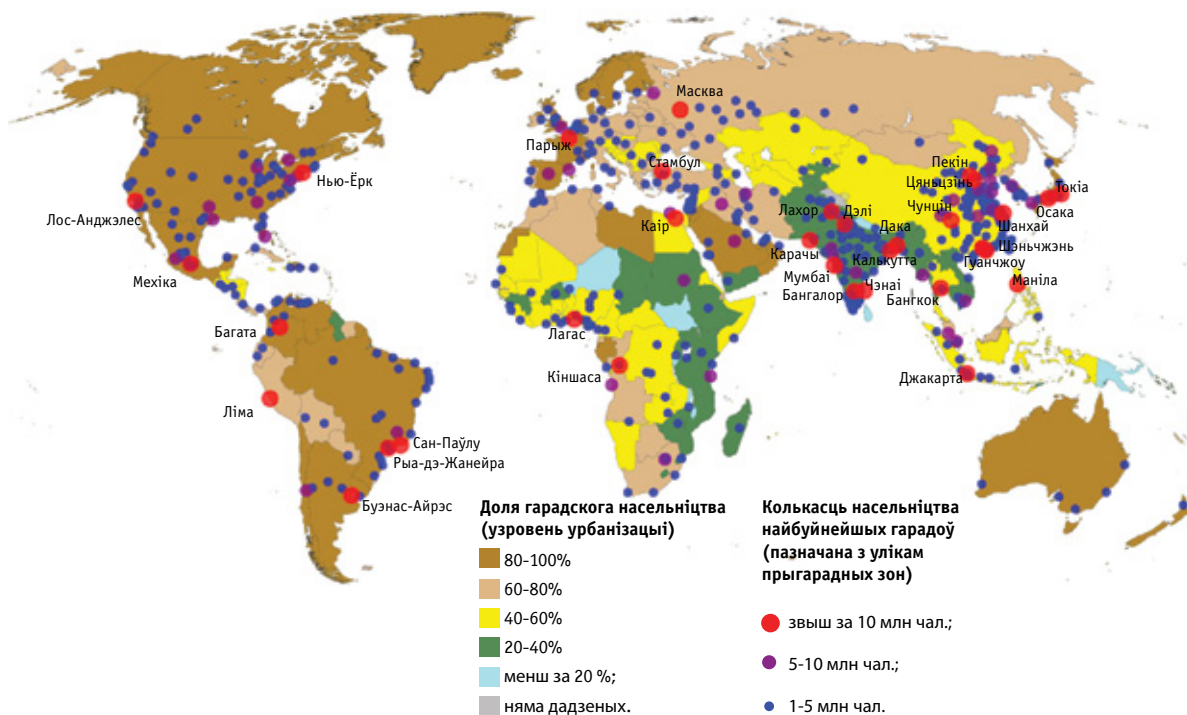


**Урбанізацыя** – працэс павышэння ролі гарадоў у развіцці грамадства. Перадумовы ўрбанізацыі – рост у гарадах прамысловасці, развіццё іх культурных і палітычных функцый, паглыбленне тэрытарыяльнага падзелу працы.



У выніку ўрбанізацыі да 2008 года доля гарадскога насельніцтва ўпершыню за ўсю сучасную гісторыю перавысіла 50% (Мал. 2.9.2). А значыць, вывучэнне клімату гарадскіх тэрыторый важнае, як мінімум, для паловы насельніцтва нашай планеты.

**Мал. 2.9.2.** Доля гарадскога насельніцтва і найбуйнейшыя гарады свету ў 2018 годзе.



Самыя буйныя гарады свету з насельніцтвам больш за 10 млн чалавек			
№	Горад	Краіна	Колькасць насельніцтва (млн чал.)
1	Токіа	Японія	38,1
2	Дэлі	Індыя	26,5
3	Шанхай	Кітай	24,5
4	Мумбаі	Індыя	21,4
5	Сан-Паўлу	Бразілія	21,3
6	Пекін	Кітай	21,2
7	Мехіка	Мексіка	21,2
8	Осака	Японія	20,3
9	Каір	Егіпет	19,1
10	Нью-Ёрк	ЗША	18,6
11	Дака	Бангладэш	18,2
12	Карачы	Пакістан	17,1
13	Буэнас-Айрэс	Аргенціна	15,3
14	Калькута	Індыя	15,0
15	Стамбул	Турцыя	14,4

**Мал. 2.9.3.** Мінск – сталіца Рэспублікі Беларусь.  
Тут жыве амаль 2 млн чалавек.



### Чаму гарады называюць астравамі цеплыні?

Гарады – своеасаблівыя гарачыя экалагічныя кропкі нашай планеты. Прычым слова «гарачыя» тут можна разумець літаральна: выкіды розных рэчываў ад прадпрыемстваў і аўтатранспарту з прычыны шчыльнай забудовы «застойваюцца» ў прыземным слаі атмасферы над горадам, ствараючы эффект парніка і павялічваючы тэмпературу паветра ў гарадской мяжы на некалькі градусаў у параўнанні з прылеглай тэрыторыяй. Таму навукоўцы называюць гарады **астравамі цеплыні**.

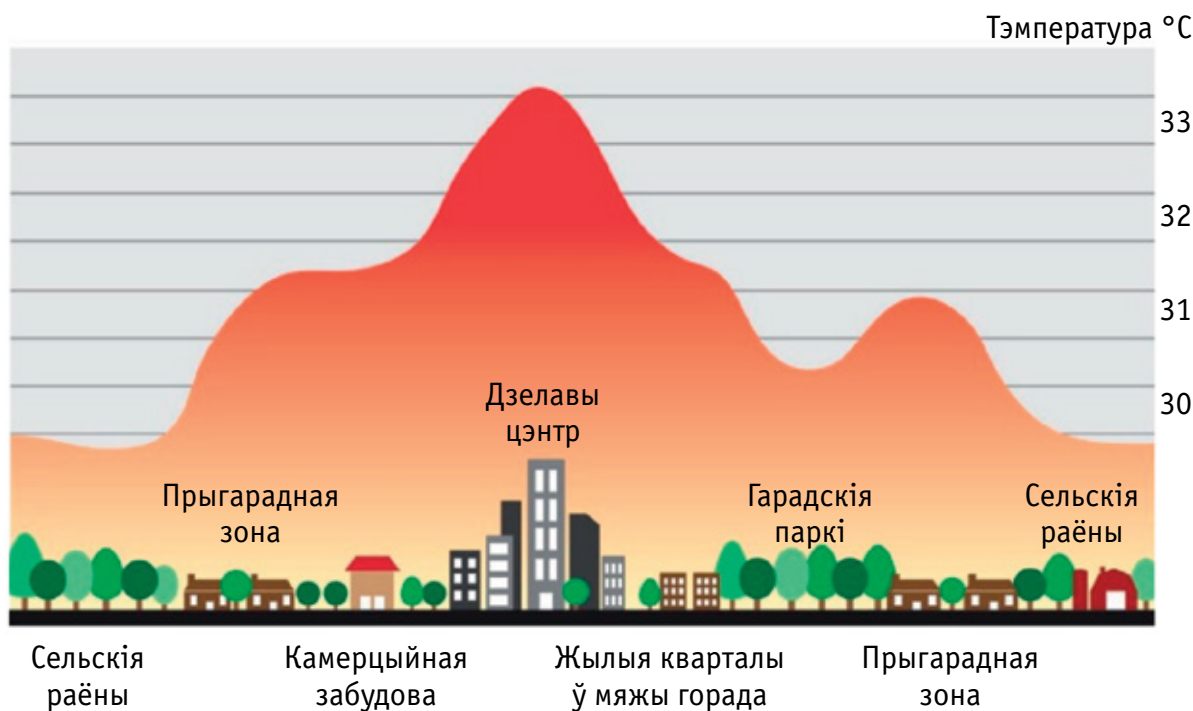


**Востраў цеплыні** – плошча ў цэнтры вялікага горада, для якой характэрная павышаная ў параўнанні з ускраінамі тэмпература паветра. Больш за ўсё эффект гарадскога вострава цеплыні заўважны ў вячэрні і начны час, асабліва вясной і восенню. Розніца тэмператур паміж цэнтрам горада і прыгарадам можа дасягаць у гэты час 10-15° С.

Пра з'яву гарадскога вострава цеплыні мы ведаем з асабістага вопыту: выходзячы вечарам гарачага летняга дня з будынка ў цэнтры горада, мы адчуваем толькі прыемную прахалоду, якая не замянае вечаровай прагулцы па горадзе ў лёгкай вопратцы. У прыгарадах нават у самы гарачы летні месяц знаходзіцца доўга на вуліцы ў той жа самы час як мінімум без лёгкай курткі ўжо даволі некамфортна. Гэта адбываецца з прычыны таго, што ў гарадскім асяроддзі прыземнае паветра астывае не так хутка – яго награвваюць, назапасіўшыся дзённым цяплом, сцены і дахі будынкаў. Эфект вострава цеплыні ў буйных мегаполісах яшчэ больш узмацняецца па меры росту тэмпературы нашай планеты.



**Мал. 2.9.4.** *Схема размеркавання тэмпературы над горадам (гарадскі востраў цеплыні).*



### **Першыя даследаванні клімату гарадоў**

Першым даследчыкам клімату горада варта лічыць англічаніна Люка Ховарда (1772–1864).

З 1806 па 1831 год Ховард вёў штодзённыя вымярэнні атмасфернага ціску, тэмпературы і вільготнасці паветра, колькасці ападкаў і выпарэння ў прыгарадах Лондана. Свае назіранні ён дапаўняў звесткамі з газет, які ўзгадвалі пра тыя ці іншыя метэаралагічныя з'явы. Аднак Ховард не вывучаў спецыяльна клімат Лондана, ён вывучаў клімат наогул, выбраўшы Лондан апорным пунктам назірання за надвор'ем. Безумоўнай заслугой даследчыка, які лічыцца пачынальнікам гарадской кліматалогіі, стала яго спроба параўнаць дадзеныя ўласных вымярэнняў з метэаралагічнымі вымярэннямі Каралеўскага таварыства, назіральны пункт якога размешчаўся ў цэнтральнай частцы Лондана.



Вынікам праведзенага параўнання стала адкрыццё эфекту, названага сучаснымі даследчыкамі гарадскім востравам цеплыні.

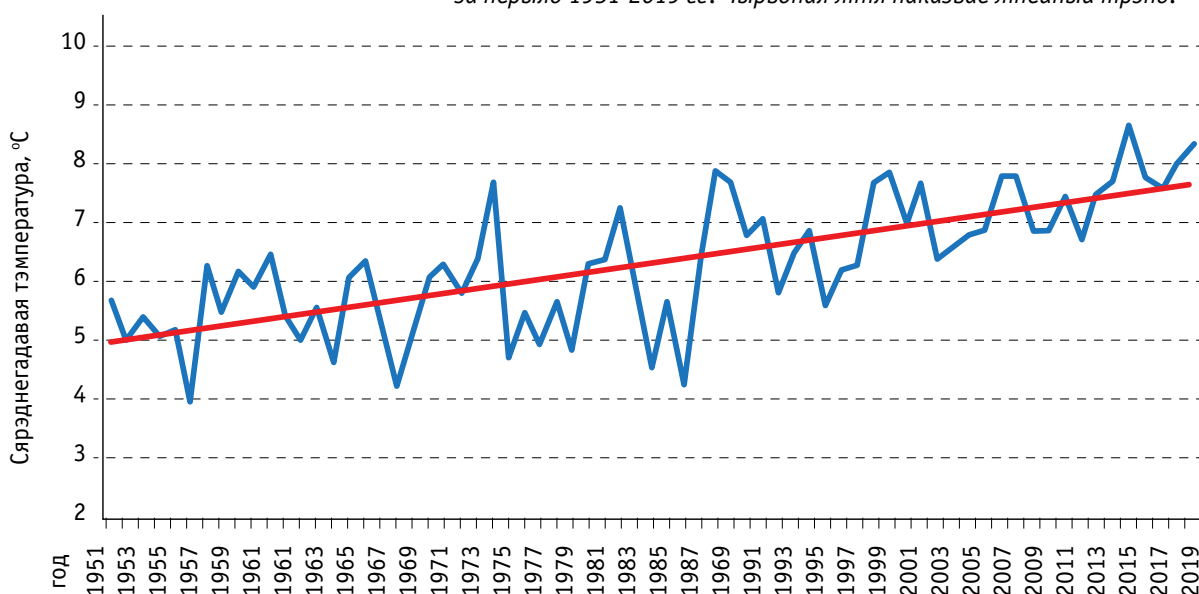


## Як змена клімату ўплывае на здароўе гарадскіх жыхароў?

Змена клімату аказвае вялікі ўплыў на жыццё і здароўе чалавека. Калі раней наша здароўе, як нам здавалася, галоўным чынам залежала ад бяспечных паводзінаў, спадчыннасці, роду заняткаў, навакольнага асяроддзя і доступу да медыка-санітарнай дапамогі, то зараз становіцца зразумела, што яно залежыць і ад змен клімату.

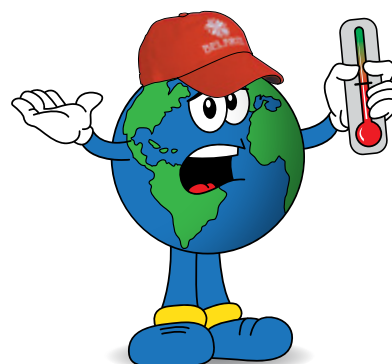
У гарадах, асабліва буйных, змена клімату праяўляецца найбольш ярка. Напрыклад, рост тэмпературы паветра ў Мінску за мінулае стагоддзе склаў каля  $2^{\circ}\text{C}$  (у сярэднім па свеце за гэты перыяд тэмпература вырасла на  $1^{\circ}\text{C}$ ). Пры захаванні сучасных тэмпаў пацяплення клімат у Мінску праз 30-50 гадоў будзе прыкладна як у Кіеве. Хутка павялічваецца тэмпература паветра і ў іншых буйных гарадах па ўсім свеце.

**Мал. 2.9.5.** Дынаміка сярэднегадавой тэмпературы паветра ў Мінску за перыяд 1951-2019 гг. Чырвоная лінія паказвае лінейны трэнд.



Эксперты Сусветнай арганізацыі аховы здароўя мяркуюць, што ў выніку пацяплення перыяды экстрэмальна гарачага надвор'я ў гарадах будуць больш частымі, інтэнсіўнымі і працяглымі. Вядома, што ваганні ціску, тэмпературы, вільготнасці могуць ствараць некафортныя ўмовы для жыцця. З'яўляецца ўсё больш прыкладаў, калі наступствы такіх змен становяцца сапраўды трагічнымі для пажылых людзей, маленькіх дзяцей і людзей з аслабленым здароўем. Падчас моцнай спекі таксама павышаецца колькасць у паветры пылку раслін і іншых часціц, якія выклікаюць алергію і астму.

*Спека ў начны час у гарадах летам асабліва небяспечная для здароўя. Калі хваля спекі доўжыцца больш за тыдзень, гэта можа прывесці да праблем з сэрцам і нават да смяротнага канца ў пажылых людзей і людзей з аслабленым здароўем. Звыш за 50 тыс. чалавек не змаглі перажыць наймацнейшую спеку, якая ўсталявалася ў Еўропе летам 2003 года.*



У буйных гарадах у гарачыя дні ў групу рызыкі таксама трапляюць людзі, якія жывуць ці працуюць у цэнтры горада, а таксама людзі, прафесійная дзейнасць якіх звязана з доўгім знаходжаннем на адкрытым паветры (напрыклад, дарожныя рабочыя, будаўнікі).

Вялікае значэнне мае своечасовае папярэджанне пра надыход спёкі, каб медыкі маглі падрыхтавацца. Паводле ацэнак экспертаў Сусветнай метэаралагічнай арганізацыі, такі прагноз павінен быць дадзены не менш чым за 2 дні да наступлення спёкі.

У стварэнні праграм дапамогі насельніцтву найбольш дасягнулі поспеху ЗША, Канада, Францыя і некаторыя іншыя краіны. Напрыклад, у амерыканскім горадзе Філадэльфія прапагандуецца сістэма добрых паслуг падчас хваляў спёкі. Сродкі масавай інфармацыі рэгулярна паведамляюць пра змену ўмоў надвор'я, а таксама расказваюць пра тое, як пазбегнуць цеплавых захворванняў. Тэлефон «гарачай лініі» публікуецца ў газетах, а таксама змяшчаецца ў цэнтры горада на вялікім экране, які добра бачны здалёк. Служба неадкладнай медыцынскай дапамогі і кіравання пажарнай аховы павялічваюць колькасць свайго персаналу. Для пажылых людзей створаны спецыяльныя кандыцыянаваныя памяшканні, куды іх можа бясплатна даставіць спецыяльная служба дапамогі і дзе яны могуць адпачыць ад спёкі.



*Тэмпературы, звыклыя для людзей, якія пражываюць у гарачым клімаце, могуць лічыцца анамальна высокімі там, дзе клімат больш мяккі. У Злучаных Штатах, напрыклад, вызначэнне хвалі спёкі залежыць ад рэгіёна. У Паўночна-Усходніх штатах хваляў спёкі лічачацца тры паслядоўныя дні з тэмпературай ад 90° F (32,2° C). У Каліфорніі, дзе клімат цяплейшы, хваляў спёкі мае больш высокі парог 100° F (37,8° C) на працягу трох ці больш дзён запар. Нацыянальная служба надвор'я загадзя апавяшчае жыхароў пра надыходзячы перыяд спёкі.*

### **Меры засцярогі ў спякотнае надвор'е**

- *Аздавайце перавагу вопратцы з натуральных тканін: яны дазваляюць дыхаць скуры і не прыводзяць да перагрэву.*
- *Трымайце пры сабе бутэлекку з пітвом, пажадана, каб гэта была не занадта халодная вада. У спякоту трэба выпіваць не менш за 3 л вадкасці на суткі.*
- *Імкніцеся як мага менш знаходзіцца пад прамымі сонечнымі прамянямі. Найбольш актыўнае сонца ў перыяд з 12 да 16 гадзін, таму ў гэты час пажадана ўстрымацца ад выхаду на вуліцу.*
- *Абавязкова насіце галаўны ўбор.*
- *Не купляйце прадукты, якія хутка псуюцца: пры высокай тэмпературы бактэрыі размнажаюцца вельмі хутка, таму можна атрымаць моцнае атручванне.*
- *Ешце больш гародніны, садавіны, розныя салаты і халодныя супы.*
- *Ад тлустай і салёнай ежы лепш адмовіцца.*
- *Імкніцеся менш нагрываць арганізм спартыўнымі трэніроўкамі.*
- *Старайцеся менш нервавацца: любы стрэс узмацняе рызыку ўзнікнення цеплавога, сонечнага ўдару і сардэчна-сасудзістых захворванняў.*
- *Не сядзіце непасрэдна пад кандыцыянерам: кантраст тэмператур на спякотнай вуліцы і ў халодным памяшканні вельмі вялікі, такія перапады небяспечныя на пра-студу і нават на запаленне лёгкіх.*

Змена клімату негатыўна адбіваецца на здароўі чалавека. Распаўсюджваюцца небяспечныя інфекцыйныя захворванні (напрыклад, энцэфаліт, барэліёз, малярыя) у тых раёнах, дзе іх ніколі раней не было, і павялічваецца перыяд патэнцыйнай інфекцыйнай небяспекі.



Дзве найбольш распаўсюджаныя хваробы, якія перадаюцца кляшчамі пры ўкусе, – гэта барэліёз і клешчавы энцэфаліт. Працэнт кляшчоў, заражаных энцэфалітам (ад агульнай колькасці доследных), вар'іруецца ў межах 7–10%, барэліямі – 18–20%, на некаторых тэрыторыях – да 30%.

**Клешчавы энцэфаліт** – вірусная інфекцыя. У арганізм чалавека вірус пранікае пасля ўкусу заражанага кляшча. Паводле звестак санітарна-эпідэміялагічных назіранняў, 76% тэрыторыі Беларусі з'яўляюцца неспрыяльнай па клешчавым энцэфаліце, 92% – па Лайм-барэліёзе; сітуацыю па інфекцыях, якія перадаюцца праз укусы кляшчоў у Беларусі можна ахарактарызаваць як напружаную (штогод рэгіструецца больш за 1 тыс. выпадкаў Лайм-барэліёзу і больш за 100 выпадкаў клешчавага энцэфаліту).

Сітуацыя працягвае пагаршацца, і вучоныя лічаць, што гэта звязана са зменай клімату. Цёплая зіма і вясна спрыяюць распаўсюджванню кляшчоў: яны радзей гінуць зімой і хутчэй размнажаюцца вясной. Звычайна толькі невялікая доля ўсіх кляшчоў заражаная энцэфалітам. Але павялічваецца агульная колькасць кляшчоў, а значыць, і лік заражаных асобін.

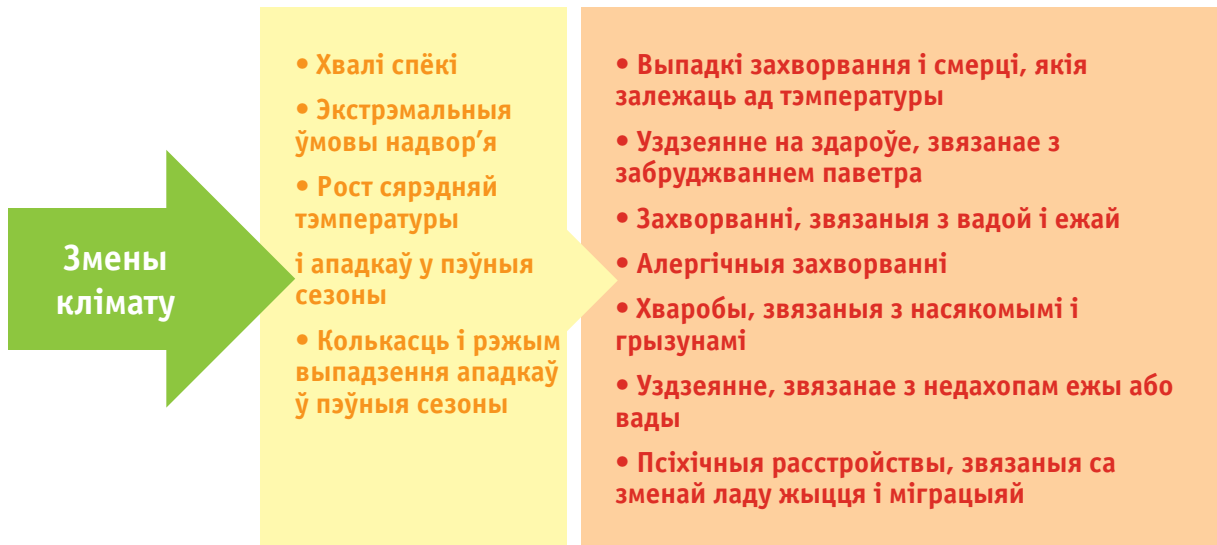
**Малярыя** (ад італ. *mala aria* – «дрэннае паветра»), ці балотная ліхаманка, – інфекцыйнае захворванне, якое перадаецца чалавеку пры ўкусах «малярыйных» камароў і суправаджаецца ліхаманкай і дрыжыкамі. Для перадачы малярыі неабходнай умовай з'яўляецца як наяўнасць саміх «малярыйных» камароў у дадзенай вобласці, так і пэўнай тэмпературы, пры якой узбуджальнік гэтай хваробы можа развіцца ў арганізме камара.

Малярыя працягвае пагражаць 40% насельніцтва свету. Штогод на малярыю захворвае больш за 500 мільёнаў чалавек, а больш за адзін мільён чалавек памірае ад гэтай хваробы. Самы цяжкі цяжар малярыі ляжыць на Афрыцы на поўдні ад Сахары, але хвароба таксама параждае людзей у Азіі, Лацінскай Амерыцы, Блізкім Усходзе і нават у некаторых частках Еўропы. Пры пацяпленні клімату мяжа распаўсюджвання зоны, небяспечнай з пункту гледжання перадачы малярыі, зрушваецца на поўнач ад экватара і ўверх па схілах гор.

Паводле кліматагеаграфічных характарыстыкаў Беларусь адносіцца да зоны нізкай рызыкі перадачы малярыі, што не выключае магчымасць фарміравання сваіх устойлівых актыўных асяродкаў, як гэта назіралася ў канцы 40-х гадоў мінулага стагоддзя, калі колькасць хворых, якіх выяўлялі штогод, дасягала 100–180 тысяч. У перыяд 2001–2018 гг. у рэспубліцы рэгістравалася ад 5 да 15 завозных выпадкаў на год.



**Мал. 2.9.6.** Наступствы змен клімату для здароўя чалавека.



Паводкі таксама нясуць у сабе схаваныя пагрозы. Пры паводках парушаецца праца вадаправоднай сістэмы і каналізацыі, у выніку чаго ўзрастае рызыка кішачных захворванняў. Акрамя таго, у некаторых раёнах у вадзе, якая змывае ўсё на сваім шляху, могуць быць атрутныя змеі, а часам нават ... кракадзілы, як гэта адбылося падчас паводкі ў Аўстраліі ў 2011 годзе.

Узмацняюцца псіхалагічныя стрэсы, дэпрэсія, звязаныя са зменамі ў навакольным асяроддзі і ладзе жыцця. Вы дакладна заўважалі за сабой, што пры дрэнным надвор'і часам так не хочацца нікуды ісці і нічога рабіць. А калі дрэннае надвор'е за акном здараецца ўсё часцей і часцей?

### Як змена клімату ўплывае на гарадскую гаспадарку?

Для гарадской гаспадаркі небяспеку ўяўляюць экстрэмальныя пагодныя з'явы, якія могуць парушыць працу транспарту, сістэму энерга- і водазабеспячэння. З прычыны паводак могуць аказацца затопленымі будынкі, аўтамабільныя дарогі і чыгункі, марскія парты і аэрапорты. З прычыны павышэння тэмпературы хутчэй разбураецца дарожнае пакрыццё, дарогі даводзіцца часцей рамантаваць. Рэзкае паніжэнне тэмпературы зімой і стварэнне наледзі на лініях электраперадач можа прывесці да абрыву правадоў – дамы, школы, бальніцы або прадпрыемствы застаюцца без святла.

Жыхарам паўночных краін, магчыма, атрымаецца зэканоміць на апале сваіх дамоў, дзякуючы павышэнню тэмпературы паветра ў халодны час года. Вось толькі ў паўднёвых гарадах выдаткі гарадской казны хутчэй за ўсё яшчэ больш павялічацца, паколькі часцей прыйдзецца выкарыстоўваць кандыцыянеры!

У апошнія 10 гадоў навукоўцы надаюць вялікую ўвагу вывучэнню ўплыву змены клімату на гарады. І гэта зразумела – бо правільнае ўяўленне пра магчымыя наступствы пацяплення дапаможа сур'ёзна скараціць сродкі гарадскіх бюджэтаў, адведзеныя на пакрыццё шкоды ад чарговай паводкі. Пакрыць шкоду можна будзе, напрыклад, за кошт эканоміі на ацяпленні ў зімовы перыяд.

# Пытанні

1. Якога насельніцтва на Зямлі больш – гарадскога або сельскага?
2. Дзе цяплей – у цэнтры горада ці ў раёне яго ўскраін?
3. Чым небяспечны востраў цеплыні для здароўя?
4. Якія існуюць негатыўныя эфекты для здароўя ад пацяплення клімату?
5. Якіх мер засцярогі неабходна прытрымлівацца ў спякотнае надвор'е?



# Заданні

**Заданне 1.** Калі падчас летніх канікул вы будзеце адпачываць у сельскай мясцовасці, устанавіце тэрмометр на ўзроўні чалавечага росту ў цені за акном і ранняй раніцай запісвайце яго паказанні. Параўноўвайце іх з прагнозам начной тэмпературы паветра для бліжэйшага буйнога горада на той жа дзень. Ці адрозніваюцца атрыманыя лічбы? Чаму?

**Заданне 2.** Выкарыстоўваючы падручнікі, даведнікі і Інтэрнэт, падрыхтуйце апавед пра тое, якую першую дапамогу неабходна аказаць чалавеку пры цеплавым удары, сонечным апёку, моцным абмаражэнні, алергічнай рэакцыі на пылок, укусе кляшча. Якія прафілактычныя меры неабходна прыняць, каб не захварэць?



## 2.10. | Як змены клімату ўплываюць на... сацыяльныя праблемы

### Такія розныя светлы: развітыя краіны і краіны, якія развіваюцца

У свеце існуе больш за 200 краін. Усе краіны моцна адрозніваюцца адна ад адной. У іх рознае геаграфічнае становішча, тэрыторыя, прырода, клімат, насельніцтва, эканоміка, узровень жыцця. Па гэтай прычыне змены клімату будуць па-рознаму ўплываць на іх. Розныя ў краін і магчымасці для таго, каб спраўляцца з новымі кліматычнымі праблемамі.

Па ўзроўні развіцця краіны прынята дзяліць на дзве вялікія групы: **развітыя і тыя, якія развіваюцца**.

**Развітыя краіны** – багатыя дзяржавы са спрыяльнымі ўмовамі для жыцця і моцнай эканомікай, у якой вялікую ролю адыгрываюць прамысловасць, сфера паслуг і фінансавы сектар. Жыхары гэтых краін маюць больш высокія даходы, якаснае медыцынскае абслугоўванне, магчымасць атрымаць добрую адукацыю, знайсці перспектыўную працу, а таксама свабодныя грошы, якія яны могуць расходваць на паход у рэстаран, пакупкі ці падарожжа. Да групы развітых адносяцца Аўстралія, Новая Зеландыя, ЗША, Канада, Японія, Францыя, Германія, Вялікабрытанія і іншыя краіны Еўропы. Сярод развітых краін вылучаюць групу **краін з пераходнай эканомікай**, у якую ўваходзяць Расія і шэраг краін Усходняй Еўропы, Каўказа і Цэнтральнай Азіі.



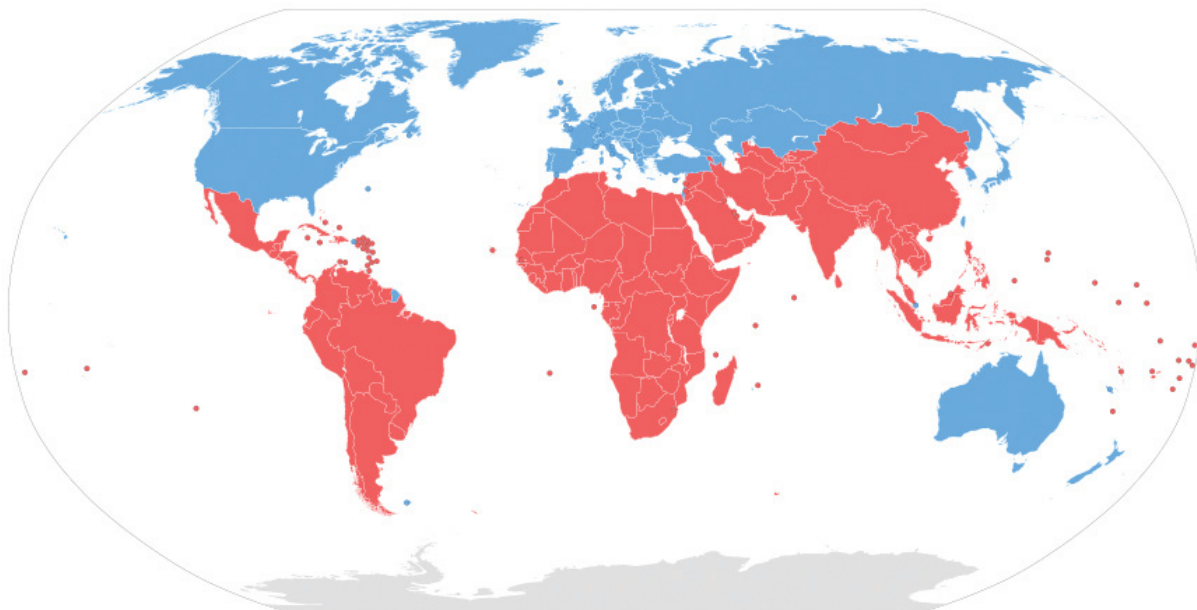
**Краіны, якія развіваюцца** толькі нядаўна пачалі актыўна развіваць сваю эканоміку. Яны да гэтага часу моцна залежаць ад традыцыйных галін гаспадаркі: земляробства, жывёлагадоўлі, здабычы карысных выкапняў. Тут больш нізкі ўзровень жыцця, горш развіта сістэма аховы здароўя, менш сацыяльных праграм для насельніцтва, магчымасцей атрымаць адукацыю і знайсці працу.

Група краін, якія развіваюцца, надзвычай разнастайная. Сярод іх ёсць **хуткарослыя эканомікі**, ці новыя індустрыяльныя краіны, – гэта Кітай, Індыя, Паўднёвая Карэя, Турцыя, Бразілія, Аргенціна, Мексіка і іншыя краіны, якія дзякуючы высокім тэмпам росту прамысловай вытворчасці хутка даганяюць развітыя. Многія рэчы, якія мы выкарыстоўваем кожны дзень: адзенне, абутак, посуд, мэбля, бытавая тэхніка, цацкі – вырабляюцца на тэрыторыі гэтых краін, у першую чаргу ў Кітаі. Па штогадовым аб'ёме тавараў і паслуг Кітай саступае толькі ЗША.



Ёсць і **47 найменш развітых краін**. У гэтай групе малыя астраўныя дзяржавы, горныя краіны, якія не маюць выхаду да мора, перанаселеныя тэрыторыі з неспрыяльнымі кліматычнымі ўмовамі. Гэта вельмі бедныя рэгіёны, іх эканоміка слабая, а людзі і іх звыклы лад жыцця моцна схільныя да ўздзеяння прыродных стыхій. Большая частка найменш развітых краін размешчана ў Афрыцы і Азіі, а самыя бедныя з іх – Бурундзі, Конга, Ліберыя, Сьера-Леонэ, Малаві, Эфіопія, Танзанія, Бангладэш, Замбія. Галеча там жахлівая: пераважная большасць насельніцтва жыве на менш чым 2 долары ЗША на дзень! У людзей недастаткова ежы, чыстай пітной вады, бальніц і школ. Урад гэтых дзяржаў не можа выплачваць сацыяльныя дапамогі або пенсіі сваім грамадзянам. Таму сем'і ў бедных краінах імкнуцца мець як мага больш дзяцей. Дзеці будуць дапамагаць бацькам весці гаспадарку, працаваць на палях і змогуць пракарміць іх у старасці. Пры гэтым не варта забываць, што з прычын дрэнных санітарных умоў, недахопу ежы і чыстай вады, а таксама адсутнасці паліклінік і бальніц многія дзеці тут, на жаль, не дажываюць да дарослага ўзросту! Таму чым больш дзяцей народзіцца ў сям'і, тым больш гарантаванай дапамогі будзе бацькам. На сённяшні дзень у самых бедных краінах свету жыве каля 800 млн чалавек (11% насельніцтва Зямлі), пры гэтым вырабляюць яны менш за 1% сусветнай прадукцыі!

*Мал. 2.10.1. Краіны Поўначы (сінім) і Поўдня (чырвоным).*



Часта развітыя краіны і краіны, якія развіваюцца, называюць яшчэ краінамі Поўначы і Поўдня. Калі паглядзець на карту (Мал. 2.10.1), няцяжка здагадацца чаму. Амаль усе развітыя краіны (акрамя Аўстраліі і Новай Зеландыі) знаходзяцца ва ўмераным кліматычным поясе паўночнага паўшар'я, у той час краіны, якія развіваюцца, – у больш паўднёвых шыротках.







## Сацыяльная няроўнасць

У кастрычніку 2011 года насельніцтва планеты дасягнула адзнакі ў 7 млрд чалавек. Пераважная большасць людзей – 5,9 млрд чалавек, або 84% жыхароў Зямлі, – жыве ў краінах, якія развіваюцца, і толькі 16% насельніцтва, або 1,1 млрд чалавек, – у развітых (так званы «залаты мільярд»). Пры гэтым 16% людзей, якія пражываюць у багатых дзяржавах, спажываюць большую частку вырабленай у свеце прадукцыі. Гэта азначае, што ўклад жыхароў гэтых краін у глабальныя выкіды парніковых газаў (так званы «вугляродны след») значна вышэйшы, чым уклад жыхароў краін, якія развіваюцца, – бо на вытворчасць спажыванай імі кожны дзень прадукцыі патрабуецца каласальная колькасць рэсурсаў і энергіі. Напрыклад, на падтрыманне жыцця сярэдняга амерыканца выходзіць у 3,5 разы больш рэсурсаў, чым у сярэднім на аднаго жыхара Зямлі, і ў 9 разоў больш, чым на аднаго жыхара Індыі. Атрымліваецца, што 1 млрд забяспечаных людзей нясе вялікую адказнасць за наступствы зменаў клімату.

Якасць жыцця багатых і бедных людзей на планеце істотна адрозніваецца. Сярэднія даходы ў 20 найбольш багатых краінах свету ў 37 разоў перавышаюць даходы ў 20 самых бедных краінах. Гэта азначае, што на кожныя 100 долараў, якія атрымлівае сярэднестатыстычны жыхар Еўропы або ЗША, жыхар Непала або Эфіопіі атрымлівае толькі 2,5 дал. Даходы 500 найбагацейшых людзей у свеце перавышаюць агульны даход 416 млн самых бедных людзей на планеце.



Горш за ўсё тое, што з прычыны вельмі высокай нараджальнасці тэмпы прыросту насельніцтва ў краінах, якія развіваюцца, у 3,5 разы вышэйшыя, чым у іх больш забяспечаных суседзяў. У многіх самых бедных дзяржавах Афрыкі і Азіі колькасць жыхароў можа падвоіцца за 40 і менш гадоў. Такім чынам, павялічыцца колькасць найбольш бедных жыхароў планеты.



*Разрыў паміж багатымі і беднымі людзьмі на планеце велізарны. Жыхары развітых краін, якія складаюць усяго 16% сусветнага насельніцтва, спажываюць большую частку вырабленай у свеце прадукцыі і больш за 70% усёй энергіі. З іншага боку, амаль 2,5 млрд людзей ва ўсім свеце жыве на менш чым 2 долары на дзень. Пры гэтым 1 млрд чалавек не мае доступу да чыстай пітной вады, а 500 млн чалавек на планеце сістэматычна галадаюць.*

Памылкай было б думаць, што беднасць – доля толькі найменш развітых дзяржаў. У багатых краінах таксама ёсць адсталыя рэгіёны і маламаёмныя пласты грамадства. У ЗША, напрыклад, колькасць бедных у 2010 годзе ацэньвалася ў 46 млн чалавек, а гэта каля 15% усяго насельніцтва краіны. У Германіі амаль 1/7 частка насельніцтва, 11,5 млн чалавек, жыве ля мяжы беднасці ці ўжо ніжэй за яе. Часта найменш забяспечаныя грамадзяне ў развітых краінах – мігранты, якія прыехалі на заробкі з краін, што развіваюцца, жыхары сельскіх раёнаў і старых прамысловых гарадоў, дзе шахты і заводы зачыняюцца з прычыны іх нізкай прыбытковасці.

Аднак бядняк па-амерыканску і бядняк па-афрыканску жывуць зусім па-рознаму! Так, рысай беднасці ў ЗША лічыцца даход 22 тыс. долараў на год на сям'ю з 4 чалавек (гэта значыць каля 15 долараў на дзень на чалавека). Пры высокім узроўні цэн у ЗША гэта сапраўды зусім невялікая сума. Аднак жыхару беднай афрыканскай краіны амерыканскі маламаёмны, які мае ўласнае жыллё з туалетам і ваннай, здаецца сапраўдным Ракафелерам.



Няроўнасць умоў жыцця, нераўнамернасць размеркавання даходаў і магчымасцей паміж жыхарамі планеты – адна з самых вострых сацыяльных праблем на Зямлі. Як дакладна адзначана ў «Дакладзе аб чалавечым развіцці – 2013» Праграмы развіцця ААН, «кожны чалавек мае права жыць паўнаважным жыццём. Ніхто не павінен быць асуджаным на жыццё ў галечы толькі таму, што ён ці яна належаць не да таго класа або жывуць не ў той краіне, належаць не да той этнічнай групы або расы, ці не да таго полу». На жаль, змены клімату, якія адбываюцца, толькі ўзмацняюць праблемы сацыяльнай няроўнасці і ўскладняюць задачу па пераадоленні беднасці.



### **Змены клімату абвастраюць сацыяльныя праблемы**

Мы ўжо гаварылі пра тое, што ўсе без выключэння рэгіёны і краіны свету адчуваюць уплыў змен клімату, але некаторыя з іх, напрыклад прыбярэжныя, арктычныя, горныя тэрыторыі або сельскагаспадарчыя раёны, асабліва моцна пакутуюць ад наступстваў кліматычных змен. Адбываецца гэта таму, што лад жыцця і гаспадарка мясцовага насельніцтва вельмі моцна залежаць ад прыродных умоў і клімату, таму любое змяненне прыводзіць да вялікіх праблем для эканомікі і грамадства.

Жыхары бедных краін і рэгіёнаў занятыя ў асноўным у сельскай гаспадарцы. Любы ўдар стыхіі – засуха, паводка або ўраган – у момант пазбаўляе гэтых людзей адзінай крыніцы даходаў. Такія дзяржавы, як Бангладэш, Гаіці або Чад, не толькі аднымі з першых зазнаюць наступствы змен клімату, але і не маюць дастаткова грошай і рэсурсаў, каб неяк папярэдзіць магчыму рызыку.

У бедных краінах змены клімату асабліва моцна ўплываюць на жанчын. Жанчыны выхоўваюць дзяцей, даглядаюць хворых і пажылых людзей, кормяць сям'ю, вырошчваюць ураджай, збіраюць ваду і паліва. Вынікі менавіта іх працы больш за ўсё залежаць ад наступстваў кліматычных змен.

У іншых раёнах, нават з высокім узроўнем даходаў, у асаблівай небяспецы могуць знаходзіцца маленькія дзеці, пажылыя людзі, інваліды – іх здароўе ж моцна залежыць ад умоў надвор'я.



*Несправядлівасць заключаецца ў тым, што людзі, якія ў найменшай ступені адказныя за павышэнне тэмпературы Зямлі, могуць пацярпець у выніку глабальнага пацяплення больш за ўсіх.*

## Кліматычныя міграцыі

Змены клімату становяцца прычынай міграцыі дзясяткаў мільёнаў чалавек, што бягуць ад навалніц, засух, паводак. Паводле ацэнак экалагаў, у 2010 годзе ў свеце налічвалася звыш за 40 млн кліматычных мігрантаў, вымушаных пакінуць свае дамы па прычынах, звязаных са зменамі навакольнага асяроддзя. Па прагнозах, да 2050 года іх колькасць можа дасягнуць 200–250 млн чалавек.

У ліку патэнцыйна небяспечных рэгіёнаў – дэльты рэк Меконг і Ганг у Паўднёва-Усходняй Азіі. Гэта густанаселеныя сельскагаспадарчыя раёны. Прагназуемае павышэнне ўзроўню вады ў гэтых рэках на 2 м прывядзе да затоплення велізарных плошчаў зямель для апрацоўкі. Гэта вымусіць мясцовых жыхароў, занятых на палях, шукаць новыя месцы для пражывання і працы.

Частыя засухі ці паводкі, якія асабліва негатыўна адбіваюцца на сельскай гаспадарцы, прывядуць да таго, што шмат хто з жыхароў сельскіх раёнаў будуць вымушаныя перабрацца на заробкі ў гарады. Падобныя міграцыі прыводзяць да таго, што ў гарадах утвараюцца цэлыя раёны пражывання бедных мігрантаў – трушчобы, дзе звычайна пануюць антысанітарыя і злачыннасць (Мал. 2.10.2).

Жыхары Карыбскіх астравоў усё часцей сталі пакідаць родныя мясціны з прычыны трапічных ураганаў і тарнада, якія ўсё больш узмацняюцца. Справа ў тым, што ні адна з краін рэгіёна, за выключэннем ЗША і Кубы, сёння не валодае сродкамі для супрацьстаяння гэтых стыій.

**Мал. 2.10.2.** Трушчобы ў г. Рыа-дэ-Жанейра (Бразілія).



**Мал. 2.10.3.** Лагер мігрантаў, вымушаных пакінуць родны край з прычыны моцнай засухі. Самалі, 2011 год.



**Мал. 2.10.4.** Наступствы ўрагану «Хаян» на Філіпінах, 2013 год.



Аўстралія і Новая Зеландыя ўжо сутыкнуліся з кліматычнымі мігрантамі з астраўных дзяржаў Акіяніі. Астравы архіпелагаў Тувалу і Кірыбаці, размешчаныя непадалёк ад Аўстраліі, паступова сыходзяць пад ваду з прычыны ўздыму ўзроўню вады ў акіяне. Жыхары затопленых астравоў вымушаны ратавацца ўцёкамі. Новая Зеландыя ўжо пагадзілася штогод выдаць права на жыхарства для 75 жыхароў астравоў, якія сталі ахвярамі змены клімату. Экалагі ў Аўстраліі прапануюць свайму ўраду таксама вылучыць спецыяльную міграцыйную квоту для кліматычных бежанцаў. Урад Мальдыўскіх астравоў дамовіўся са Шры-Ланкай пра перасяленне туды сваіх жыхароў у выпадку павышэння небяспекі знікнення астравоў пад вадой.



*Тэрыторыя астраўной дзяржавы Кірыбаці складаецца ў асноўным з каралавых астравоў. Сярэдняя вышыня астравоў над узроўнем мора складае ўсяго 2 м, таму з прычыны павышэння ўзроўню Сусветнага акіяна яны на працягу прыкладна 50 гадоў могуць знікнуць пад вадой.*

*Сёння на астравах пражывае каля 100 тыс. чалавек.*

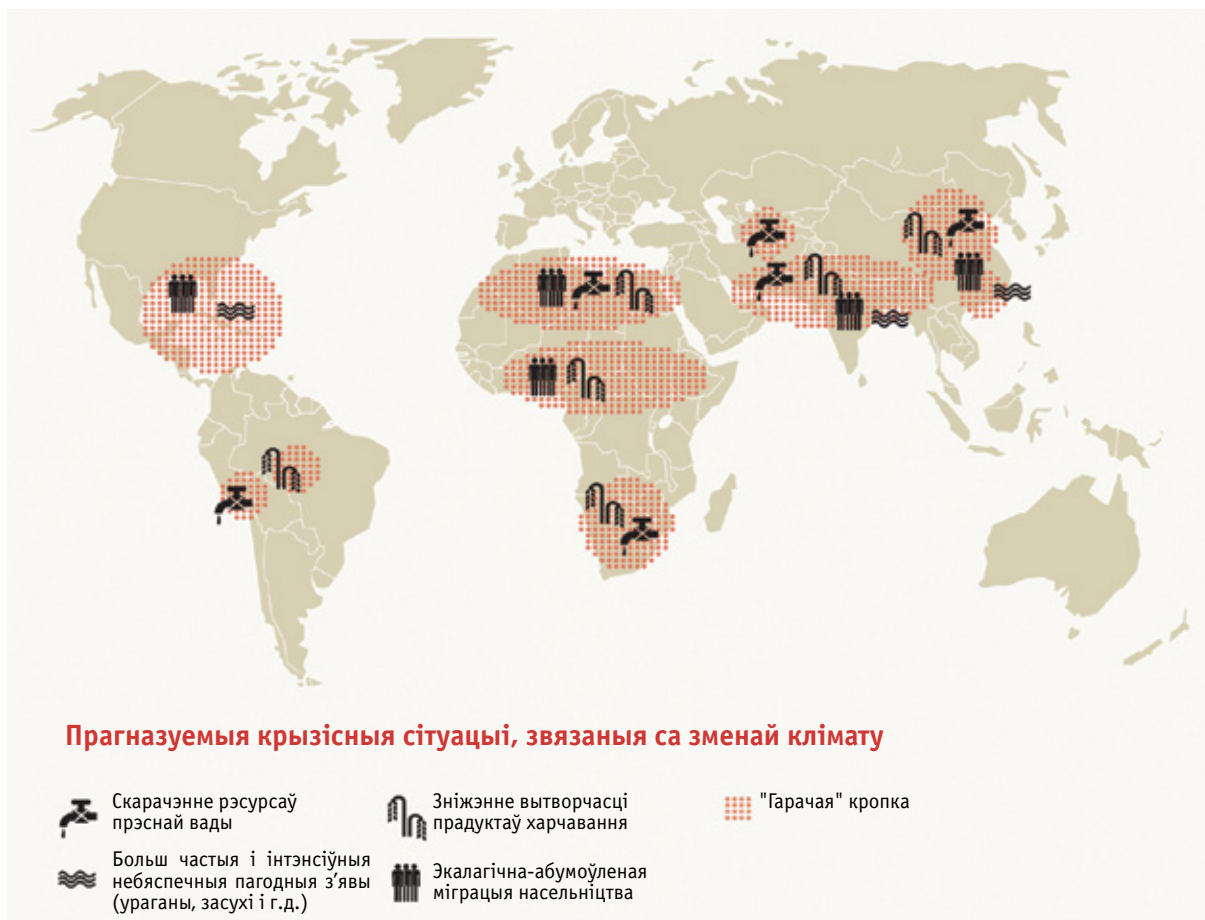
*У 2012 годзе ўлады краіны прынялі рашэнне купіць зямлю ў Рэспубліцы Фіджы і перасяліць туды жыхароў тых астравоў, якія могуць знікнуць пад вадой.*

## Новыя канфлікты

Змена клімату можа стаць прычынай сур'ёзных канфліктаў паміж людзьмі. Асабліва вялікая рызыка ўзнікнення канфліктаў, звязаных з правамі на зямлю, нястачай вады і кліматычнымі міграцыямі насельніцтва.

Прыведзеная на мал. 2.10.5 карта ілюструе магчымыя сацыяльныя наступствы змены клімату для розных рэгіёнаў свету. Чырвоныя «гарачыя» кропкі паказваюць рэгіёны, для якіх асабліва вялікая верагоднасць узнікнення канфліктных сітуацый, звязаных са зменай клімату. Гэта вобласці, дзе рызыка палітычных і сацыяльных крызісаў, а таксама павелічэння міграцыйных патокаў будзе ўзрастаць у выніку цэлага шэрагу прычын, такіх як працяглы засухі і недахоп вады, уздым узроўню мора, засаленне глебы і неўраджаі, адсутнасць доступу да крыніц энергіі.

**Мал. 2.10.5.** Прагназуемыя крызісныя сітуацыі ў свеце, звязаныя са зменай клімату.



## Міжнароднае супрацоўніцтва для аказання сацыяльнай дапамогі

Каб знізіць сацыяльную рызыку ад змены клімату, неабходна ажыццяўляць спецыяльныя праграмы дапамогі найбольш неабароненым сляям грамадства. Гэта могуць быць: навучанне і прафесійная пераарыентацыя людзей, якія жывуць у сельскай мясцовасці, каб яны авалодалі новай прафесіяй і не залежалі цалкам ад сельскай гаспадаркі; праекты па перасяленні жыхароў з небяспечных рэгіёнаў; стварэнне новых працоўных месцаў у бедных раёнах; навуковыя даследаванні, накіраваныя на выяўленне новых сартоў сельскагаспадарчых культур, больш устойлівых да засухі; увядзенне сістэмы ранняга апавяшчэння насельніцтва пры стыхійных бедствах. Аднак на ўсе гэтыя мерапрыемствы патрэбныя грошы, якіх у бедных краін і маламаёмнага насельніцтва няма!

На гэты час створана мноства розных фондаў і фінансавых інструментаў, мэта якіх – дапамагчы краінам, якія развіваюцца, пераадолець сацыяльныя праблемы і праблемы, звязаныя з адмоўнымі наступствамі змен клімату. Асноўнымі донарамі, якія даюць сродкі на вырашэнне гэтых задач, з'яўляюцца ўрады развітых краін, буйныя бізнес-кампаніі і міжнародныя арганізацыі, у першую чаргу ААН.

# Пытанні

1. Чым адрозніваюцца развітыя краіны і краіны, якія развіваюцца? Чаму гэтыя групы краін так называюцца?
2. Большасць людзей на Зямлі жыве ў развітых краінах ці ў краінах, якія развіваюцца?
3. Якія краіны найбольш уразлівыя перад зменамі клімату? Чаму?
4. Чаму наступствы змены клімату асабліва моцна адбіваюцца на бедных жыхарах планеты? Якія сацыяльныя праблемы абвастраюцца ў свеце з прычыны змен клімату?
5. Жывёлы і расліны не могуць прыстасавацца да хуткай змены клімату, а ці могуць людзі?



# Заданні

**Заданне 1.** На контурнай карце свету падпішыце і зафарбуйце зялёным колерам 20 вядучых краін свету па ўзроўні развіцця эканомікі. На гэтай жа карце зафарбуйце чырвоным колерам і падпішыце 20 найбуйнейшых краін па аб'ёме выкідаў парніковых газаў (дадзеныя можна знайсці ў Вікіпедыі).

Ці шмат атрымалася супадзенняў? Колькі сярод вядучых краін свету «брудна-карычневых», якія наносаць самую вялікую шкоду клімату Зямлі?

Растлумачце, чаму менавіта гэтыя краіны ў большай ступені вінаватыя ў зменах клімату, якія зараз адбываюцца?

**Заданне 2.** Уявіце, што вы працуеце ў міжнародным фондзе, які вылучае грошы на праекты па барацьбе з наступствамі змен клімату. Якія праекты дапамогі бедным краінам вы б прафінансавалі ў першую чаргу?



# Як прадухіліць небяспечныя змены клімату?



ЧАСТКА



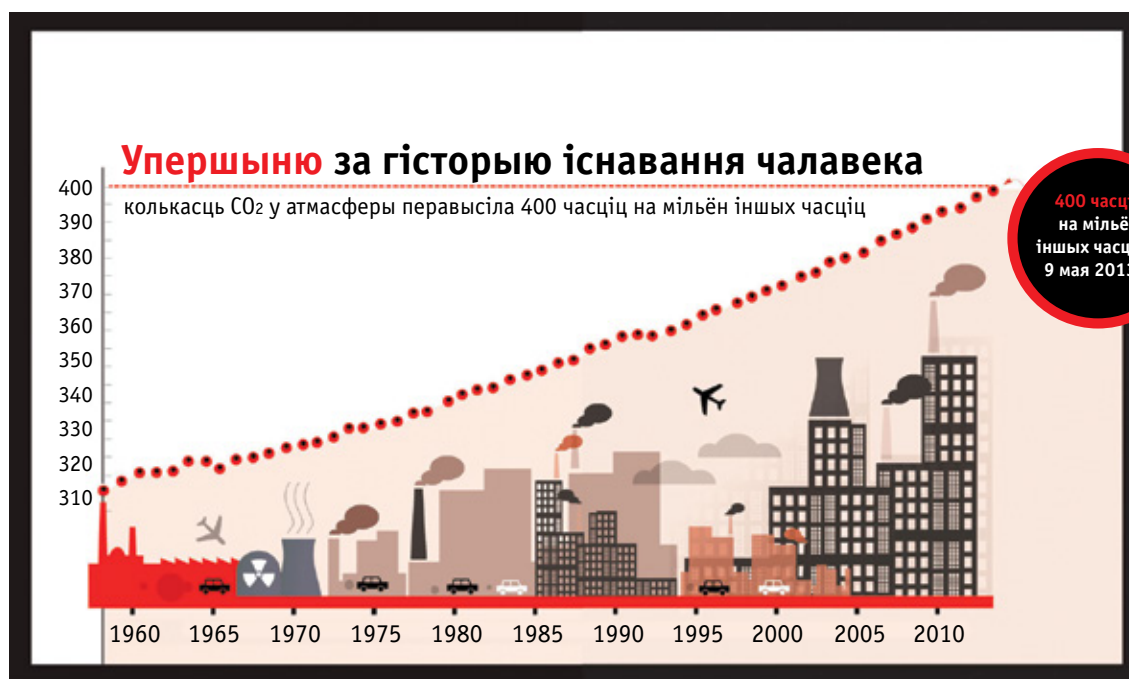


<b>3. Как предотвратить опасные изменения климата?</b>	169
3.1. «Зялёныя» крыніцы энергіі	170
3.1.1. Што такое энергія?	170
3.1.2. Асноўныя крыніцы энергіі	171
3.1.3. Вугледадародныя крыніцы энергіі	172
3.1.4. Атамная энергетыка	176
3.1.5. Узнаўляльныя крыніцы энергіі	178
3.1.6. Перавагі і недахопы розных крыніц энергіі	190
3.2. Энергаэфектыўнасць і энергазберажэнне	197
3.2.1. Экалагічныя віды транспарту	201
3.2.2. Бытавая тэхніка і электрапрыборы	206
3.2.3. Зялёнае будаўніцтва. Пасіўныя і актыўныя дамы	209
3.2.4. Зялёныя гарады	213
3.3. Вугляродны след	219
3.4. Як я магу дапамагчы планеце? Скарачаем свой вугляродны след	223
3.5. Глобальнае супрацоўніцтва ў галіне змены клімату і ўстойлівага развіцця	233

### 3. | Як прадухіліць небяспечныя змены клімату?

Вы ўжо ведаеце, што ў апошнія гады аб'ём парніковых газаў у атмасферы Зямлі расце вельмі хутка (Мал. 3.1.1). Вядома, што натуральная колькасць вуглякіслага газу ў атмасферы змянялася ў апошнія тысячы гадоў (сярод іх былі як міжледніковыя перыяды пацяплення, так і ледніковыя пахаладанні) паміж 180 і 300 часціцамі CO<sub>2</sub> на мільён іншых часціц. У 2013 годзе ўзровень CO<sub>2</sub> у атмасферы – упершыню за апошнія як мінімум 800 тыс. гадоў! – перавысіў адзнаку ў 400 часціц на мільён.

*Мал. 3.1.1. Рост канцэнтрацыі вуглякіслага газу ў атмасферы з 1960 года.*



Кожны чалавек робіць свой уклад у змены клімату, штогод выкідваючы парніковыя газы ў атмасферу. Менавіта мы становімся канчатковымі спажывачамі тавараў і паслуг, для вытворчасці якіх патрэбна энергія, а значыць – неўзнаўляльныя вуглевадародныя рэсурсы (нафта, вугаль і прыродны газ). Пры іх здабычы і выкарыстанні выкідваецца да 75% усіх парніковых газаў, звязаных з дзейнасцю чалавека.

Як жа чалавецтва можа знізіць колькасць парніковых газаў у атмасферы? Ёсць некалькі асноўных шляхоў.

Першы шлях – перайсці на кліматычна-бяспечныя крыніцы энергіі. Калі казаць пра розныя віды вуглевадароднага паліва, якое здабываецца з зямных нетраў, то самы экалагічны з іх – прыродны газ. Але можна вырабляць энергію без выкарыстання выкапнёвага паліва. З самых старажытных часоў чалавецтва прымяняе цяпло Сонца, сілу ветру і бягучую ваду, выкарыстоўвае біямасу – гэтыя крыніцы энергіі ўзнаўляльныя. Сучасныя тэхналогіі дазваляюць прымяняць іх больш шырока.

Другі шлях – скарачаць штодзённае спажыванне энергіі, прыдумляючы больш эканамічныя прыборы і змяняючы ўласныя звычкі.

І трэці шлях – заклікаць на дапамогу расліны. Вядома, што расліны паглынаюць вуглякіслы газ. Значыць, скарачаючы высечкі лясоў, высаджаючы новыя дрэвы і іншыя расліны, людзі могуць памяншаць колькасць парніковых газаў у атмасферы.

## 3.1. | «Зялёныя» крыніцы энергіі

### 3.1.1. | Што такое энергія?

Усё, што створана ў свеце – прыродай або чалавекам – ствараецца пры дапамозе энергіі. Атрымліваючы любую рэч, любую форму энергіі, мы аднекуль яе забіраем.

Возьмем звычайную шакаладку. У магазін яна трапіла з фабрыкі, дзе людзі яе вырабілі і ўпакавалі. Для гэтага яны выкарыстоўвалі какава-бабы і цукар, якія былі прывезены на фабрыку з палёў, дзе іншыя людзі вырошчвалі бабы і цукровы трыснёг. Усе людзі, якія працавалі над нашай шакаладкай, нешта елі і ў нешта апраналіся. Усе станкі і прыборы, якія дапамагалі шакаладцы з'явіцца, зробленыя з перапрацаваных карысных выкапняў і прыводзяцца ў дзеянне з дапамогай якой-небудзь энергіі. Іншымі словамі, усё, што мы маем, з'явілася, таму што хтосьці расходаваў на гэта энергію. Нават мы самі выраслі з малюсенькага зародка, які для свайго росту атрымліваў энергію хімічных злучэнняў!



Што ж тады атрымліваецца, няўжо для свайго жыцця мы заўсёды толькі бярэм што-небудзь і нічога не даём прыродзе ўзамен ?!

Канечне не! Мы пераўтвараем атрыманую энергію ў іншыя формы і вяртаем яе свету. Такім чынам, энергія сама па сабе ніколі не знікае, яна змяняе свой стан. Навука, якая займаецца вывучэннем найбольш агульных заканамернасцей пераўтварэння і перадачы механічнай і цеплавой энергіі, называецца тэрмадынамікай, а правіла захавання энергіі – першым законам тэрмадынамікі.

Іншыя законы тэрмадынамікі кажуць нам пра тое, што ў момант пераўтварэнняў нейкая частка энергіі – можа быць, і невялікая – губляецца і рассяйваецца, яе ўжо нельга «сбраць» назад.

Давайце разбяромся ў тым, як цяперашняе чалавецтва выкарыстоўвае энергію. Чаму ўжыванне энергіі і праблема змены клімату так моцна ўзаемазвязаны? І ці можа чалавецтва, дзякуючы энергіі, змяніць усё жыццё на Зямлі, зрабіўшы яе зялёнай, квітнеючай і шчаслівай? А галоўнае, ці можам мы самі ўжо сёння пачаць прымаць удзел у гэтым пераўтварэнні?

### 3.1.2. | Асноўныя крыніцы энергіі

Чалавецтва карысталася энергіяй заўсёды, і вучоныя пачалі задумвацца над гэтым працэсам яшчэ ў старажытныя часы. Менавіта тады яны сталі вывучаць самыя простыя тыпы энергіі, механічную, называючы яе спачатку «жывой сілай». Паступова былі выяўлены і іншыя віды энергіі: электрычная, электрамагнітная, цеплавая, ядзерная... Адкрываючы новыя віды энергіі, чалавек вучыцца знаходзіць яе крыніцы і прыдумляць спосабы яе карыснага выкарыстання.

У нашым паўсядзённым жыцці мы карыстаемся вялікай колькасцю прыбораў. Тэлевізар, камп'ютар, халадзільнік – усе гэтыя прылады працуюць дзякуючы таму, што ў нашы дні праведзена электрычнасць, гэта самая звыклая для нас форма энергіі. Адкуль яна бяраецца?

Электрычную энергію людзі навучыліся здабываць, пераўтвараючы тыя формы энергіі, якія сустракаліся ім у прыродзе. Прыродныя крыніцы энергіі на нашай планеце прынята падзяляць на дзве вялікія групы: неўзнаўляльныя (або традыцыйныя) і ўзнаўляльныя (або альтэрнатыўныя) (Мал. 3.1.2).

Мал. 3.1.2. Асноўныя прыродныя крыніцы энергіі.



Неўзнаўляльныя крыніцы энергіі ўтвараюцца або аднаўляюцца ў прыродзе значна больш павольна, чым выдаткоўваюцца. Гэта вугаль, нафта, прыродны газ, торф, якія таксама называюць вугледадароднымі карыснымі выкапнямі або выкапнёвым палівам. Да неўзнаўляльных крыніц энергіі адносяцца таксама радыеактыўныя металы (уран, плутоній і іншыя), якія выкарыстоўваюцца ў ядзернай энергетыцы.

Узнаўляльныя крыніцы чэрпаюць энергію з працэсаў, якія пастаянна адбываюцца ў прыродзе. Сонечнае святло, вецер, бягучая вада, дождж, прылівы-адлівы, цяпло Зямлі здольныя даць вялікую колькасць энергіі, прытым гэтыя рэсурсы практычна невычарпальныя, яны знікнуць толькі ў неабсяжнай далёкай будучыні, калі сама сонечная сістэма завершыць свой жыццёвы цыкл. Таксама да ўзнаўляльных крыніц адносяць біямасу (напрыклад, раслінную сыравіну або прадукты жыццядзейнасці жывёл, а таксама атрыманы з драўніны вугаль, які шырока выкарыстоўваўся ў мінулым), бо яна хутка аднаўляецца натуральным шляхам.

### 3.1.3. | Вугледадародныя крыніцы энергіі

Эвалюцыя жывых арганізмаў на планеце ідзе ад простага да складанага. Быў час, калі планету засялялі найпрасцейшыя арганізмы і расліны, якія ўспрымалі энергію сонца і пераўтваралі яе ў жывую масу – у сябе саміх. Аднак і да нашых дзён дайшоў след іх існавання. Паколькі энергія, якую сабралі нашы папярэднікі, не знікла. Яна працягвае жыць у карысных выкапнях – рэчывах, што ўтварыліся з рэштак адмерлых жывых арганізмаў. Гэта нафта, прыродны газ, каменны вугаль і торф.



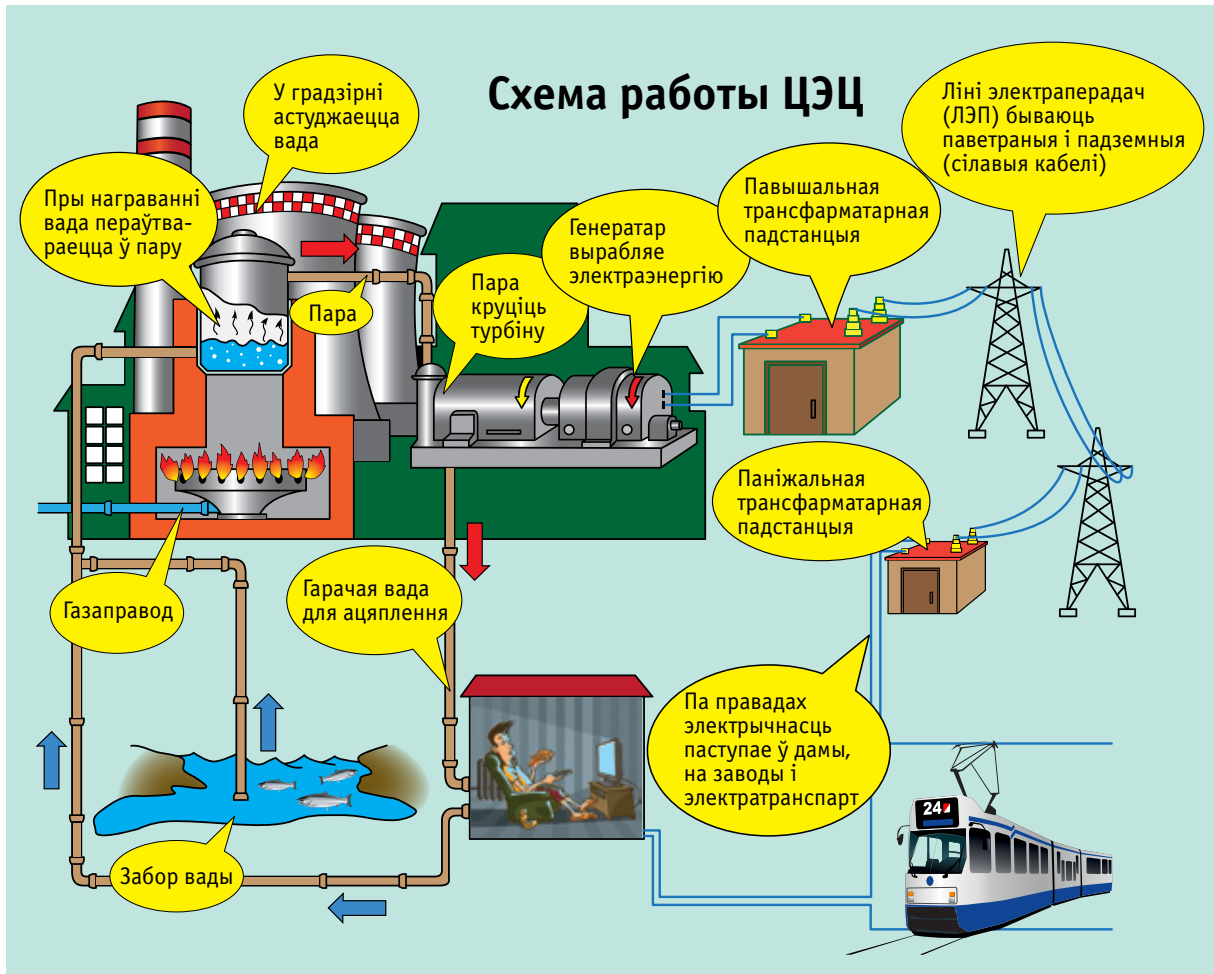
Усё гэта – дар нашых продкаў, вынік іх жыцця. Мы павінны адносіцца да яго беражліва і з удзячнасцю. І вядома ж, трэба памятаць, што кожная спадчына мае свой канец! Калі марнаваць яго не задумваючыся, нам няма чаго будзе пакінуць нашым дзецям.



**Вугледадародныя крыніцы энергіі (выкапнёвае паліва)** – гэта нафта, каменны вугаль, прыродны газ (у тым ліку і сланцавы газ, здабыты з вугальных і сланцавых пластоў), гаручыя сланцы і іншыя гаручыя мінералы і рэчывы, якія здабываюцца пад зямлёй ці адкрытым спосабам. Выкапнёвыя віды паліва фарміруюцца на працягу мільянаў гадоў у зямной кары з астанкаў жывых арганізмаў. Пры іх спальванні чалавек здабывае і выкарыстоўвае цеплавую энергію.

Пры спальванні вугледадароднай сыравіны – вугалю, нафты ці прыроднага газу – выпрацоўваецца энергія. Адбываецца гэты працэс на цеплавых электрастанцыях (ЦЭС). У машынай зале ЦЭС усталяваны кацёл з вадой. Пры згаранні паліва вада ў катле награвецца і ператвараецца ў пару. Пара пад ціскам круціць лопасці паравой турбіны. Турбіна ў сваю чаргу круціць генератар, які выпрацоўвае электрычны ток. Далей электрычнасць паступае ў будынкі па лініях электраперадач.

Мал. 3.1.3. Схема работы ЦЭЦ.



Аказалася, што выгадней за ўсё сумяшчаць працэс здабычы электрычнасці з нагрэвам вады, якая затым падаецца па трубах у ацяпляльныя і вадаправодныя сістэмы кватэр, бальніц, школ і дзіцячых садоў, прамысловых прадпрыемстваў і іншых памяшканняў. Такія электрастанцыі названыя цеплаэлектрацэнтраль (ЦЭЦ).

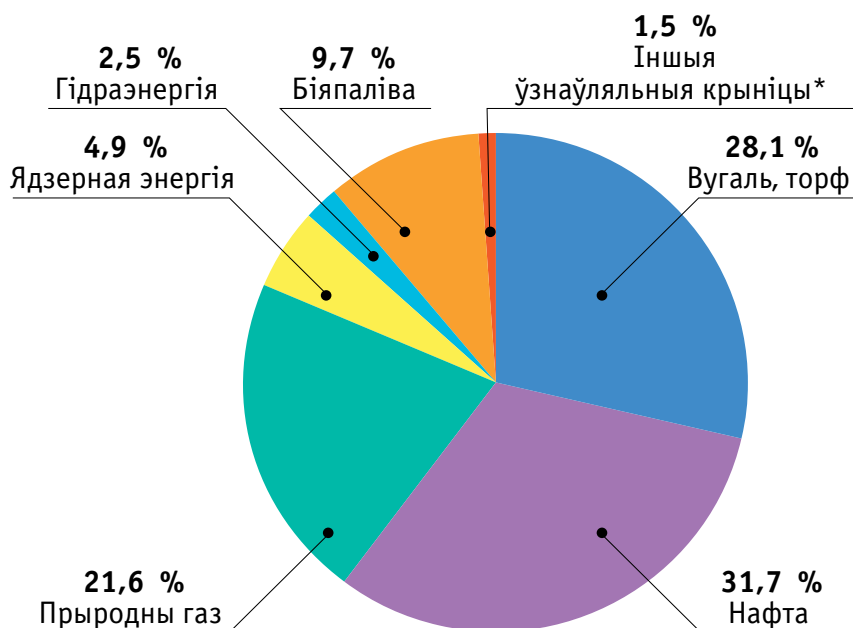
Калі няма магчымасці транспартаваць цяпло ад ЦЭЦ да ўсіх жылых дамоў, будуюць кацельні, яны выкарыстоўваюць энергію паліва толькі для ацяплення.

Паўсюдна вуглевадароднае паліва пачалі выкарыстоўваць адносна нядаўна – толькі з пачаткам прамысловай рэвалюцыі. На працягу многіх тысячагоддзяў да гэтага выкарыстоўваліся ў асноўным энергія дроў, сонца, ветру, вады, хоць у асобных месцах карысныя выкапні выкарыстоўваліся і раней.

Сёння на выкапнёвае паліва прыходзіцца 81,4% ад усяго аб'ёму ўжывальнай у свеце энергіі, з відаў выкапнёвага паліва найбольшую ролю адыгрываюць нафта – 31,7%, вугаль – 28,1% і прыродны газ – 21,6% (Мал. 3.1.4).



Мал. 3.1.4. Доля асноўных крыніц энергіі ў цэлым па свеце, 2018 год.



\*Іншыя ўзнаўляльныя крыніцы: энергія ветру, сонца, геатэрмальнае энергія, нізкапатэнцыйнае цяпло і інш.

Ёсць дзве асноўныя праблемы, звязаныя з выкарыстаннем вуглевадароднай сыравіны. Па-першае, яна не бясконца і запасы яе вычэрпваюцца, перш за ўсё, нафты і газу. Па-другое, пры спальванні прыроднага газу, нафты і асабліва вугалю ў атмасферу выкідваецца вялікая колькасць забруджвальных рэчываў, а таксама парніковых газаў, якія могуць быць небяспечныя для клімату, а значыць для прыроды і здароўя чалавека. ЦЭС і ЦЭЦ выкідваюць у атмасферу забруджвальныя рэчывы, а таксама парніковыя газы.

Мы памятаем, што непасрэдна парніковыя газы няшкодныя для нашага здароўя, але, назапашваючыся ў атмасферы, яны ўзмацняюць парніковы эффект, што прыводзіць да росту тэмпературы на планеце і іншых змен клімату.

## Калі людзі ўпершыню сталі выкарыстоўваць выкапнёвае паліва?

Самая старажытная з дзеючых каменнавугальных шахт на Зямлі была адкрыта ў Галандыі яшчэ ў 1113 годзе. Але ёсць сведчанні выкарыстання каменнага і бурага вугалю, торфу і ў значна больш далёкім мінулым.

У Сярэднявеччы **вугаль** здабываўся ўжо ў многіх шахтах у Еўропе, таму ён стаў таннейшым за дрэвы. У выніку вугаль пачалі актыўна выкарыстоўваць у побыце нават у бедных сем'ях. Але паколькі дамы ў тыя часы не былі абсталяваны камінамі, у пакоях збіраўся з'едлівы дым, і дыхаць у памяшканні станавілася цяжка.



З пачаткам прамысловай рэвалюцыі спажыванне вугалю рэзка ўзрасло.

Да XIX стагоддзя здабывалася 700 млн т вугалю на год, затым надыйшла чарга нафты.

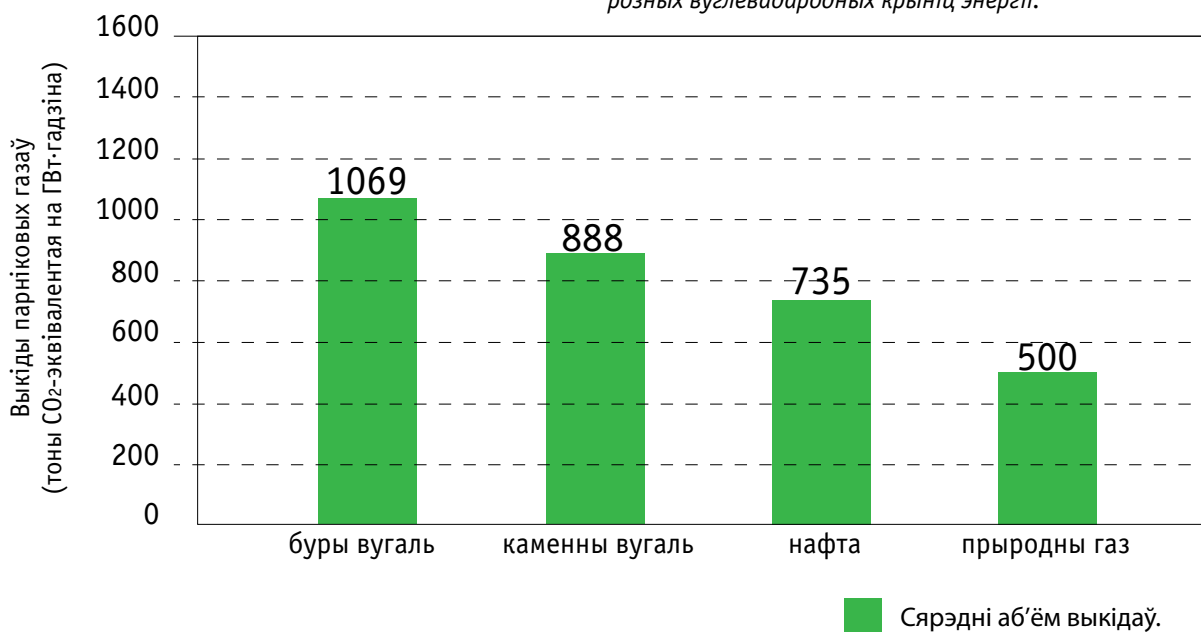
**Нафта** таксама вядомая чалавецтву з найстаражытных часоў. Аднак выкарыстоўваць яе ў якасці паліва пачалі толькі з сярэдзіны XIX стагоддзя, пасля таго, як ў 1855 годзе ў ЗША хімік Б. Сіліман адкрыў, што з нафты можна атрымаць газу. Нафтаваму буму, які адбыўся далей, таксама спрыяў адкрыты ў той час новы спосаб здабычы нафты з дапамогай буравых свідравін замест калодзежаў.



**Прыродны газ** пачалі масава ўжываць ужо фактычна ў XX стагоддзі.

Разлікі навукоўцаў паказалі, што спальванне выкапнёвага паліва для вытворчасці энергіі ў сучасных маштабах аказвае істотны ўплыў на парніковы эффект. Выходзіць, што для абароны клімату чалавецтва павінна скараціць ужыванне вуглевадародных рэсурсаў і выкарыстоўваць больш бяспечныя для клімату крыніцы энергіі.

**Мал. 3.1.5.** Выкіды парніковых газаў ад выкарыстання розных вуглевадародных крыніц энергіі.



**Табліца 3.1.** Выкіды ў атмасферу адыходаў электрастанцый, якія працуюць на розных відах выкапнёвага паліва.

ВЫКІДЫ ў АТМАСФЕРУ АДЫХОДАў ЭЛЕКТРАСТАНЦЫЙ, ЯКІЯ ПРАЦУЮЦЬ НА РОЗНЫХ ВІДАХ ВЫКАПНЁВАГА ПАЛІВА, У КРАІНАХ ЕўРАПЕЙСКАГА САЮЗА (г/ГДж)				
Выкапнёвае паліва	пыл	чадны газ (CO)	аксіды азоту (NO <sub>x</sub> )	двухвокіс серы (SO <sub>2</sub> )
Буры вугаль	3254	89	183	1361
Каменны вугаль	1203	89	292	765
Нафта	16	16	195	1350
Прыродны газ	0,1	15	93	1



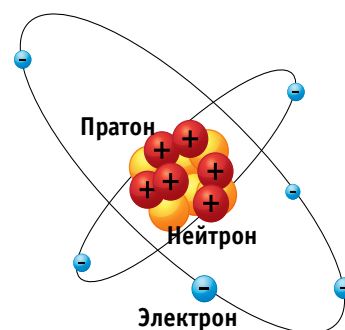
### 3.1.4. | Атамная энергетыка

У атамных электрастанцый (АЭС) выкіды парніковых газаў амаль нулявыя. Можа быць, яны вырашаць задачу?

Навука з цягам часу зазірала усё глыбей у будову матэрыі. Спачатку высветлілася, што ўсе рэчывы складаюцца з мноства падобных часцінак – малекул. Потым выявілася, што і самі малекулы як бы сканструяваныя з набору атамаў. Разнавіднасці атамаў былі названыя хімічнымі элементамі, пранумараваны і ўнесены ў табліцу – табліцу Мендзялеева.

Малекулы розных рэчываў пры пэўных умовах могуць распадацца на атамы і ўтвараць малекулы новых рэчываў – такі працэс называецца хімічнай рэакцыяй. Падчас хімічнай рэакцыі вызваляецца энергія, якая трымала атамы разам. Новыя злучэнні могуць патрабаваць больш або менш энергіі, так што пры хімічнай рэакцыі энергія можа ці паглынацца з прасторы, або вылучацца. Гарэнне звычайнага паліва – гэта і ёсць хімічная рэакцыя з вылучэннем цеплавой энергіі.

Але што будзе, калі ўмяшацца ў будову не малекулы, а атама? Ён жа таксама, у сваю чаргу, складаецца з часціц: у яго ёсць ядро (шчыльна спаяныя паміж сабой пратоны і нейтроны), вакол якога круцяцца электроны. Ядры некаторых хімічных элементаў здольныя распадацца. Пры гэтым, першае, выдзяляецца вялікая колькасць цеплавой энергіі (якую можна збіраць і выкарыстоўваць), а па-другое, выпраменьваецца асаблівыя часціцы – радыяцыя. Такая з'ява назвалі радыеактыўным распадам (радыеактыўнасць).



**Радыеактыўнасць** прысутнічае ў прыродзе нашай планеты. У залежнасці ад рэгіёна ўзровень натуральнай радыеактыўнасці можа вагацца ад 5 да 20 мікрарэнтген на гадзіну. Такія дозы радыяцыі лічацца натуральнымі і патрэбнымі для чалавека і ўсёй жывой прыроды. Аднак пры павелічэнні дозы радыяцыя становіцца смяротнай!

*У 1975 годзе ў ЗША ўпершыню правялі разлікі частаты небяспечных аварыяў на атамных электрастанцыях. Яны паказалі, што падобная аварыя можа здарыцца адзін раз на 10 тыс. гадоў. А ўжо праз чатыры гады на атамнай электрастанцыі Тры-Майл-Айленд каля горада Гарысберг у ЗША такая аварыя адбылася! Прамы ўрон склаў 1 млрд долараў, ускосны – 100 млрд долараў. Добра, што пацярпелых было няшмат!*

*Яшчэ праз 7 гадоў (26 красавіка 1986 года) адбылася самая страшная тэхнагенная (ядзерная і радыяцыйная) Чарнобыльская катастрофа на атамнай электрастанцыі, размешчанай паблізу Прыпяці (Украіна, якая ў той час была часткай Савецкага Саюза). Пасля катастрофы на працягу 16 гадоў у краінах Еўропы і Паўночнай Амерыкі не пабудавалі ніводнай атамнай электрастанцыі.*

*Нагадаем, што вучоныя-атамшчыкі пераконвалі, што падобнае можа адбыцца толькі адзін раз на 10 тыс. гадоў. З нагоды такіх ацэнак былы кіраўнік нямецкай кампаніі «Інтэратам» Клаус Таўбэ заявіў, што любыя лічбавыя дадзеныя пра верагоднасць аварыі з расплаўленнем ядзерных паліўных элементаў можна лічыць псеўданавуковай прыхаванай бязглуздзіцай.*



Чалавек навучыўся кіраваць ядзернай рэакцыяй і выкарыстоўваць энергію, якая пры гэтым вылучаецца. Менавіта такі працэс і лёг у аснову работы атамных электрастанцый. Атамная электрастанцыя ў якасці крыніцы энергіі выкарыстоўвае складаны працэс радыеактыўнага ядзернага распаду. Энергія, якая атрымліваецца з невялікай колькасці ядзернага паліва, велізарная, і пры гэтым адсутнічае выкід парніковых газаў у атмасферу. З пункту гледжання ўплыву на клімат атамная энергетыка здаецца бяспечнай. Аднак не трэба забываць, што на здабычу ўрану для атамных электрастанцый таксама траціцца шмат энергіі і пры гэтым выкідаецца нямала парніковых газаў!



Ёсць у атамных электрастанцый і сур'ёзны недахоп. Новыя ядры, якія ўтварыліся пры штучна арганізаваным распадзе (іх называюць даччынымі), таксама могуць быць радыеактыўнымі. Выкарыстоўваць іх як паліва нявыгадна, а проста так вяртаць у прыроду нельга – яны небяспечныя! Гэта так званыя **радыеактыўныя адкіды**. Вядома, вучоныя гэта добра ведаюць і старанна прадумваюць розныя спосабы іх захавання. І калі б гэтыя спосабы працавалі ідэальна, як задумана, можна было б сказаць, што атамныя станцыі бяспечныя. Аднак у жыцці ўсё не зусім так.

Менавіта надзвычайная небяспека, звязаная з выкарыстаннем ядзернай энергіі, якая захоўваецца нават пасля закрыцця станцыі, служыць прычынай бесперапынных спрэчак пра тое, як трэба паступаць з атамнымі электрастанцыямі: развіваць іх і далей ці ўсё ж забараніць.

Выбух на Чарнобыльскай АЭС 26 красавіка 1986 года скалануў увесь свет. Загінулі і атрымалі смяротныя захворванні многія людзі. Непрыдатнымі для сельскай гаспадаркі сталі каля 5 млн га зямель (велізарная тэрыторыя, параўнальная па плошчы з тэрыторыяй суседняй з Украінай Славакіяй!). У Беларусі з сельскагаспадарчага абароту выведзена 2,64 млн га сельгасугоддзяў. Вакол месца аварыі была створаная 30-кіламетровая зона адчужэння, прыйшлося зруйнаваць з зямлёй сотні малых населеных пунктаў. Шкода, нанесеная Беларусі чарнобыльскай катастрофай у разліку на 30-гадовы перыяд яе пераадолення, ацэньваецца ў 235 млрд долараў ЗША.



Пасля таго як прайшло шмат гадоў, праекціроўшчыкі станцый сталі сцвярджаць, што на новым, больш дасканалым абсталяванні памылкі мінулага паўтарыцца не могуць. Аднак у сучасных умовах, калі клімат сур'ёзна змяняецца, немагчыма нават прадказаць, якія нечаканасці і стыхійныя з'явы могуць нас чакаць.

Пры будаўніцтве атамных станцый у Японіі, несумненна, пралічвалася абарона ад частых у Японіі землятрусаў. Аднак 11 сакавіка 2011 года ў выніку наймацнейшага землятруса і цунамі, якое рушыла за ім, адбыўся збой усіх сістэм нармальнага і аварыйнага ахаладжэння рэактараў, надышлі ўслед цеплавыя выбухі. Вялікая колькасць радыеактыўных рэчываў трапіла ў моры і ў атмасферу, іх след стаў выяўляцца ў многіх краінах! Да гэтага часу ўзровень радыяцыі на ўзбярэжжы, дзе знаходзіцца АЭС «Фукусіма-1» перавышае норму больш чым у 100 разоў. 80 тыс. людзей прыйшлося перасяліць з заражаных тэрыторый. Нягледзячы на запэўніванні ўлад Японіі пра тое, што сітуацыя стабілізавалася, праз два гады пасля аварыі ў грунтавыя воды пад станцыяй паступалі новыя радыеактыўныя рэчывы, іх канцэнтрацыя расла, працягваліся ўцечкі з рэзервуараў з радыеактыўнай вадой.



Атамная энергія – магутная энергія, але гэта ж робіць яе небяспечнай. Выходзячы з-пад кантролю, яна прыносіць столькі разбуральных наступстваў, што яе ўжо ніяк нельга назваць ні бяспечнай, ні таннай!

### 3.1.5. | Узнаўляльныя крыніцы энергіі

Узнаўляльныя крыніцы энергіі, як мы ўжо гаварылі, выкарыстоўваюць прыродныя працэсы і рэсурсы, якія альбо практычна невычарпальныя, альбо адносна хутка аднаўляюцца натуральным шляхам. Гэта сонечнае святло, вецер, бягучая вада, прылівы-адлівы, цяпло Зямлі – усе гэтыя віды энергіі часта называюць альтэрнатыўнымі, ці зялёнымі, паколькі яны ўяўляюць сабой экалагічна і кліматычна бяспечную крыніцу энергіі ў супрацьлегласць вуглевадароднаму паліву. У гэты ж шэраг уключана і біямаца, хоць яна і стаіць у ім крыху асабняком.

Паводле ацэнак Міжнароднага энергетычнага агенцтва, на сённяшні дзень каля 20% сусветнай вытворчасці электрычнай энергіі забяспечваецца за кошт узнаўляльных крыніц. Эксперты падрыхтавалі розныя сцэнары развіцця узнаўляльнай энергетыкі ў будучыні. У адпаведнасці з найбольш спрыяльным сцэнарам, да 2050 года з кліматычна бяспечных узнаўляльных крыніц можа быць атрымана да 60% усёй электраэнергіі ў свеце.

*Мал. 3.1.6. Завод па вытворчасці біяпаліва з біямасы.*



### Сонца

Сонца – крыніца энергіі, якую стварыла для жыцця на Зямлі сама прырода. Дык чаму б не шукаць шляхі выкарыстаць энергію Сонца напрамую? Кожны квадратны метр Зямлі паўдзённае сонца абагравае з магутнасцю каля мегавата!

Любое зашклёнае памяшканне пад прамянямі сонца праграваецца. Калі ў ваша акно свеціць Сонца, а ў доме халаднавата, рассуньце шторы і пратрыце шкло ад пылу – гэта прынясе ў ваш пакой крыху больш цяпла. У даўнія часы ў вёсках людзі карысталіся драўлянымі аканіцамі. Днём акно адкрывалася для святла, а на ноч зачынялася аканіцамі, каб захаваць назапашанае цяпло.

З развіццём навукі людзі навучыліся «лавіць Сонца» яшчэ лепш. Ёсць два асноўныя віды выкарыстання яго энергіі.



### **Адзінкі вымярэння магутнасці**

**Ват** – адзінка вымярэння магутнасці прыбора, гэта значыць колькасці работы, якую ён здольны здзейсніць за пэўны час.

**1 ват (Вт)** – магутнасць перадачыка звычайнага мабільнага тэлефона.

**1 кілават (кВт, 1000 Вт)** – магутнасць невялікага абагравальніка. Прыкладна з такой жа магутнасцю сонца апоўдні абагравае квадратны метр зямлі.

**1 мегават (МВт, 1000 кВт)** – чыгуначныя лакаматывы маюць сярэдняю магутнасць ад 3 да 10 мегават.

**1 гігават (ГВт, 1000 МВт)** – магутнасць наймацнейшых электрастанцый у свеце звычайна вымяраецца ў гігаватах.

**1 тэрават (ТВт, 1000 ГВт)** – пікавая магутнасць удару маланкі. Агульная магутнасць вырабленай чалавецтвам электраэнергіі ў 2011 годзе склала 22 тыс. ТВт

**Сонечныя калектары** ўлоўліваюць сонечнае цяпло. Унутры калектараў вада працякае па трубачках і нагрываецца (часам замест вады могуць быць паветра або спецыяльнае рэчыва-антыфрыз). Такія сонечныя калектары можна выкарыстоўваць для ацяплення жылля і нагрэву вады.

**Фотаальтаіка** – другі распаўсюджаны спосаб улоўвання і назапашвання сонечнай энергіі. Фотаэлементы пераўтвараюць сонечнае святло ў электрычную энергію. Для ўсіх ужо даўно сталі звыклымі калькулятары на фотаэлементах, садовыя ліхтарыкі, якія днём збіраюць энергію, а ўначы свецяцца. Менавіта такія ж фотаэлементы, толькі больш буйныя, утвараюць «сонечныя фермы» – вялікія фотаэлектрастанцыі.



**Сонечныя калектары ўсталяваюцца на дахах дамоў пад вуглом да гарызонту, роўным шыраце мясцовасці.**



Фотаэлектрычныя элементы могуць таксама выкарыстоўвацца для розных транспартных сродкаў: лодак, аўтамабіляў і нават самалётаў! У Італіі і Японіі фотаэлементы ўсталёўваюць на даху цягнікоў. Яны вырабляюць электрычнасць для кандыцыянераў, асвятлення і аварыйных сістэм.



Асноўныя перавагі сонечнай энергіі – яе даступнасць, невычэрпнасць і бяспека. Пры выкарыстанні сонечных устаноў не адбываецца выкідаў у атмасферу парніковых газаў або забруджвальных рэчываў, а значыць для клімату гэты спосаб атрымання энергіі бяшходны.

### **Сонечная энергія: гарачая вада плюс электрычнасць**

*У краінах з гарачым кліматам сонечнае цяпло ўжо даўно выкарыстоўваецца для атрымання энергіі. На дахах дамоў у цёплых краінах часта можна ўбачыць бакі з вадой, якая нагрываецца ад сонечных прамянёў. Затым гэтая гарачая вада выкарыстоўваецца для паўсядзённых патрэб.*

*У Ізраілі кожны будынак павінен быць абсталяваны сонечнымі калектарамі для нагрэву вады. Але нават у больш халоднай Германіі ёсць сонечны горад – Фрайбург, дзе цэлыя раёны існуюць выключна за кошт альтэрнатыўнай энергіі Сонца. І такіх прыкладаў у нашы дні становіцца ўсё больш!*



Недахопы ў гэтага спосабу атрымання энергіі таксама ёсць – моцная залежнасць ад надвор'я і часу сутак, а таксама высокі кошт канструкцыі, звязаны з прымяненнем рэдкіх элементаў у сонечных панэлях. Аднак з развіццём новых тэхналогій кошт сонечных устаноў паступова зніжаецца, а магчымасці для іх выкарыстання, наадварот, павялічваюцца. Яшчэ адзін недахоп – праблема ўтылізацыі адпрацаваных сонечных элементаў, у якіх змяшчаюцца шкодныя рэчывы. Рынак утылізацыі сонечных панэляў пакуль не склаўся, а тэрмін іх службы складае некалькі дзясяткаў гадоў. І яшчэ адзін недахоп – затраты энергіі і вялікай колькасці чыстай вады пры вытворчасці сонечных панэляў. Таму вынаходнікі імкнуцца распрацаваць новыя, больш экалагічныя фотаэлементы, а вытворцам прыходзіцца прадумваць тэхналогіі прыёму і перапрацоўкі выкарыстаных панэляў.

### **Сонечная энергія працуе пасля заходу Сонца?**

*Электрастанцыя Салана размешчана прыкладна за 100 км на паўднёвы ўсход ад горада Фенікс у амерыканскім штаце Арызона. З сонечнай энергіі яна здольная выпрацоўваць да 280 МВт энергіі і лічыцца адной з найбольш магутных сонечных электрастанцый у свеце, якія выкарыстоўваюць парабалічныя люстэркі. Але галоўнай асаблівасцю комплексу можна лічыць не яго магутнасць, а здольнасць працягваць выпрацоўваць электраэнергію на працягу 6 гадзін пасля таго, як Сонца зойдзе за гарызонт. Менавіта на гэты час прыпадаюць пікавыя нагрузкі ў дадзеным рэгіёне. Гэта стала магчымым дзякуючы наяўнасці спецыяльных рэзервуараў для захоўвання цяпла.*



Многія эксперты лічаць сонечную энергетыку энергетыкай будучыні і адной з асноўных альтэрнатыў традыцыйным вуглевадароднай крыніцай энергіі. Урады розных краін падтрымліваюць развіццё сонечнай энергетыкі, а прыватныя кампаніі ўкладваюць вялікія грошы ў будаўніцтва сонечных электрастанцый. Германія, з'яўляючыся далёка не сонечнай краінай, стала сусветным лідарам у гэтай сферы. Сярод іншых перадавых краін у галіне сонечнай энергетыкі – Іспанія, Італія, Францыя, ЗША, Японія, Кітай.

Нягледзячы на тое, што ў Беларусі ўсяго 30 сонечных дзён у годзе, сонечная энергетыка ў краіне ў трэндзе. За перыяд з 2013 г. да 2016 г. вытворчасць сонечнай энергіі павялічылася ў 70 разоў, не ўключаючы сонечныя электрастанцыі, якія належаць прыватным кампаніям. Па стане на 2019 г. у Беларусі дзейнічалі 55 фотаэлектрычных станцый (далей – ФЭС) агульнай магутнасцю 156,6 МВт. У асноўным гэты напрамак развіваецца ў Гомельскай і Магілёўскай абласцях. Самая буйная ФЭС магутнасцю 56 МВт размешчана ў Рэчыцы. У Чэрыкаўскім раёне вядзецца будаўніцтва ФЭС магутнасцю 100 МВт, якая стане адной з найбуйнейшых не толькі ў рэспубліцы, але і ў СНД.

## Вецер

Яшчэ адна ўзнаўляльны крыніца энергіі, якую часта выкарыстоўваюць, – вецер. Механічную энергію чагосьці, што рухаецца, можна пераўтвараць у электрычную – гэты прынцып ляжыць у аснове ветраэнергетыкі. Дзеці бавяцца рознакаляровымі круцёлкамі, але калі пабудавець вялізныя ветракі, сабраць іх адразу у нейкай ветранай мясцовасці, то кручэнне турбін стане крыніцай электраэнергіі для людзей.

Ветракі вядомыя са старажытных часоў, але асабліва папулярныя яны сталі ў сярэднявечнай Еўропе. На працягу доўгага часу яны, разам з вадзянымі млынамі, былі адзінымі машынамі, якія выкарыстоўвала чалавецтва. Ветракі выкарыстоўваліся ў асноўным для перамолвання збожжа, апрацоўкі драўніны або арашэння палёў. У Нідэрландах шматлікія ветракі адпампоўвалі ваду з адваяванай у мора зямель, якія затым выкарыстоўваліся для вядзення сельскай гаспадаркі. Сучасныя ветраныя ўстаноўкі ўладкаваныя па аналогіі з ветракамі.

Часцей за ўсё ветраныя ўстаноўкі размяшчаюць у прыбярэжных зонах, дзе пастаянна дзьме моцны вецер. Прычым з нядаўніх часоў чалавецтва навучылася будавець ветракі не толькі на сушы, але і ў моры. На адлегласці 10-12 км ад берага (а часам і далей) будуецца так званыя афшорныя ветраныя электрастанцыі. Вежы ветрагенератараў усталяваюць на падмуркі з палы, забітых на глыбіню да 30 м. А самая новая тэхналагічная распрацоўка – будаўніцтва ветракоў, якія плаваюць і ўсталяваюцца на платформах-паплаўках.



## Самы буйны афшорны ветрапарк у свеце

Самы буйны афшорны ветрапарк у свеце пад назвай «Уолні Экстэншн» быў запушчаны ў 2018 годзе. Ветрапарк размешчаны ў Ірландскім моры за 14 км ад в. Уолні, які належыць Вялікабрытаніі. Электрастанцыя агульнай магутнасцю 659 МВт складаецца з 87 ветравых турбін. Станцыя пацясніла ў спісе самых магутных ветрапаркаў іншы аб'ект «Лондан Эрэй», адкрыты ў 2013 годзе таксама ў Вялікабрытаніі. Ён уключае 175 турбін і валодае магутнасцю 630 МВт.



Буйная ветраная ферма можа складацца з некалькіх сотняў ветракоў, размешчаных на шырокай тэрыторыі – да некалькіх сотняў квадратных кіламетраў. Такія ветраныя фермы ўключаюцца ў агульную энергасетку і перадаюць электраэнергію на вялікія адлегласці! Больш дробныя ветраныя фермы або асобныя ветракі часцей выкарыстоўваюцца для забеспячэння электрычнасцю аддаленых раёнаў або невялікіх аб'ектаў.

На сённяшні дзень за кошт энергіі ветру вырабляецца каля 2,3% усёй ужываемай у свеце электраэнергіі. Аднак ветраэнергетыка вельмі хутка развіваецца, пастаянна з'яўляюцца новыя, больш дасканалыя тэхналогіі, якія дазваляюць выкарыстоўваць энергію ветру больш эфектыўна. Эксперты Міжнароднага энергетычнага агенцтва прагназуюць, што да 2035 года ветравая і сонечная энергетыка ў сукупнасці могуць вырабляць да 18% усёй неабходнай электрычнасці ў свеце.



*Ужо сёння ў некаторых краінах Еўропы ветраэнергетыка адыгрывае вялікую ролю. Напрыклад, у Даніі з дапамогай ветракоў вырабляецца больш за 40% усёй электрычнасці. У Рэспубліцы Беларусь функцыянуе 99 ветраэнергетычных устаноў агульнай магутнасцю 108 МВт (на стане на 2019 г.).*

**Мал. 3.1.7.** Ветрапарк у штаце Канзас, ЗША (уверсе) і Аўстрыі (ўнізе).



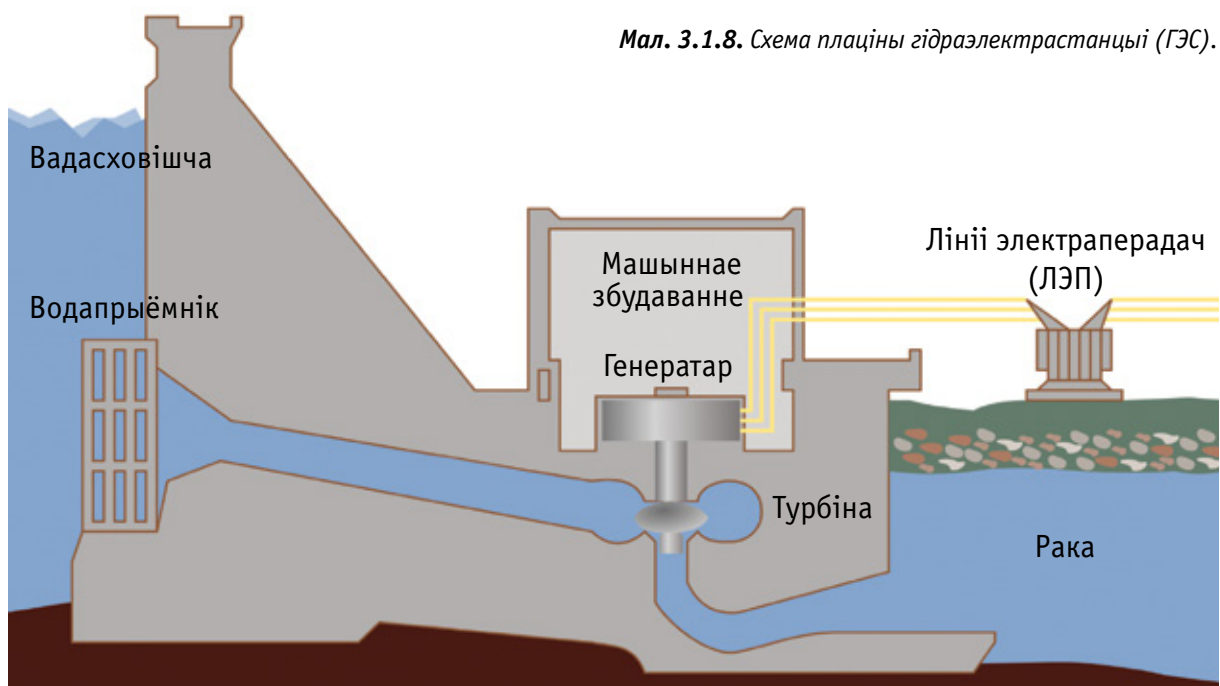


## Вада

Энергію вады, якая рухаецца, можна выкарыстоўваць рознымі спосабамі.

Найбольш распаўсюджанай з'яўляецца гідраэнергетыка, якая працуе па тым жа прынцыпе, як і старадаўнія вадзяныя млыны: рачны паток круціць круцёлку, і энергія гэтага кручэння пераўтвараецца ў электрычную.

Здаецца, што ўсё вельмі проста, аднак гэты спосаб здабываць энергію таксама мае свае мінусы. Бо для таго каб стварыць эфектыўную і магутную гідраэлектрастанцыю (ГЭС), трэба пабудаваць высокую плаціну і ўсю моц ракі накіраваць на кручэнне лопасцей генератара. Пры гэтым будаўніцтва ГЭС парушае натуральнае жыццё ракі, можа паслужыць прычынай перамены мікраклімату і гібелі рачных насельнікаў. Іншымі словамі, да будаўніцтва гідраэлектрастанцыі трэба падыходзіць вельмі ўважліва і не забываць пра неабходнасць захоўваць экалагічную раўнавагу.



*Мал. 3.1.8. Схема плаціны гідраэлектрастанцыі (ГЭС).*

Акрамя таго, трэба вельмі добра сачыць за спраўнасцю вялікіх плацін. Бо калі сцяна плаціны ў выніку аварыі разбурыцца, то вызваленая вада ліне ўніз па рацэ патокам, які змятае ўсё на сваім шляху, і рака на шматкія кіламетры ўніз па цячэнні выйдзе са сваіх звычайных берагоў. Так, у выніку разбурэння плаціны ГЭС Баньцаа ў 1975 г. у Кітаі загінула больш за 170 тыс. чаловек.



Можна ўспомніць і куды бліжэйшую да нас па часе аварыю на Саяна-Шушанскай ГЭС у 2009 годзе. У выніку той аварыі загінула 75 чалавек, а ў Енісей трапіла вялікая колькасць турбіннага масла.

Гідраэлектрагенератары бываюць і бесплацінныя, іх называюць міні-ГЭС і мікра-ГЭС. Усталёўваюцца на невялікай рачулцы і нават ручаях і збіраюць энергію цячэння ў акумулятар. Магутнасць іх невялікая, яны падыходзяць для забеспячэння энергіяй невялікіх гаспадарак або, напрыклад, кардонаў запаведнікаў на беразе ракі (Мал.3.1.9). У параўнанні з цеплавымі электрастанцыямі, якія працуюць на вуглевадародным паліве, гідраэнергетыка лічыцца больш бяспечным для клімату спосабам вытворчасці энергіі. Да таго ж кошт выпрацоўкі электрычнасці на гідрастанцыі меншы, чым на цеплавых станцыях прыкладна ўдвая. З гэтай прычыны многія краіны імкнуцца максімальна выкарыстаць патэнцыял сваіх рэк для вытворчасці энергіі. Ёсць шэраг дзяржаў, дзе ГЭС вырабляюць ад 90 да 100% усёй электраэнергіі. Гэта Парагвай, Нарвегія, Таджыкістан, Уругвай, Уганда, Замбія, Камерун, Бразілія. Актыўна развівае гідраэнергетыку Кітай. У гэтай краіне размешчана да паловы малых гідраэлектрастанцый свету, а таксама найбуйнейшая ГЭС на Зямлі «Тры цясніны» на рацэ Янцзы магутнасцю 22,5 ГВт. Яшчэ больш буйную ГЭС «Гранд Інга» магутнасцю 39 ГВт плануецца пабудаваць на рацэ Конга ў Дэмакратычнай Рэспубліцы Конга ў Афрыцы.

Мал. 3.1.9. Міні-ГЭС на р. Кокра, Славенія.



Што датычыцца Рэспублікі Беларусь, то ў 2017 годзе на рацэ Заходняя Дзвіна былі ўведзены ў дзеянне самыя магутныя ў краіне гідраэлектрастанцыі – Віцебская ГЭС сумарнай магутнасцю 40 МВт (Мал. 3.1.10) і Полацкая ГЭС сумарнай магутнасцю 21,66 МВт (Мал. 3.1.11). Па стане на 2019 год у краіне дзейнічае 51 гідраэлектрастанцыя, сумарная магутнасць якіх складае 95,3 МВт.

Мал. 3.1.10. Віцебская ГЭС.



Мал. 3.1.11. Полацкая ГЭС.



**Хвалеваыя электрастанцыі** здольны выкарыстаць сілу хваль у акіяне. Энергію руху паплаўка, які падскоквае на хвалях, аказваецца, таксама можна пераўтвараць! Стыхія, якая бушуе ў даўнія часы магла толькі пагражаць маракам, сёння можа стаць сябрам чалавека. Магутнасць хвалявання ў дзясяткі разоў перавышае магутнасць ветру, трэба толькі навучыцца яе выкарыстоўваць.

**Прыліўныя электрастанцыям** выкарыстоўваюць такую дзіўную з'яву, як прылівы і адлівы. Усе планеты, зоркі і іншыя касмічныя целы звязаныя паміж сабой сіламі гравітацыі і ўплываюць адзін на аднаго. Зямля круціцца вакол Сонца і вакол сваёй восі, Месяц такім жа самым чынам круціцца вакол Зямлі. Узаемнае размяшчэнне Сонца, Зямлі і Месяца ўвесь час мяняецца. Гэта ўплывае на Сусветны акіян.

*Эксперыменты з выкарыстаннем энергіі хваль вяліся з канца XVIII стагоддзя. Першая заяўка на патэнт хвалевага млына была зроблена ў 1799 годзе. Але да прамысловага ўкаранення прайшоў доўгі тэрмін. Першая хвалевая электрастанцыя была афіцыйна адкрыта ў 2008 годзе ў раёне Агусадора (Партугалія) на адлегласці 5 км ад берага. Магутнасць дадзенай электрастанцыі 2,25 МВт.*

*У 2013 годзе расійская кампанія прэзентавала на міжнароднай выставе першую расійскую распрацоўку хвалевай электрастанцыі, прызначанай для серыйнай вытворчасці.*



У месцы моцных прыліваў ставіцца плаціна. Спачатку яна становіцца перашкодай для прыліву і не пускае ваду ў бухту, чакаючы, калі ўзровень вады наблізіцца да максімальнай кропкі. А потым засланка адкрываецца, і вада акіяна бурна накіроўваецца па адкрытым шляху, круцячы круцёлку. Калі ўзровень вады з розных бакоў плаціны выраўноўваецца, засланка зноў закрыта. Зараз трэба чакаць адліву: калі воды акіяна адступяць, то тая іх частка, што «злоўлена ў пастку», такім жа самым чынам паспяшаецца пакінуць бухту, як толькі яе выпусцяць, і зноў прымусяць кола круціцца.

*Самая буйная ў свеце прыліўная электрастанцыя размешчана ў Францыі ў вусце ракі Ранс. Яна была пабудавана ў 1967 годзе і стала першай прыліўнай электрастанцыяй на Зямлі. Розніца прыліваў і адліваў у гэтым месцы дасягае ў сярэднім 8 м, максімальнае значэнне – 12 м. 24 генератары дыяметрам 5,35 м і масай 470 т кожны вырабляюць 240 МВт энергіі.*



## Цяпло Зямлі

**Геатэрмальнае энергетыка** выкарыстоўвае цяпло Зямлі. Яе нельга лічыць узнаўляльнай у строгім сэнсе слова, але запасы цяпла ў нетрах нашай планеты досыць вялікія. У раёнах вулканічнай актыўнасці гарачыя падземныя воды могуць падымацца па расколін на паверхню зямлі і праз некаторыя прамежкі часу з сілай выплюхваць уверх у выглядзе струмянёў вады і пары – такая з'ява называецца гейзерам.

Калі ў адпаведнай мясцовасці прабурыць свідравіну, якая даходзіць да гарачых падводных азёр, іх ваду можна выкарыстоўваць для ацяплення або выпрацоўкі электраэнергіі, а калі вада мае спрыяльны склад – то і для водазабеспячэння. Складанасць гідратэрмальнай энергетыкі – у неабходнасці вяртаць выкарыстаную ваду пад зямлю, часцей за ўсё хімічны склад гэтых вод не дазваляе скідаць іх у рэкі і азёры, а акрамя таго, у выніку выкарыстання гарачых вод пад зямлёй утварацца пустэчы, можа адбыцца прасяданне грунту.

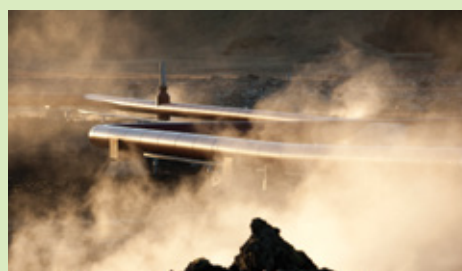
Можна спецыяльна запампоўваць ваду з паверхні зямлі праз свідравіну ў зямныя нетры, дзе ў прыроднай падземнай «духоўцы» яна ўскіпіць і вернецца на паверхню праз суседнюю свідравіну ў выглядзе пары. Такую энергетыку называюць **петратэрмальнай**. Петратэрмальныя праекты развіваюць ЗША, Аўстралія, Японія, Германія і Францыя. Дарэчы, у Швейцарыі ў 2009 годзе пасля запампоўкі вады пад ціскам у прабураваную свідравіну скалістай пароды, адбылося больш за 170 штуршкоў, якія доўжыліся на працягу года. Хоць наймацнейшы з іх не перавысіў 3,4 балы.



*Найбольш магутная і вядомая група геатэрмальных электрастанцый знаходзіцца на поўначы ад Сан-Францыска ў ЗША. Яна носіць назву «Гейзерс» і складаецца з 22 геатэрмальных электрастанцый з агульнай вызначанай магутнасцю 1517 МВт.*

*На Філіпінах і ў Ісландыі – краіны, вядомыя сваёй актыўнай вулканічнай дзейнасцю – геатэрмальныя станцыі забяспечваюць каля 1/4 усёй ужыванай электраэнергіі. Актыўна выкарыстоўваюць геатэрмальныя рэсурсы таксама Новая Зеландыя, Інданезія, Японія і Італія.*

**Мал. 3.1.12.** Трубаправод геатэрмальнай электрастанцыі.



У Беларусі існуе вопыт выкарыстання геатэрмальных рэсурсаў. У краіне дзейнічае каля 100 геатэрмальных устаноў, у тым ліку і катэджная забудова. Іх сумарная цеплавая магутнасць складае каля 5,5 МВт. Выкарыстоўвае цяпло нетраў найбольш машабна цяплічны камбінат «Бярэсце» (размешчаны на ўсходняй ускраіне Брэста). У 2011 годзе камбінат запусціў цеплапомпавую геатэрмальную станцыю магутнасцю 1 МВт.

## Нізкапатэнцыйнае цяпло

Існуе прыбор, які здольны пераўтвараць слабое цяпло ў моцнае. «Брат» гэтага прыбора стаіць амаль у кожнай кватэры – гэта халадзільнік.

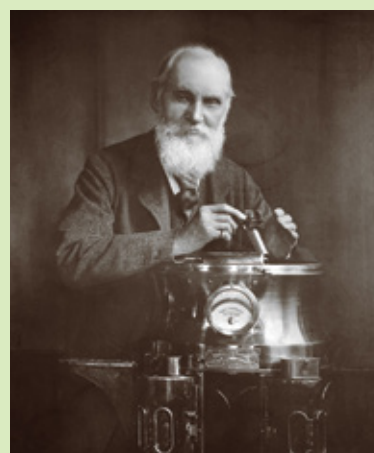
Ёсць некалькі прынцыпаў работы халадзільніка, асноўны з іх такі. Холадагент забірае цяпло з халадзільніка. Пасля чаго кампрэсарная машына засмоктвае холадагент і сціскае яго пад ціскам, пры гэтым па законах фізікі вылучаецца цяпло, якое расейваецца ў прасторы. Калі мы дакранёмся да халадзільніка звонку, ён будзе гарачым! Менавіта таму халадзільнікі павінны стаяць далей ад ацяпляльных прыбораў і не трапляць пад прамыя прамяні сонца, бо гэта «выкінутае» цяпло павінна як найхутчэй перадавацца ў паветра і не затрымлівацца на знешніх сценках халадзільніка.

У халадзільніку холад захоўваецца, а цяпло «выкідваецца», але ж можна паступаць наадварот: атрыманае цяпло будзе захоўвацца, а холад – «выкідвацца». Такі прыбор ужо ёсць, ён называецца цеплавой помпай. Цеплавая помпа здольная атрымліваць цяпло ад слаба нагрэтай вадкасці, паветра або іншага рэчыва. Яны могуць «забіраць» цяпло зямлі на невялікіх глыбінях, а калі ў зімовы час праз цеплавую помпу прапускаць цёплае паветра, якое выходзіць з кватэры, або выкарыстаную ў ваннай цёплую ваду, то значную частку такога цяпла можна будзе вярнуць назад у кватэру. Аднак цеплавая помпа не можа награвіць ваду занадта моцна – часцей за ўсё не больш чым да  $+50-60^{\circ}\text{C}$ , таму яго выкарыстоўваюць не як самастойную крыніцу энергіі, а як дадатковую, каб скараціць выдаткі паліва.



*Канцэпцыя цеплавых помпаў была распрацавана яшчэ ў XIX стагоддзі брытанцам У. Томсанам (лордам Кельвінам) і ўдасканалена аўстрыйцам П. Рытэр фон Рытынгерам. Але непасрэднае практычнае прымяненне цеплавая помпа атрымала пазней, у XX стагоддзі. Адночы вынаходнік Р. Вэбер, эксперыментуючы з маразільнай камерай, неспадзявана дакрануўся да гарачай трубы камеры і задумаўся пра выкарыстанне гэтага цяпла. Ён прыдумаў награвіць ад гэтай трубы ваду, але гарачай вады атрымалася занадта шмат, тады Вэбер зрабіў з трубы змеявік, які абаграваў і паветра ў доме. Потым вынаходнік прыладзіўся выпампоўваць цяпло з зямлі... і неўзабаве прадаў сваю старую вугальную печ, якая стала яго сям'і ўжо не патрэбнай!*

*Брытанскі фізік  
Уільям Томсан (лорд Кельвін).*



## Біямаса

У нашы дні расліны працягваюць працу далёкіх продкаў: збіраюць энергію сонца і, дзякуючы фотасінтэзу, назапашваюць яе ў сваіх целах. Вогнішча або камін абаграваюць нас таму, што дрэва, якое чалавек ператварыў у дровы, доўгія гады лавіла і збірала энергію сонца, а таксама вызваляла паветра ад вуглякіслага газу. Дрэвы працавалі для нас пры жыцці, яны аддаюць сябе нам, калі паміраюць у агні.

Калі карысныя выкапні, якія ўтварыліся вельмі даўно, не папаўняюцца, то біямасу можна атрымліваць нанова. Ссекшы для паліва старога дрэва, мы можам пасадзіць на яго месцы новае, і за некалькі дзясяткаў гадоў яно вырасце. Выкарыстоўваецца як паліва і розная трава, злакі, якія паспяваюць вырастаць за лета ці нават хутчэй.

Аднак давайце ўспомнім: многія з нас ужо карысталіся дапамогай дрэў, сядзячы каля вогнішча ці пазіраючы на танец агню ў садовай печцы, і колькі ж дрэў мы пасадзілі ўзамен? Гэтак жа ўсё адбываецца і ў вялікім свеце. Высечкі лясоў для розных патрэб – справа няхітрая, але ці заўсёды тыя, хто высакаюць дрэвы, садзяць узамен новыя лясы? А гэта ж так важна рабіць!



Выкарыстоўваць як паліва можна не толькі дрэвы, але і тыя часткі раслін, якія звычайна лічацца смеццем, напрыклад, пры вырошчванні бавоўны для адзення, збожжа ці пладоў для харчу можна збіраць і перапрацоўваць шалупінне, костачкі, салому.



**Біяпаліва** – паліва, якое атрымліваецца з расліннай або жывёльнай сыравіны, з прадуктаў жыццядзейнасці арганізмаў або арганічных прамысловых адыходаў – гэта значыць біямасы. Зараз людзі навучыліся атрымліваць вадкае біяпаліва для рухавікоў унутранага згарання (напрыклад, біяэтанол або біядызель), цвёрдае (дровы, брыкетты, паліўныя гранулы, дражка, салома, луска) і газападобнае (біягаз).

Расліны пры жыцці паглынаюць прыкладна такую ж колькасць вуглякіслага газу, якая вылучаецца пры спальванні. Калі б расліны заставаліся пасля гібелі ў прыродзе, прыкладна такая ж колькасць газу выдзелілася б паступова і пры іх перагніванні. Біямаса лічыцца адносна бяспечнай крыніцай энергіі. Але калі ў якасці паліва выкарыстоўваецца адыходы вытворчасці, напрыклад сталярнай (габлюшка), то гэта прыклад удалага выкарыстання біямасы, калі ж здаровы лес высакаецца менавіта на дровы – гэта прыклад марнатраўнасці.



Самы прасты і распаўсюджаны спосаб вытворчасці энергіі з біямасы – гэта яе спальванне. Але вогнішча лёгка развесці толькі з сухімі і смалістымі дрэвамі, прычым яшчэ і ляжаць гэтыя дровы павінны пэўным чынам. Таму вынаходнікі імкнуцца прыдумляць усё больш эканамічныя прылады, якія дазваляюць спальваць з большай эфектыўнасцю і экалагічнасцю раслінную сыравіну рознай вільготнасці і складу.

Расліннае валакно можна не толькі спальваць, але і вырабляць з яго ўніверсальнае паліва, якое лягчэй транспартаваць і выкарыстоўваць у традыцыйных прыборах і прыладах. З раслін, якія змяшчаюць масла, можна вырабляць рознае вадкае дызельнае паліва (або біядызель).

З цукра- і крухмалазмяшчальных прадуктаў можна атрымліваць спірт, ён таксама выкарыстоўваецца як паліва (біяэтанол).

Бразілія – адна з вядучых краін свету па вытворчасці і выкарыстанні біяэтанолу з цукровага трыснягу. Этылавы спірт ў цяперашні час пакрывае 18% патрэбы краіны ў аўтамабільным паліве.

**Мал. 3.1.13.** Завод па вытворчасці біяэтанолу ў Бразіліі.



**Мал. 3.1.14.** На запраўках у Бразіліі можна заправіць машыну біяпалівам.



### Дзіўныя крыніцы энергіі

У Аўстраліі запушчана першая ў свеце электрасілавая ўстаноўка, якая выкарыстоўвае ў якасці паліва арэхавае шкарлупінне. Будаўніцтва такога генератара абышлося аўстралійцам у 3 млн аўстралійскіх долараў. Аднак высокая прадукцыйнасць электрастанцыі, якая будзе перапрацоўваць да 1680 кг непатрэбнага арэхавага шкарлупіння за гадзіну, вырабляючы пры гэтым 1,5 МВт электрычнасці, дазваляе спадзявацца на яе хуткую акупнасць.



Індыйскія навукоўцы прыдумалі яшчэ адну альтэрнатыўную крыніцу энергіі. Яны вырашылі выкарыстаць бананы, іншую садавіну і гародніну, а таксама адыходы ад іх (скарынкі, семечкі) унутры батарэек. Ад чатырох такіх батарэек могуць працаваць насценныя гадзіннікі, электронная гульня або кішэнны калькулятар. Навінка разлічана, перш за ўсё, на жыхароў сельскіх раёнаў, якія могуць самі нарыхтоўваць інгрэдыенты з садавіны і агародніны для падзарадкі батарэек.



Не за гарамі той дзень, калі чалавек зможа самастойна выпрацоўваць электрычнасць! Амерыканскія даследчыкі распрацоўваюць спецыяльны абутак з пластмасавымі ўстаўкамі: падчас хады нага будзе ціснуць на пласцінкі, прымушаючы іх сціскацца і расцягвацца, што дазволіць выпрацоўваць да 3 Вт электрычнай энергіі. Гэтай колькасці энергіі цалкам хопіць, каб паслухаць на хаду радыё або музыку, зэканомішы на батарэйках!

Яшчэ адзін спосаб выкарыстання біямасы – **ферментацыя**.

Сельскагаспадарчыя жывёлы, з’ядаючы расліны і пераварваючы іх, пакідаюць пасля сябе гной, які таксама можа паслужыць для атрымання энергіі! Калі сабраць у закрытым катле гной і розныя прадуктывы адыходы, а потым нагрэць гэты кацёл да 50-60° С, бактэрыі пачнуць з’ядаць арганічнае рэчыва, утвараючы пры гэтым газ метан, які можна збіраць і выкарыстоўваць як паліва.



*Штогод на Зямлі ўтвараецца каля 170 млрд т першаснай біялагічнай масы і прыблізна той жа аб’ём разбураецца.*

Падвядзём некаторыя вынікі. У Рэспубліцы Беларусь створаны спрыяльныя ўмовы для пашырэння вытворчасці электрычнай і цеплавой энергіі на аснове ўзнаўляльных крыніц. Па стане на 2018 год на долю ўзнаўляльных крыніц энергіі (УКЭ) прыходзілася 6,2% валавога спажывання паліўна-энергетычных рэсурсаў (яшчэ дзесяць гадоў таму на УКЭ даводзілася крыху больш за 1% вырабленай энергіі). Выкарыстоўвалася энергія сонца, вады, ветру, біягаз, біямаса (дровы, адыходы драўніны і раслінаводства). Працавалі 239 розных устаноў па вытворчасці электраэнергіі з узнаўляльных крыніц, іх сумарная электрычная магутнасць складала 408 МВт. Пры гэтым 55 фотаэлектрычных станцый выпрацоўвалі 156 МВт; 99 ветраэнергетычных устаноў – 108 МВт; 51 гідраэлектрастанцыя – 95 МВт; 25 біягазавых комплексаў – 33 МВт; 9 міні-ЦЭЦ на адыходах дрэваперапрацоўчай прамысловасці – 15 МВт. Рэалізавана 25 праектаў па атрыманні біягазу на жывёлагадоўчых комплексах. Асвойваюцца магчымасці геатэрмальных рэсурсаў.

Тэхналогіі атрымання энергіі на аснове ўзнаўляльных крыніц становяцца больш даступнымі, што спрыяе іх шырокаму распаўсюджванню. Пасля ўвядзення Астравецкай БелАЭС асабліва ўвага будзе надавацца павышэнню эфектыўнасці ўзнаўляльнай энергетыкі. На 2019-2021 гады атрыманы квоты на стварэнне ўстаноў УКЭ сумарнай магутнасцю 132,7 МВт. Калі казаць пра далейшыя перспектывы, то да 2025 года доля УКЭ ў спажыванні паліўна-энергетычных рэсурсаў у краіне павінна дасягнуць 7%, да 2030-га – 8%, да 2035-га – 9%.

### 3.1.6. | Перавагі і недахопы розных крыніц энергіі

Пасля таго як мы даведаліся пра розныя крыніцы энергіі, хочацца зразумець: дык якія ж з іх – самыя лепшыя? Якія – самыя экалагічныя? Якія – найменш шкодныя для клімату? Якія – самыя танныя?

Адказ на гэтыя пытанні не такі прасты, як можа здацца на першы погляд. Справа ў тым, што параметраў, па якіх нам прыйдзеца параўноўваць паліва, вельмі шмат.

Немагчыма гаварыць пра эфектыўнасць тэхналогіі і кошту энергіі ў адрыве ад пытанняў змены клімату, экалогіі і здароўя. І таму перад прыняццем рашэнняў пра будаўніцтва і працу энергетычных станцый неабходна правядзенне самых розных экспертыз: тэхнічнай, эканамічнай, экалагічнай і іншых.

## Параметры параўнання крыніц энергіі

- Выкіды парніковых газаў пры здабычы і выкарыстанні.
- Выкіды шкодных рэчываў, небяспечных для здароўя чалавека і навакольнага асяроддзя, пры здабычы і выкарыстанні.
- Кошт перавозкі паліва ад месца здабычы да электрастанцыі.
- Кошт перадачы цяпла і электрычнасці на адлегласць.
- Кошт будаўніцтва энергетычнай станцыі, яе працы і дэмантажу пасля заканчэння тэрміну службы.
- Экалагічныя выдаткі (выдаткі на ліквідацыю катастроф, на лячэнне людзей і кампенсацыі сем'ям загінулых, высадка раслін для кампенсацыі выкідаў).
- Кліматычныя і геаграфічныя ўмовы, у якіх знаходзяцца прадпрыемствы па выпрацоўцы энергіі. З якога вадаёма будзе паступаць вада, наколькі лёгка забяспечыць яе ачыстку? Куды дзьмуць вятры ў гэтым месцы? Ці бываюць крытычныя ўмовы або сейсмічныя ўмовы? Наколькі зручныя транспартныя шляхі, па якіх будзе дастаўляцца сыравіна? Якія прыродныя аб'екты і населеныя пункты знаходзяцца ў непасрэднай блізкасці?
- Ачышчальнае абсталяванне і перапрацоўка адыходаў. Наколькі абсталяванне, якое ўстаноўлена на станцыі, можа быць сучасным? Ці дастаткова добрая сістэма ачысткі? Ці хопіць плошчаў, прадугледжаных для захоўвання і перапрацоўкі адыходаў? Можа здарыцца так, што ў першыя гады дзейнасці станцыі не паўстане «відавочных праблем» з адыходамі, але ў нейкі момант паўстане пытанне: куды іх падзець?





Давайце яшчэ раз узгадаем і параўнаем перавагі і недахопы асноўных прыродных крыніц энергіі.

## Вугаль



Вугаль – універсальнае паліва: яго можна выкарыстоўваць у любым клімаце, на электрастанцыях самай рознай магутнасці, аж да індывідуальных катлоў. Вугаль для перавозкі найбольш бяспечны, ён не выбухае, яго можна перавозіць на адкрытых платформах.



Вугальныя электрастанцыі – найбольш «брудныя». Пры магутнасці 1 МВт вугальная ЦЭС штогод выкідвае ў атмасферу 36,5 млрд м<sup>3</sup> гарачых газаў, якія змяшчаюць пыл і шкодныя рэчывы. Таксама застаецца вялікая колькасць попелу, які даводзіцца складаць. І самае галоўнае – аб'ём выкідаў CO<sub>2</sub> на вугальных электрастанцыях на адзінку вырабленай энергіі самы вялікі ў параўнанні з іншымі вуглевадароднымі крыніцамі энергіі.

Небяспечны і сам спосаб здабычы вугалю. З прычыны выбухаў падземнага газу, які вызваляецца, гінуць шахцёры. З шахт адпампоўваюць падземныя воды, засаленыя і каламутныя, якія потым скідаюцца ў рэкі і азёры (на 1 т вугалю ў сярэднім адпампоўваецца 3 т воды). У выніку на месцы распрацоўкі радовішчаў знішчаюцца расліны, жывёлы, забруджваюцца вадаёмы і глеба.

## Нафта



Нафтра вельмі простая ў выкарыстанні, яе можна транспартаваць як праз трубаправод, так і ў цыстэрнах на далёкія адлегласці. Нафта выкарыстоўваецца для вытворчасці рызіны, пластмасы, фарбавальнікаў, мыйных сродкаў і іншай прадукцыі.



Запасы нафты вычэрпваюцца, а кошт яе здабычы расце. Нафта пажаранебяспечная, буйным экалагічным бедствам становіцца і разліў нафты, яна пакрывае сваёй плёнкай усё жывое, парушаючы экасістэмы. Калі такія разліў адбыўся ў рацэ ці моры, ён распаўсюджваецца на вельмі вялікія адлегласці. Акрамя таго, пры спальванні нафтапрадуктаў таксама ўтвараецца вялікая колькасць CO<sub>2</sub>.

## Прыродны газ



Прыродны газ – найбольш чыстае і бяспечнае для навакольнага асяроддзя і клімату вуглевадароднае паліва. Яго лёгка транспартаваць.



Газ выбухованебяспечны нават у адносна невялікіх колькасцях. Выкіды парніковых газаў меншыя за іншыя віды вуглевадароднага паліва, аднак усё ж значныя. Ды і запасы газу ў прыродзе таксама небясконцыя! Цяпер з засваеннем тэхналогіі здабычы сланцавага газу яны сталі «большыя», але ўсё роўна колькасць газу абмежавана.

## Атамная энергія



Пры вытворчасці атамнай энергіі няма выкідаў парніковых газаў. Запасы ядзернага паліва дастаткова вялікія, бо з адносна невялікай колькасці паліва атрымліваецца вялікая колькасць энергіі.



Атамная энергія вырабляецца толькі на буйных станцыях і транспартуецца толькі ў выглядзе электрычнасці, паколькі такую небяспечную станцыю нельга паставіць у буйным горадзе – спажыўцу гарачай вады і цяпла. Утвараюцца адыходы, небяспека якіх захоўваецца стагоддзямі, таму яны патрабуюць асаблівага захавання. Пры адсутнасці парніковых выкідаў маюцца выкіды іншага характару – адпрацаваная радыеактыўная вада. Самы галоўны недахоп атамнай энергіі – гэта катастрофічныя наступствы нават пры невялікіх збоях.

## Сонца



Энергія сонца ўзнаўляльная, яе можна выкарыстоўваць у многіх раёнах Зямлі, адсутнічаюць шкодныя выкіды і выкіды парніковых газаў.



Сонечныя патокі нестабільныя, патрабуюцца дадатковыя акумулятары для пераўтварэння патоку энергіі, напрыклад у начны час ці ў пахмурнае надвор'е. Сонечныя фотаэлементы пакуль дарагія, навукоўцы шукаюць спосабы патаннення іх вытворчасці. Ёсць некаторыя праблемы, звязаныя з утылізацыяй адпрацаваных фотаэлементаў, бо ў іх змяшчаюцца шкодныя рэчывы. Сонечныя электрастанцыі займаюць вялікія плошчы.

## Вецер



Энергія ветру ўзнаўляльная, няма выкідаў парніковых газаў і шкодных рэчываў.



Для ветравых станцый патрэбны пастаянны моцны вецер. Каб ветравую электрастанцыю можна было выкарыстоўваць нават падчас слабога ветру, патрабуюцца дадатковыя акумулятары і пераўтваральнікі. Кручэнне лопасцяў стварае ваганні паветра і шум, якія могуць адпужваць жывёл і раздражняць людзей. Некаторых палохае сам выгляд гіганцкіх ветракоў, якія псуюць звыклы чалавечаму воку пейзаж. Неабходна таксама ўсталёўваць сістэмы адпужвання птушак, каб яны не траплялі ў лопасці, якія круцяцца.

## Вада



Гідраэнергетыка, энергія прыліваў і адліваў і хваляў узнаўляльная, яе лёгка здабываць, адсутнічаюць выкіды парніковых газаў і шкодных рэчываў.



Выкарыстанне энергіі вады прывязана да вадаёмаў. Пры будаўніцтве буйных ГЭС ствараюцца плаціны, затапляюцца землі вакол яе пад вадасховішча, а гэта вельмі складана і дорага. Узвядзенне ГЭС негатыўна адбіваецца на рачных і прыбярэжных экасістэмах. Таксама існуе небяспека аварый гідрастанцый з затапленнем населеных пунктаў ніжэй па цячэнні ракі.

## Цяпло Зямлі і нізкапатэнцыйнае цяпло



Энергія зямных нетраў узнаўляльная, яна даступная ўсюды. Адсутнічаюць выкіды парніковых газаў і шкодных рэчываў.



Працэс здабычы энергіі з глыбокіх падземных крыніц пакуль што дарагі і складаны. У выніку працяглай эксплуатацыі геатэрмальных рэзервуараў (адпампоўка вады і пары) прасядае грунт. Такое цяпло можа служыць толькі дадатковай крыніцай энергіі.

## Біямаса



Біямаса даступная і простая ва ўжыванні. Выкіды CO<sub>2</sub> у атмасферу падобныя да выкідаў, якія ўтварыліся б і пры натуральным перагнойванні раслін. Выкарыстанне біямасы ў месцах яе вытворчасці (сельская гаспадарка, лесанарыхтоўкі) вырашае праблему ўтылізацыі адыходаў. Па сутнасці, энергія здабываецца са смецця! З гною, акрамя газу, можна атрымліваць і ўгнаенні.



Сырую біямасу нязручна і нявыгодна транспартаваць. Пры вытворчасці газавага паліва трэба падтрымліваць тэмпературу закісання, не дапускаць выбухованебяспечных сітуацый, сачыць, каб бактэрыі не «вырваліся» надвор і не сталі крыніцай хвароб. Акрамя таго, газ мае непрыемны пах!

Некаторыя прадпрыемствы вытворцы сельскагаспадарчай прадукцыі замест звыклых харчовых культур цяпер хочуць выкарыстоўваць свае палі для вытворчасці біямасы, паколькі гэта прыносіць большы даход. У выніку зніжаецца вытворчасць і забяспечанасць насельніцтва Зямлі харчаваннем.

Калі ўзнаўляльныя крыніцы энергіі невычарпальныя і экалагічныя, дык чаму б не ўзяць і не адмовіцца цалкам ад вугалю, нафты, газу і атамных электрастанцый на карысць зялёных тэхналогій?!

Пакуль для шырокага развіцця ўзнаўляльнай энергетыкі ёсць абмежаванні. Работа электрастанцый на ўзнаўляльных крыніцах энергіі залежыць ад кліматычных умоў (сілы ветру, наяўнасці рэк, колькасці сонечных дзён), няма нейкіх універсальных разлікаў іх выкарыстання, якія можна распрацаваць раз і назаўжды. У кожным асобным выпадку станцыя будзе мець нейкія свае асаблівасці. Іншымі словамі, каб выкарыстоўваць энергію ўзнаўляльных крыніц, трэба прыкласці больш намаганняў (і грошай) у момант іх распрацоўкі і пабудовы. Аднак дзякуючы новым тэхналогіям эфектыўнасць вытворчасці энергіі з ўзнаўляльных крыніц паступова павышаецца, а кошт вытворчасці – зніжаецца.

Энергетычная галіна, асабліва тыя, што звязаныя з выкарыстаннем нафты, газу і вугалю, вельмі прыбытковая, бо энергія заўсёды запатрабаваная. У гэтай галіне задзейнічаны вельмі вялікія грошы! Таму ўзнікаюць шматлікія сутычкі паміж прадстаўнікамі ўлады, бізнесу і грамадскімі арганізацыямі па ахове прыроды. Гэтая сітуацыя аднолькавая ва ўсіх краінах свету, але калі глядзець на сітуацыю ў маштабе стагоддзяў, можна з упэўненасцю сказаць, што ў цэлым чалавецтва ўсё ж рухаецца да разумення грамадскай карысці. Нарэшце, тармозіць укараненне новых тэхналогій інерцыя чалавечага мыслення. Сусвет гатовы дарыць нам сваю энергію, але для гэтага мы павінны навучыцца выкарыстоўваць прыродныя магчымасці так, каб паляпшаць наш клімат, а не руйнаваць яго ў пагоні за імгненнымі выгадамі!

# Пытанны

1. Якія крыніцы энергіі выкарыстоўваліся ў старажытнасці?
2. Якія спосабы выкарыстання сонечных батарэй вы ведаеце?
3. Пералічыце як мага больш фактараў, якія трэба ўлічваць для вызначэння агульнага кошту атрымання электраэнергіі з тых ці іншых крыніц энергіі.
4. Электрычныя рухавікі не пакідаюць пасля сябе шкодных выкідаў. Ці можна лічыць іх за самыя экалагічныя?
5. Плоскія сонечныя калектары ўсталёўваюцца на дахах дамоў пад вуглом да гарызонту, роўным шыраце мясцовасці. Як вы думаеце, чаму?



# Заданні

## Заданне 1. Эксперымент

**Мэта:** канструяванне альтэрнатыўнага асвятлення.

**Матэрыялы:** празрыстая пластыкавая бутэлька з вадой, невялікі столік, коўдры.

**Ход эксперыменту.** Накрыйце столік коўдрамі так, каб у атрыманую «хатку» не пранікала святло. Вазьміце бутэльку з вадой і цалкам схавайце ў «хатцы». Прасуньце бутэльку ў шчыліну паміж коўдрамі. Вы атрымалі лямпачку, якая асвятляе вашу зацеменную «хатку». Гэтак жа можа свяціцца празрыстая пластыкавая лінейка, заціснутая паміж далонямі.

## Заданне 2.

Падзяліцеся на групы па колькасці спосабаў здабычы электраэнергіі. Кожнай групе трэба падрыхтаваць даклад у абарону свайго спосабу здабычы энергіі і інфармацыю пра «мінусы» ўсіх іншых.

Затым падрыхтуйце і правядзіце дэбаты пра карысць і шкоду розных электрастанцый, у тым ліку ў дачыненні да таго рэгіёну, дзе вы жывяце.



## 3.2. | Энергаэфектыўнасць і энергазберажэнне

Першы спосаб паклапаціцца пра планету – перайсці да выкарыстання тых крыніц энергіі, шкода ад атрымання якіх будзе мінімальная.

Другі спосаб – гэта скарачаць сваё энергаспажыванне. Мы пазнаёмімся з двума блізкімі, але ўсё ж рознымі паняццямі – энергетычная эфектыўнасць (энергаэфектыўнасць) і энергазберажэнне.



**Энергаэфектыўнасць** – суадносіны паміж выдаткаванай (або наяўнай) энергіяй і карысным прадуктам, якія атрымліваюцца пры гэтых выдатках.

**Энергазберажэнне** – меры, накіраваныя на змяншэнне аб'ёму энергіі, якую выкарыстоўваюць, і на прыцягненне ў гаспадарчы абарот узнаўляльных крыніц энергіі.

Прылада з'яўляецца энергаэфектыўнай, калі для атрымання патрэбнага выніку яна затрачвае менш энергіі ў параўнанні з іншымі такімі прыладамі.

Напрыклад, існуюць 4 віды лампачак: напальвання, флюарэсцэнтная, святлодыёдная і галагенавая. Апошняя амаль не выкарыстоўваецца, таму разгледзім на прыкладзе першых трох: усе лампы могуць даваць аднолькавую колькасць святла для вашага пакоя, але пры гэтым ужываць розную колькасць электраэнергіі. Тая лампа, якая ўжывае менш энергіі, будзе больш энергаэфектыўнай.

**Мал. 3.2.1.** Параўнанне энергаэфектыўнасці розных лампачак.

### **Важна!**

У кантэйнер для шкла ніякія лампачкі выкідаць нельга, таму што іх шкло адрозніваецца ад бутэльнага па структуры.



традыцыйная  
лампа напальвання



люмінесцэнтная  
(змяшчае ртуть, патрабуецца  
спецыяльная ўтылізацыя)



святлодыёдная  
(LED)

Каб зберагчы электраэнергію, трэба выключаць святло, калі яно не патрэбнае, своєчасова мыць вокны, свяцільні і самі лампы, выбіраць больш эканамічныя лампы пры іх замене.

Гэта значыць, у большасці выпадкаў для энергазберажэння не трэба нічога вынаходзіць, дастаткова проста змяніць свае звычкі і перастаць расходаваць энергію дарма!

У сярэднім па свеце на асвятленне прыпадае каля 20% электраэнергіі, якую ўжываюць будынкі. Энергазберагальныя меры дапамагаюць скараціць ужыванне электрычнасці і выдаткі на аплату электраэнергіі пры гэтым без шкоды для асвятленасці памяшканняў. Паводле ацэнак Міжнароднага энергетычнага агенцтва, да 2030 года можна зберагчы столькі электраэнергіі ад асвятлення будынкаў, колькі ўжывае ўся Афрыка на працягу аднаго года.

Напрыклад, усе мы раніцай чысцім зубы. Ці трэба нам у гэты момант, каб з крана цякла вада? Не! Яна патрэбна толькі ў той момант, калі мы ўжо апалоскваем рот. Але паназірайце за сабой і за сваёй сям'ёй: ці выключаны кран, калі чысцяць зубы? А каб падаць ваду ў наш кран, працавала станцыя водападрыхтоўкі, сістэмы помпаў, адным словам, толькі энергія выдаткавана нямала, не кажучы ўжо пра ваду!

Калі вы выключаеце тэлевізар (а часцяком і іншыя электронныя прыборы), вы пакідаеце яго ў рэжыме чакання. Аднак не ўсе ўсведамляюць, што ў такім становішчы тэлевізар працягвае ўжываць энергію, хоць і ў нязначнай колькасці. Сямейны выдаткі за святло крыху павялічваюцца ад гэтага. Гэта здаецца неістотным, але якая колькасць энергіі расходуюцца, калі мы палічым гадавыя страты ў маштабах усяго дома, горада, краіны! Таму ў краінах, дзе да энергазберажэння ставяцца сур'ёзна, рэкамендуюць не пакідаць тэхніку ў рэжыме чакання, а выключаць яе.



*Падлічана, што зарадка мабільнага тэлефона (за год) адказная за вылучэнне 0,3 кг CO<sub>2</sub>, а калі зарадка мабільніка ўключана ў разетку пастаянна, але пры гэтым не выкарыстоўваецца, губляецца 2,4 кг CO<sub>2</sub>.*

### **Выкіды CO<sub>2</sub>, звязаныя з выкарыстаннем мабільных тэлефонаў**

47 кг за год – пры выкарыстанні 2 хвіліны на дзень  
1250 кг за год – пры выкарыстанні 1 гадзіны на дзень  
Адна хвіліна – прыкладна 57 г  
Адно SMS-паведамленне – 0,014 г  
Пошук у Google – 0,2 г  
(за год выкіды ад Google – 1,3 млн т)



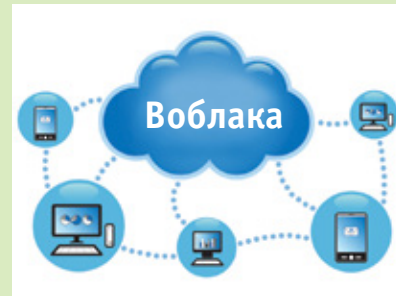
IT-індустрыя адказная прыкладна за 2-2,5% глабальных выкідаў вуглякіслага газу. Найбольшую ролю адыгрываюць персанальныя камп'ютары і маніторы – 40% ад усіх выкідаў IT-індустрыі.

Напэўна, не ўсе з вас ведаюць, што цяпер у свеце развіваецца такі напрамак, як «зялёны хостынг» – такі від інтэрнэт-хостынгу, які выкарыстоўвае зялёныя тэхналогіі для зніжэння негатыўнага ўплыву на клімат і навакольнае асяроддзе. Як правіла, ён уключае кампенсцыю выкідаў вуглякіслага газу, выкарыстанне ўзнаўляльных крыніц энергіі (Сонца, ветру, вады, цяпла Зямлі), пасадку дрэў і іншых раслін і іншыя дзеянні, накіраваныя на захаванне энергіі. Калі рост IT-індустрыі будзе працягвацца з такой жа хуткасцю, то да 2020 года забруджванні ад сумарнага ўздзеяння работы вылічальных сістэм перавысяць авіяцыйныя выкіды. Некаторыя спецыялісты як варыянт зялёнага хостынгу вылучаюць воблачныя тэхналогіі. Яны дазваляюць нашмат больш эфектыўна выкарыстаць вылічальныя магутнасці (у першую чаргу знізіць ужыванне электраэнергіі).

## Воблачныя тэхналогіі

Змяняецца не толькі рэальны свет, але і віртуальны. Не так даўно карыстальнікі Інтэрнэту атрымалі ў сваё распараджэнне так званыя «воблачныя тэхналогіі». Цяпер іх выкарыстоўваюць, у прыватнасці, Facebook, Twitter і так званыя «рухавікі», на якіх заснаваныя сэрвісы Google Docs, Gmail і іншыя падобныя.

Большасць вэб-сайтаў і серверных дадаткаў працуюць на канкрэтных камп'ютарах або серверах. «Воблака» – гэта сетка камп'ютараў, якія забяспечваюць работу пэўнай сістэмы, забяспечваючы спажыўцу паслугі ў выглядзе карыстання праграмным забеспячэннем або захоўвання дадзеных. Можна сказаць, што гэта глабальны віртуальны камп'ютар, дзе дадаткі працуюць незалежна ад кожнага канкрэтнага камп'ютара і яго канфігурацыі.



З развіццём шырокапалоснага доступу ў Інтэрнэт неабходнасць у тым, каб дадатак працаваў менавіта на вашым камп'ютары, становіцца ўсё меней і меней апраўданай. Паколькі ўсе «аблогі» настроены так, каб працаваць разам, дадаткам даступная ўся сумарная магутнасць гэтых камп'ютараў, як быццам бы гэта дадатак выконваўся на канкрэтным асобна ўзятым камп'ютары. Усё большая частка сучаснага праграмнага забеспячэння заснавана на вэб-тэхналогіях, а «аблогі» усяго толькі падхопліваюць эстафету, каб падняць перавагі вэб-дадаткаў на новы ўзровень.

Тэхнічныя вынаходніцтвы чалавецтва ўдасканальваюцца з кожным днём. Але вось выкарыстоўваецца толькі малая частка! Для таго каб прымяняць новае вынаходніцтва замест састарэлага, дарослым людзям патрабуецца пераадолець інерцыю сваіх звычак.

Па-першае, трэба знайсці час на знаёмства з новым вынаходствам.

Па-другое, трэба выдаткаваць грошы і сілы на тое, каб прыбраць, напрыклад, стары станок і замяніць яго новым, а людзей, якія працавалі за станком, навучыць выкарыстанню вынаходак. Потым гэтыя грошы акупацца і прынесуць прыбытак, але ж гэта будзе не адразу, так што не ўсім хочацца напружвацца дзеля будучыні.

Па-трэцяе, людзям, якія зараблялі грошы на продажы старога абсталявання, не хочацца губляць свой бізнес, асабліва калі ён прыносіў ім вялікі прыбытак. Цалкам магчыма, што яны будуць абурацца новым вынаходствам і ўсяляк перашкаджаць яго ўкараненню, настройваючы людзей супраць вынаходкі або нават пачаўшы змагацца з вынаходнікам супрацьзаконнымі метадамі.

Для агляду ўсіх энергаэфектыўных тэхналогій спатрэбіліся б тоўстыя тамы. Прычым не заўсёды сакрэт эфектыўнасці заключаецца менавіта ў механізме, шмат што залежыць і ад арганізацыі працэсу.

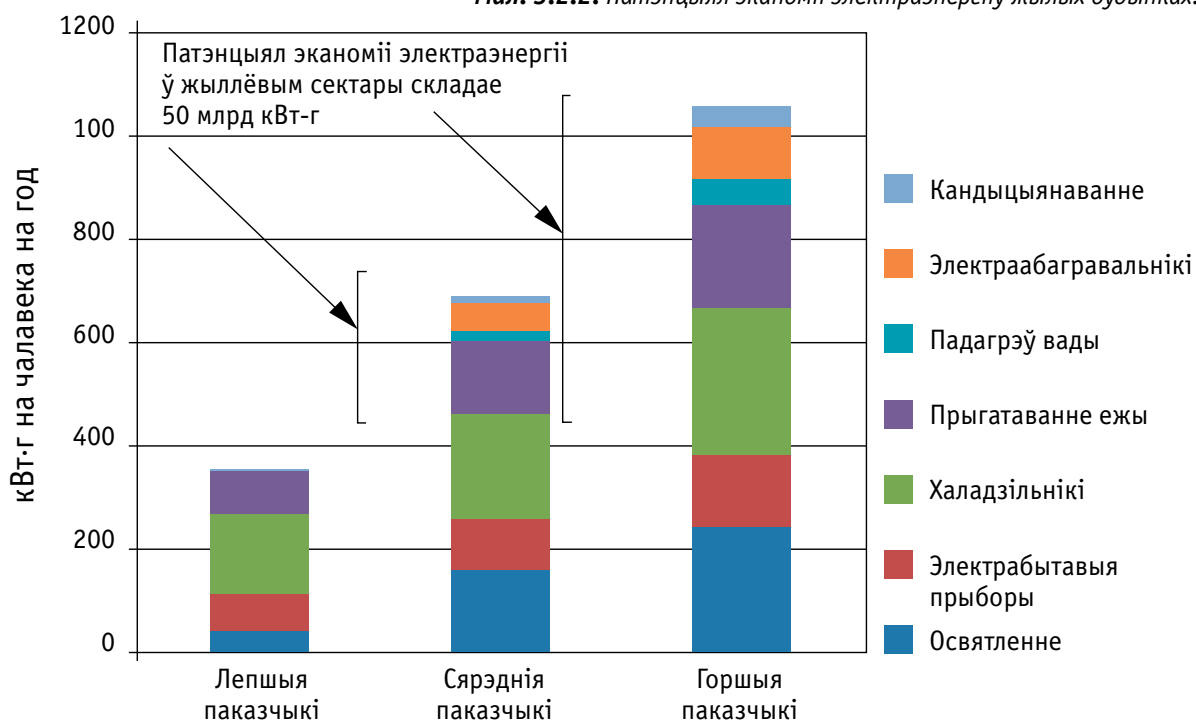
Энергаэфектыўнасць і энергазберажэнне вельмі важныя. Для кожнай сям'і – гэта скарачэнне камунальных выдаткаў. Для энергетычных кампаній – зніжэнне выдаткаў на паліва, а значыць зніжэнне кошту электраэнергіі. Для краіны – гэта эканомія рэсурсаў, павышэнне прадукцыйнасці і канкурэнтаздольнасці прамысловасці. Для клімату – гэта зніжэнне выкідаў парніковых газаў у атмасферу.



У сярэднім сям'я ў Беларусі расходuje прыкладна 200 кВт-г на месяц. Эканомная сям'я ўкладаецца ў 100 кВт-г на месяц, а марнатраўнай трэба 300 кВт-г на месяц. На мал. 3.2.2 паказана, з чаго складаецца гадавы энергабюджэт сярэдняй беларускай сям'і ў іх кватэры.

Выпрацоўка 2400 кВт-г на год на сям'ю ў сярэднім звязана з выкідамі амаль 2 тон  $\text{CO}_2$ . Выкіды ў 2 разы меншыя, калі электраэнергію даюць ЦЭС на прыродным газе, ГЭС і АЭС, а адыходы нафтаперапрацоўкі амаль не выкарыстоўваюцца. Пры выкарыстанні газу выкіды  $\text{CO}_2$  меншыя, а нафтапрадуктаў – значна большыя; на сучасных станцыях камбінаванага цыкла – меншыя, на старых – большыя.

Мал. 3.2.2. Патэнцыял эканоміі электраэнергіі жылых будынках.



ЦЭС, якая працуе на вуглевадароднай сыравіне.



ЦЭС, якая працуе на прыродным газе.



АЭС.



### 3.2.1. | Экалагічныя віды транспарту

Акрамя электрастанцый, пастаянным спажыўцом вуглевадароднага паліва стаў транспарт. Канешне, у параўнанні з велізарнай электрастанцыяй расход паліва ў аўтамабілі нікчэмны, аднак і колькасць аўтамабіляў у мноства разоў перавышае колькасць станцый. У цэлым, на транспарт прыпадае каля 13,5% сусветных выкідаў парніковых газаў, у тым ліку 10% – на аўтамабілі.

Пераважная большасць легкавых аўтамабіляў выкарыстоўвае ў якасці паліва бензін. Сучасны аўтамабіль для згарання 1 л бензіну расходуюе каля 200 л кіслароду. Гэта больш за той аб'ём кіслароду, які ўдыхае чалавек на працягу сутак. У сярэднім пры прабегу 15 тыс. км за адзін год аўтамабіль спальвае 1,5–2 т паліва і 20–30 т кіслароду.

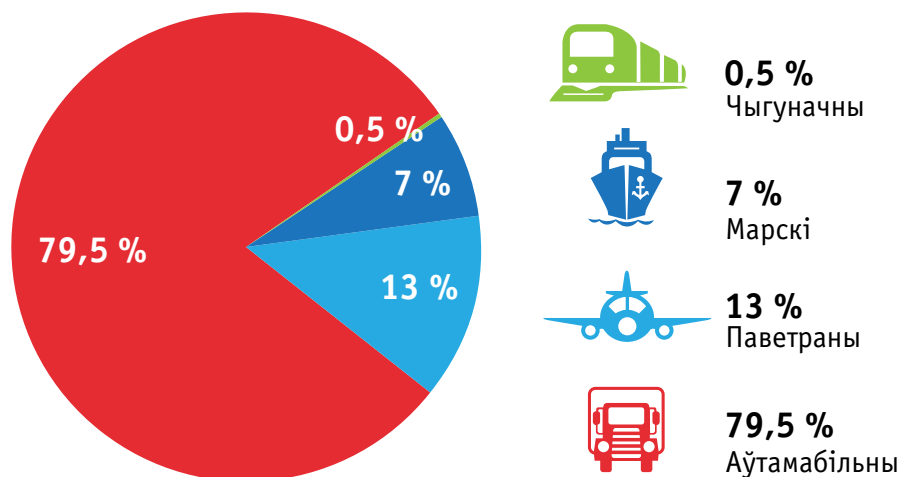
У працэсе працы рухавіка ўнутранага згарання ў атмасферу выкідваюцца выхлупныя газы, у склад якіх уваходзяць азот, пары вады, вуглякіслы газ (які складае ад 1 да 12% выкідаў па аб'ёме), а таксама таксічныя злучэнні і нават канцэрагенныя (сажа і бензапірэн).

Выкіды CO<sub>2</sub> ад 1 т бензіну – ад здабычы да спальвання – складаюць 3769 кг CO<sub>2</sub>.

Уплыў транспарту на змену клімату велізарны, паколькі большасць відаў транспарту выкарыстоўвае выкапнёвае паліва, пры спальванні прадуктаў якога ў атмасферу вылучаецца вуглякіслы газ. Аднак розныя віды транспарту маюць розную ступень уплыву. Так, найбольш бяспечным можна лічыць чыгуначны транспарт. Аўтамабілі адказныя амаль за 80% выкідаў парніковых газаў ад транспарту (Мал. 3.2.3).

Мал. 3.2.3. Доля выкідаў парніковых газаў рознымі відамі транспарту.

#### Доля выкідаў парніковых газаў рознымі відамі транспарту



#### Што можна зрабіць для памяншэння ўплыву транспарту на клімат?

Найбольш відавочны і вельмі дзейсны метад – гэта замена некаторых паездак тэлефонным або відэа/аўдыёзносінамі. Напэўна, найбольш папулярнай застаецца праграма Skype, якая дазваляе мець зносіны з сябрамі ў любой частцы свету, дзе ёсць Інтэрнэт.

Калі ў вас і вашых бацькоў ёсць магчымасць выбраць від транспарту – аддавайце перавагу цягніку. Цягнікі ў цэлым больш экалагічны спосаб пераадолення далёкіх адлегласцей, у параўнанні з самалётамі. Сучасныя тэхналогіі ў галіне чыгуначнага транспарту за апошнія дзесяцігоддзі значна прасунуліся наперад. У канструкцыях выкарыстоўваюцца менш цяжкія і менш грувасткія матэрыялы, удасканальваюцца рухавікі.

У французскім цягніку AGV кожны вагон абсталяваны сваім уласным рухавіком. Такая канструкцыя павышае энергаэфектыўнасць рухавіка на 20%.

**Мал. 3.2.4.** Энергаэфектыўны хуткасны цягнік «Сінкансэн» у Японіі.



Сетка высакахуткасных чыгунак у Японіі называецца «Сінкансэн». За апошні час ёй удалося павялічыць хуткасць сваіх цягнікоў і скараціць ужыванне энергіі на 40%. Новыя лёгкія цягнікі з падоўжанай формай «носа» галаўнога вагона больш аэрадынамічныя і значна больш энергаэфектыўныя (Мал. 3.2.4).

Многія замежныя чыгуначныя агенствы актыўна інфармуюць сваіх пасажыраў пра большую экалагічнасць менавіта чыгуначнага транспарту (Мал. 3.2.5).

Калі вы леціце кудысьці самалётам, то выбірайце авіякампаніі, якія выкарыстоўваюць новы парк самалётаў. Яны аказваюць меншы ўплыў на стан навакольнага асяроддзя і клімат, чым больш старыя мадэлі.

Калі раней вядучым разуменнем пры распрацоўцы новых мадэляў самалётаў была хуткасць, цяпер да пытання больш сістэмны падыход. Пад увагу распрацоўшчыкамі прымаецца скарачэнне колькасці паліва і вугляроднага следу пры вытворчасці. Распрацоўшчыкі зноўку прыглядаюцца да турбавінтавых самалётаў. Калі гадоў дваццаць таму здавалася, што час такіх самалётаў прайшоў (рэактыўныя лайнеры аказаліся хутчэйшымі), то сёння людзі зноў задумаліся над удасканаленнем старога віду самалётаў.

Некаторыя авіякампаніі прапаноўваюць паслугі кампенсацыі выкідаў вуглякіслага газу ад пералёту. Інтэрнэт-сэрвісы дазваляюць разлічваць выкіды CO<sub>2</sub> пры любых пералётах і адначасова іх кампенсаваць. Напрыклад, пералёт з Мінска ў Берлін і назад кампаніяй «Люфтганза» суправаджаецца выкідамі 0,199 т CO<sub>2</sub> на 1 пасажыра. Памер кампенсацыі для палёту ў абодва канцы ў эканамічным класе складзе 5 долараў ЗША. Унесеныя пасажырамі сродкі пойдучы на прыродаахоўныя праекты, звязаныя са зменамі клімату (Мал. 3.2.6).

**Мал. 3.2.5.** Прыклад інфармавання пасажыраў цягнікоў пра меншы ўнёсак чыгуначнага транспарту ў змену клімату ў параўнанні з іншымі сродкамі перамяшчэння (адваротны бок білета ў Італіі).



**Мал. 3.2.6.** Разлік выкідаў CO<sub>2</sub> і памеру кампенсацыі ад палёту Мінск – Берлін у эканамічным класе самалётам кампаніі «Люфтганза» ([http://lufthansa.myclimate.org/en/flight\\_calculators/new](http://lufthansa.myclimate.org/en/flight_calculators/new)).

The screenshot shows the myclimate website interface. At the top, it says "In cooperation with" and features the logos for myclimate (with the tagline "shape our future") and Lufthansa. On the left, there are navigation links: "Offset CO<sub>2</sub>", "About the CO<sub>2</sub> calculator", "Lufthansa and myclimate", and "FAQs on CO<sub>2</sub> offsetting". The main content area displays "Your flight:" with details: "From: Minsk Apt -1 (BY), MHP to: Berlin (DE), BER, Roundtrip, Economy Class, ca. 1,900 km, 1 traveller". Below this, it states "CO<sub>2</sub> amount: 0.199 t". Further down, it offers to compensate in other currencies: "If you would like to compensate in another currency, please choose from the following: **EUR CHF DKK GBP JPY NOK PLN SEK USD**". At the bottom, it promotes "Support international projects and sustainable development worldwide:" with a photo of people working on a project and a text box that says "Offsetting CO<sub>2</sub> emissions through myclimate projects" with a price tag of "USD 5.00".

Раскажыце бацькам пра энергаэфектыўнасць аўтамабіляў, калі яны плануюць пакупку. Падкажыце ім, што трэба выбіраць аўтамабіль класам не ніжэй за Еўра-4 (еўрапейскія экалагічныя стандарты рэгламентуюць колькасць у выхлапе аўтамабіляў вуглевадародаў, аксідаў азоту, чаднага газу і цвёрдых часціц).

Для таго каб паменшыць уплыў аўтамабіляў на клімат, неабходна выконваць правілы экаваджэння і скарачаць транспартны вугляродны след. Правілы экаваджэння маюць не толькі экалагічны сэнс, але і эканамічна выгадныя самім уладальнікам. Раскажыце пра гэты дарослым, якія выкарыстоўваюць аўтамабілі!

Пытанне пра эфектыўнасць і экалагічнасць аўтамабільных рухавікоў таксама застаецца адным з самых актуальных. Калі адносна нядаўна асноўнымі крыніцамі паліва для транспарту былі мазут, салярка і бензін, то цяпер ім на змену прыходзяць машыны, якія працуюць на газе – расход паліва пры гэтым змяняецца нямоцна, але самі выкіды змяшчаюць значна менш забруджвальных рэчываў.

Таксама вы, верагодна, ведаеце пра гібрыдныя аўтамабілі, электрамабілі і аўтамабілі, якія выкарыстоўваюць біяпаліва. Ёсць і экзатычныя транспартныя сродкі – машыны, якія працуюць на вадзе і руху паветра (ветрамабілі). Існуюць і сонечныя электрамабілі! З 1975 года ў Швейцарыі праводзяць шматдзённае ралі «Тур дэ соль», на якім сустракаюцца ўсе навінкі сонцамабіляў. У наш час яны ўжо не рэдкасць. У ЗША, Балгарыі, Швейцарыі і Германіі адкрываюцца сонечныя аўтазаправачныя станцыі!

**Мал. 3.2.7.** Паркоўка для электрамабіляў.



У Мінску развіваецца грамадскі транспарт, які карыстаецца энергіяй ад батарэй. Ён не прывязаны да кантактнай сеткі і не забруджвае паветра выхлапнымі газамі. Мала таго, без усялякіх агаворак можна сказаць: такі транспарт упрыгожвае горад. У 2019 годзе ў Мінску налічвалася 80 маршрутных аўтобусаў: белых і жоўтых, доўгіх і кароткіх, са старым і ўжо абноўленым дызайнам, тыя, якія працуюць у цэнтры сталіцы і ў яе спальных раёнах.



### Правілы экваджэння: скарэчаем транспартны вугляродны след

- Выключаць рухавік пры спыненні і ў доўгіх заторах.
- Сачыць за станам аўтамабіля: правільная рэгуліроўка колаў зніжае ўжыванне паліва на 5–10 %, рэгулярнае тэхнічнае абслугоўванне аўтамабіля – да 10%.
- Рэгулярна кантраляваць ціск у шынах: нават у гарадскіх умовах шыны, узровень ціску ў якіх ніжэйшы за норму на 25%, павялічваюць супраціўляльнасць аўтамабіля пры старце з месца на 10 %.
- Выкарыстоўваць сістэму клімат-кантролю / кандыцыянавання ў аўтамабілі беражліва: не выкарыстоўваць, калі тэмпература навакольнага асяроддзя таго не патрабуе, не адчыняць вокны, калі сістэма клімату ўключана.
- Тармазіць плаўна, гэта дазваляе выкарыстоўваць перавагі інерцыйнага руху аўтамабіля, расходваючы мінімальную колькасць паліва.
- Падвозіць спадарожнікаў. У заходніх краінах гэта называецца «карпул». Перавозчы з сабой яшчэ 3–4-х чалавек, вы адпаведна зніжаеце выкіды ў 3–4 разы.
- Рухацца ў адным радзе: пастаянныя перастраенні спрыяюць павелічэнню расходу паліва і адпаведна выкідаў вуглякіслага газу.
- Выязджаць загадзя, пазбягаць паездак у гадзіны пік, планаваць маршрут.
- Ездзіць з невялікай, але пастаяннай хуткасцю. Менш карыстацца педаллю тормазу, больш рухацца накатам, тармазіць і разганяцца больш плаўна, прагназаваць сітуацыю на дарозе (не разганяцца перад чырвоным сігналам святлафора). Спакойны стиль кіравання прыводзіць да эканомнага расходавання паліва.
- Не вазіць лішні груз на даху. На хуткасці 120 км/г пусты бокс для багажу павялічвае ўжыванне паліва на 5–10 %, бокс для горных лыжаў – на 10–20 %, ровар – на 30%, запоўнены бокс для багажу – на 35–40%.

Сучасныя электрамабілі.



Над стварэннем экалагічных аўтамабіляў сёння працуюць усе буйныя аўтавытворцы – ад «Таёты» і «Аўдзі» да «Ферары» і «Ролс-Ройса» – экалагічнасць машыны стала такім жа важным фактарам пры яе куплі, як якасць, бяспека і кошт. Кампаніі спаборнічаюць паміж сабой у імкненні максімальна зэканоміць энергарэсурсы і ў звяззенні да мінімуму негатыўнага ўздзеяння на навакольнае асяроддзе.

Выкіды парніковых газаў у маштабах горада можна скараціць, заахвоціўшы людзей, якія карыстаюцца аўтамабілямі, аддаць перавагу грамадскаму транспарту. Але для гэтага гарадскі транспарт павінен быць хуткім і зручным, ахопліваць усе раёны горада, звязваць цэнтр з ускраінамі, павінен стаць больш надзейнай і таннай альтэрнатывай асабістаму аўтамабілю. Калі ж перавесці грамадскі транспарт на прыродны газ, гібрыдныя і электрарухавікі, можна істотна знізіць выкіды парніковых газаў і палепшыць якасць паветра ў гарадской мяжы.

### **Карпул – сумесныя паездкі на аўтамабілі**

*Карпул (англ. carpool) – бязвыплатны правоз спадарожнікаў, звычайна пры штодзённых паездках.*

*Гэты спосаб перамяшчэння дазваляе знізіць нагрузкі на транспартныя сістэмы гарадоў.*

*Першая значная згадка пра карпул датуецца 1940-мі гадамі. Тады ўлады ЗША з мэтай забеспячэння арміі палівам абавязалі аўтаўладальнікаў у любое падарожжа браць у свой аўтамабіль спадарожнікаў. Такім чынам краіна эканоміла б вялікую колькасць бензіну. Аднак гэтая ідэя мела адзін істотны недахоп: аўтамабілі ў той час валодалі толькі забяспечанымі людзі, якія не жадалі саджаць у свае машыны выпадковых людзей.*

*У 1970-я гады ў Лос-Анджэлесе ўпершыню з'явіліся асобныя палосы руху для карпулу, цяпер іх шмат як у Паўночнай Амерыцы, так і ў Еўропе (яны абазначаюцца адмысловымі знакамі, а таксама белым ромбам, нанесеным на паверхню дарожнага палатна). У нашы дні карпул спрыяе скарачэнню колькасці аўтамабіляў на дарогах, памяншае патрэбу ў парковачных месцах, а ў глабальным маштабе дазваляе паменшыць выкіды парніковых газаў. Для пасажыраў выгада складаецца ў эканоміі сродкаў (памяншаюцца выдаткі на паліва, ремонт, паркоўку).*

**Мал. 3.2.8.** Выдзеленыя карпул-палосы на шашы для аўтамабіляў з пасажырамі.



## **Ровар – самы экалагічны від транспарту**

Самы экалагічны, прасты ў эксплуатацыі і да таго ж карысны для здароўя від транспарту – ровар. Навукоўцы падлічылі, што калі кожны дзень дабіраецца да школы або працы на ровары замест аўтамабіля, то можна скараціць асабістыя выкіды парніковых газаў на 1 т за год.

Асабліва папулярныя ровары ў Нідэрландах, Даніі, Нарвегіі, Швецыі і Германіі. У Капенгагене 1/3 жыхароў дабіраецца да працы на ровары. У Амстэрдаме 40% жыхароў карыстаюцца роварам кожны дзень.

У Мінску, паводле розных звестак, налічваецца ад 770 тыс. да 850 тыс. ровараў для дарослых, што практычна роўна колькасці легкавых аўтамабіляў. «Двухколавыя машыны» мае амаль палова дарослага насельніцтва сталіцы ва ўзросце ад 16 да 64 гадоў (47%).



У 2019 годзе ў Мінску запусцілі сістэму велапрату без станцый «Калабайк». Кампанія заакупіла для горада 3 тыс. ровараў, 300 электрароваў і 250 электрасамакатаў.



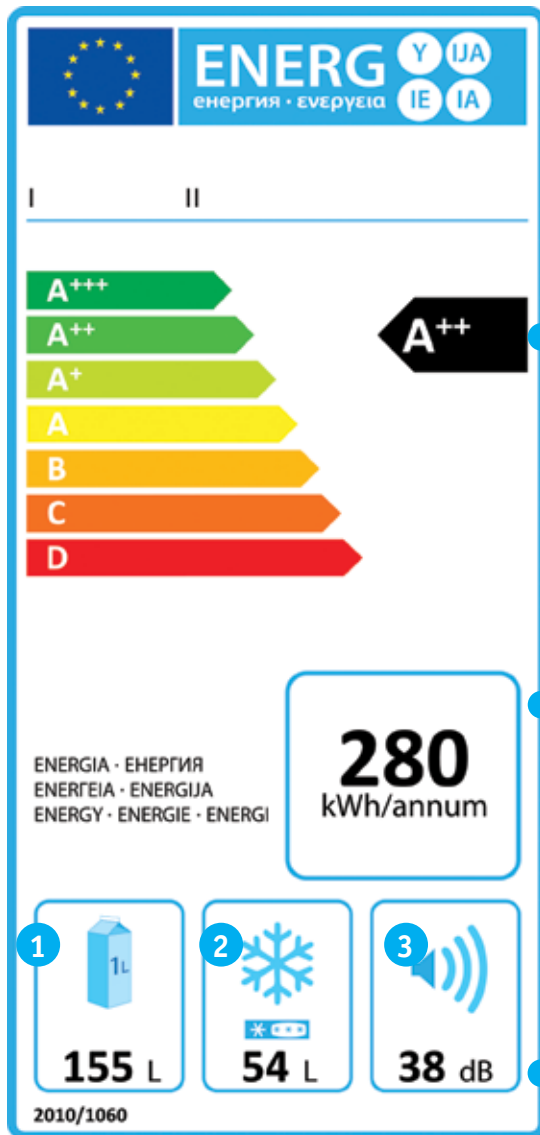
### **3.2.2. | Бытавая тэхніка і электрапрыборы**

У многіх краінах свету дзейнічае спецыяльная сістэма маркіроўкі бытавых прыбораў паводле іх эфектыўнасці.

Еўрапейская этыкетка энергаэфектыўнасці (European energy label) абавязковая для некаторых бытавых электрапрыбораў і лямпаў, якія прадаюцца ў краінах ЕС з 1995 года (Мал. 3.2.9).

Мэта гэтай этыкеткі – даць пакупнікам магчымасць параўнаць энергаэфектыўнасць, а таксама некаторыя ўласцівасці аналагічных тавараў аднаго або некалькіх вытворцаў. Найбольш энергаэфектыўнымі з'яўляюцца тавары, якія маюць клас энергаэфектыўнасці «А», альбо «А+», «А++», «А+++».

**Мал. 3.2.9.** Сімвольная этыкетка энергаэфектыўнасці новага ўзору для халадзільных камер, якія прадаюцца на тэрыторыі краін Еўрапейскага саюза.



Клас энергетычнай эфектыўнасці прыбора

Гадавое ўжыванне электраэнергіі кВт-г, вымеранае ў адпаведнасці са стандартам, з разліку работы прыбора 24 г на працягу 365 дзён

- 1 Агульны карысны аб'ём (у літрах) для захоўвання свежых прадуктаў
- 2 Агульны карысны аб'ём (у літрах) для захоўвання замарожаных прадуктаў
- 3 Узровень шуму (у дэцыбелах)

Знак энергаэфектыўнасці «Energy Star» быў распрацаваны Агенцтвам па ахове навакольнага асяроддзя ЗША (EPA) у 1992 годзе. Стандарт, пры выкананні ўмоў якога давалася права на выкарыстанне маркіроўкі, быў прызначаны для камп'ютарных манітораў з нізкім энергаўжываннем. Зараз 98% камп'ютараў маюць гэтую маркіроўку. Сёння такая маркіроўка прысвойваецца таксама 65 іншым тыпам тавараў: ад прыбораў да пабудов (напрыклад, у ЗША гэты знак энергаэфектыўнасці маюць больш як 1,4 млн будынкаў і больш за 20 тыс. заводаў і фабрык).

У 2002 годзе з дапамогай праграмы «Energy Star» амерыканцы скарацілі выкіды парніковых газаў на 53,5 млн т CO<sub>2</sub>, эквівалентных гадавым выкідам 14 млн аўтамабіляў, і пазбеглі выкарыстання энергіі ў памеры 5,3 МВт. Гэта дало магчымасць у цэлым эканоміць 7 млрд долараў. У 2012 годзе скарачэнне выкідаў парніковых газаў было ўжо роўна 254,7 млн т.

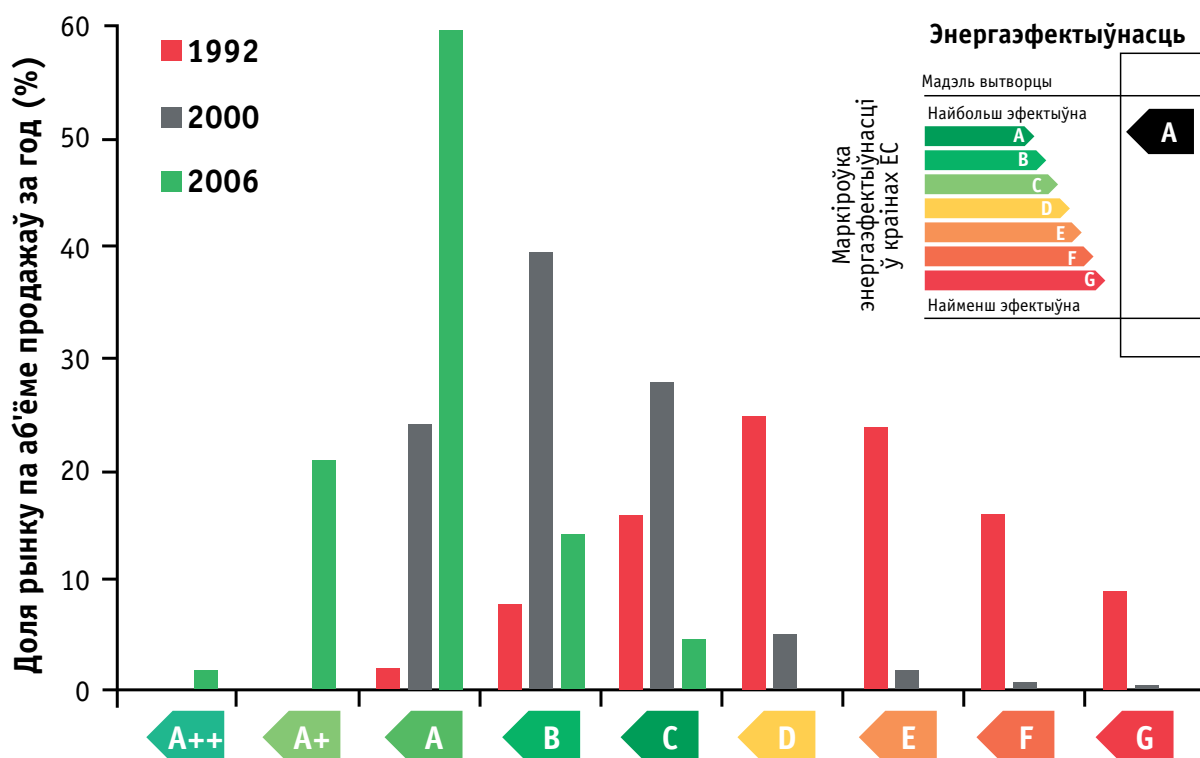
**Мал. 3.2.10.** Знак энергаэфектыўнасці «Energy Star», распрацаваны ў ЗША.





Этыкетка энергаэфектыўнасці паведамляе спажыўцу не толькі інфармацыю пра эканамічнасць прыбора, але і пра яго магчымасці. Пральная ж машына павінна ў першую чаргу добра мыць і выціскаць бялізну, а ўжо ў другую – эканоміць рэсурсы. У апошнія гады пакупнікі імкнуцца выбіраць тэхніку, якая не толькі добра працуе, але і эканоміць іх грошы, а значыць – і рэсурсы Зямлі (Мал. 3.2.11).

**Мал. 3.2.11.** Уплыў энергаэфектыўнай маркіроўкі і мінімальнага стандарту энергаэфектыўнасці на рынак халадзільнікаў і маразільнікаў у краінах ЕС.



Зрэшты, апроч энергаэфектыўнасці, нам трэба не памыліцца і з ацэнкай уплыву электрычнага прыбора на здароўе. Бо новыя прыборы, якія дазваляюць больш эфектыўна выкарыстоўваць энергію, канструююць інжынеры, а на пытанне пра тое, якое ўздзеянне гэта вынаходніцтва акажа на арганізм чалавека, могуць адказаць толькі медыкі і біёлагі. Ды і не заўсёды пабочныя эфекты відавочныя адразу! Таму здараецца так, што шкода ад нейкай навінкі выяўляецца толькі праз пэўны час. Недахопы новых тэхналогій не азначаюць немагчымасць іх выкарыстання, бо канструкцыі можна ўдасканальваць. Але ў любым выпадку мы павінны ставіцца да новых прыбораў уважліва – без забабонаў, але і без бесклапотнасці.

Напрыклад, нядаўна пачалі распаўсюджвацца індукцыйныя кухонныя пліты, якія вельмі зручныя ў выкарыстанні і эканомна расходуюць энергію – яны награвваюць не ўсё навакол, а толькі дно рондаля. Аднак уздзеянне віхравых магнітных палёў на чалавека яшчэ не даследавана.

### 3.2.3. | Зялёнае будаўніцтва. Пасіўныя і актыўныя дамы

Аўтамабілямі ці нават поўным наборам бытавой тэхнікі карыстаюцца не ўсё – гэта пытанне ладу жыцця. А вось у жыллі маюць патрэбу ўсе людзі. Таму ідэя пабудавать найбольш эаэгаэфектыўны дом заўсёды хвалывала чалавека. І сялянскія хаты, і шатры качавых народаў узводзіліся з улікам народных ведаў, нават калі яны не тлумачыліся навуква. Руская печ, якую цяпер можна ўбачыць часцей у казачных фільмах, была вельмі добрым прыкладам эаэгаэфектыўнасці. Тоўстыя сценкі добра захоўвалі цяпло, комін з перамычкамі дазваляў забраць у дыму ўсё яго цяпла.



Але вернемся ў наш час. У пачатку 1974 года адбыўся рэзкі скачок цэн на нафту, выдаткі на забеспячэнне жылля энергіяй рэзка ўзраслі, і гэта спарадзіла ўсплёск актыўнасці вынаходнікаў. Пачалі з'яўляцца першыя экзатычныя домікі, гаспадары якіх увасаблялі ў жыццё экалагічныя падыходы, выкарыстоўвалі крыніцы альтэрнатыўнай энергіі. Затым пачалося будаўніцтва адмысловых дэманстрацыйных будынкаў, у некаторых краінах урад пачаў заахвочваць такія праекты.

У 2002 годзе быў афіцыйна заснаваны Сусветны савет па экалагічным будаўніцтве, які аб'ядноўвае 30 тыс. кампаній у сферы будаўніцтва і нерухокасці з 80 краін свету. Яго ўдзельнікі пастаянна шукаюць новыя спосабы знізіць колькасць рэсурсаў, якія спатрэбяцца на ўсіх стадыях жыцця будынка: і пры будаўніцтве, і пры выкарыстанні, і пры рамонце, і дэмантажы, для якога калі-небудзь наступіць час. Улічваецца неабходнасць зніжаць выкіды парніковых газаў і забруджванне вод, мінімізаваць колькасць смецця, абараніць бліжэйшае асяроддзе пражывання. Такія будынкi каштуюць пры будаўніцтве некалькі даражэй, аднак гэтыя нацэнкі акупляюцца ўжо за 5–10 гадоў.

У залежнасці ад таго, наколькі эаэгаэфектыўны эаэгаэзахавальны дом, яго называюць пасіўным ці актыўным. Пасіўны дом не мае патрэбы ў ацяпленні або ўжывае каля 1/10 часткі энергіі, якая спатрэбілася б падобнаму звычайнаму дому. А вось актыўны дом не толькі расходвае мала энергіі, але і сам яе выпрацоўвае – а пры пэўных умовах можа нават аддаваць яе ў цэнтральную электрычную сетку! Сустрэкаецца таксама выраз «разумны дом» – гэта значыць, што ў ім адбываецца аўтаматычны аналіз эаэгаэжывання і аўтаматычнае кіраванне пэўнымі прыборамі.

*Мал. 3.2.12. Віікі – квартал будынкаў з нізкімі эаэгаэвыдаткамі ў Хельсінкі (Фінляндыя). У фасад убудаваны панэлі, якія акумуляюць сонечную энергію.*



## Пасіўны дом

Адна з галоўных ідэй пасіўнага дома ў паўночных краінах – памяншэнне цепластрат будынка. У ідэале ацяпленне пасіўнага дома адбываецца дзякуючы цяплу, якое выдзяляецца тымі людзьмі і бытавымі прыборамі, што жывуць у ім. Пры неабходнасці дадатковага абагрэвання пажадана выкарыстоўваць альтэрнатыўныя крыніцы энергіі. Пры будаўніцтве такога дома нярэдка выкарыстоўваюць цэглу, вырабленую з перапрацаванай сыравіны.

Цеплаізаляюцца не толькі сцены, але і падлога, столь, гарышча, склеп... нават падмурак. Старанна адсочваецца, каб у канструкцыі не было так званых «масткаў холаду» – дэталей і перамычак, якія здаюцца маленькімі, але з часам становяцца прычынай астуджэння будынкаў, у цэлым выдатна ўцепленых. Ужываючы падобныя тэхналогіі, можна знізіць страты цяпла амаль у 20 разоў!

## Экалагічныя сертыфікаты для будынкаў

У апошнія гады атрымалі больш шырокае распаўсюджанне стандарты экалагічнай сертыфікацыі будынкаў. Найбольш прызнаныя і распаўсюджаныя ў свеце сістэмы – BREEAM (Вялікабрытанія), LEED (ЗША) і DGNB (Германія).

Сістэма экалагічнай сертыфікацыі BREEAM распрацавана ў 1990 годзе. На сённяшні дзень у свеце налічваецца больш за 200 тыс. будынкаў, якія атрымалі гэты сертыфікат. Ацэньваюцца якасць кіравання будынкам, здароўе і самаадчуванне жыхароў, энергаэфектыўнасць, транспарт, вада, матэрыялы, якія выкарыстоўваюцца, адыходы, выкарыстанне зямельнага ўчастка, забруджванне.



breeam

Сістэма экалагічнай сертыфікацыі LEED распрацавана ў 1998 годзе. Крытэрыі ахопліваюць 6 раздзелаў: устойлівае развіццё тэрыторыі, эфектыўнасць ужывання вады, энергіі, ахова атмасфернага паветра, матэрыялы і рэсурсы, якасць унутранага асяроддзя, інавацыі. Будынкі могуць прэтэндаваць на чатыры ўзроўні сертыфікацыі: звычайны, сярэбраны, залаты і плацінавы, у залежнасці ад колькасці набраных балаў.



Сістэма экалагічнай сертыфікацыі DGNB распрацавана ў 2009 годзе. Яна заснавана на ідэі комплекснага планавання: ацэньваюцца адразу экалогія, эканоміка, сацыяльна-культурны і функцыянальны аспекты, а таксама размяшчэнне будынка.



## Першы будынак на Блізкім Усходзе з плацінавым сертыфікатам LEED

Пабудаваны ў 1995 годзе, будынак Гандлёва-прамысловай палаты Дубая (Аб'яднаныя Арабскія Эміраты) з'яўляецца яркім прыкладам таго, як стары небаскроб, які ўжывае вялікую колькасць энергіі і вады, можна перарабіць у сучасны, экалагічны і энергаэфектыўны будынак.

З 1998 па 2013 гады ўжыванне энергіі на чалавека ў будынку скарацілася на 63%, а вады – на 92%, што дазволіла эканоміць амаль 5,8 млн долараў ЗША на аплаце рахункаў. Пасля рэканструкцыі небаскроб атрымаў сертыфікаты «Energy Star» і першы на ўсім Блізкім Усходзе плацінавы сертыфікат LEED.

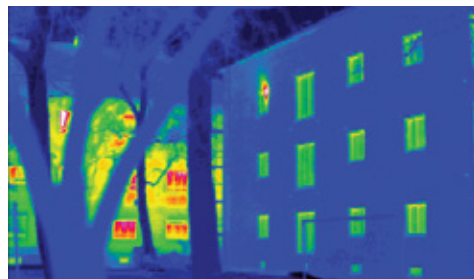


Старанна прадумана канструкцыя вокнаў: шкло-пакеты герметычныя, шкло забяспечанае спецыяльнай плёнкай, якая ўпускае святло і цяпло ўнутр, а вось знутры іх адлюстроўвае. Самыя вялікія вокны накіраваны на сонечны бок.

Прадумана сістэма абагрывання, кандыцыянаванне і вентыляцыі, якая выдаткоўвае рэсурсы больш эфектыўна, чым у звычайных дамах. Да прыкладу, ствараюцца такія канструкцыі, у якіх паветра, якое выходзіць з дома, і паветра, якое ідзе з вуліцы, ідуць міма адзін аднаго ў спецыяльным цеплаабменніку, дзе нагрэтае паветра кватэры аддае сваё цяпло халоднаму зімоваму паветру. А ўлетку спякотнае паветра з вуліцы, праходзячы ў дом пад зямлёй, паспявае крыху астыць ад судакранання з халоднай зямлёй. Сапраўды гэтак жа адбіраецца энергія і ў выкарыстанай вады. Канешне, часам і такія дамы патрабуецца дадаткова нагрэць або астудзіць, але трэба на гэта куды менш энергіі. Праўда, з цягам часу выявіўся ў такой канструкцыі і мінус: паветравод усё-ткі патрабуе клопату, і калі ён запыліўся або пры будаўніцтве выкарыстоўваліся ненатуральныя матэрыялы ці нешта было зроблена някасна, паветра можа стаць недастаткова свежым. Трэба таксама разумець, што і мэбля ў такіх дамах не павінна выдзяляць у паветра розныя шкодныя рэчывы.

На даху дома ўсталёўваюцца сонечныя калектары, а калі гэта зручна, то і ветракі. Пры асвятленні таксама выкарыстоўваюцца самыя эканомныя лампы – святлодыёдныя, а дзесьці нават атрымліваецца асвятляць дом, проста збіраючы сонечнае святло! Існуе і мноства розных дробязяў, якія ў суме могуць даваць адчувальную эканомію. Будаўніцтва пасіўных дамоў паступова набывае ўсё большы размах – так, да 2006 года па ўсім свеце (па большасці ў Еўропе) было ўжо больш за 6 тыс. пасіўных дамоў, офісных будынкаў, крам, школ, дзіцячых садкоў. Дырэктыва, прынятая краінамі Еўрасаюза ў снежні 2009 года, і зусім патрабуе, каб да 2020 года ўсе новыя будынкі былі блізкія да энергетычнай нейтральнасці.

**Мал. 3.2.13.** Фатаграфія ў інфрачырвоных прамянях паказвае, наколькі больш эфектыўная цеплаізаляцыя пасіўнага дома (справа) ў параўнанні са звычайным домам (злева).



### **Энергаэфектыўная рэзідэнцыя прэм'ер-міністра Вялікабрытаніі**

Дом 10–12 на Даўнінг-стрыт – адзін з самых вядомых будынкаў у цэнтры Лондана. Гэта рэзідэнцыя прэм'ер-міністра Вялікабрытаніі. Зараз 300-гадовы будынак перажывае пэўнае мадэрнізацыю, якая прадугледжвае пераход на новыя энергазберагальныя і экалагічныя тэхналогіі, такія як:

- аўтаматычны кантроль асвятлення з убудаваным датчыкам руху;
- утылізацыя цяпла, якое выдзяляецца ад электрапрыбораў, для нагрэву гарачай вады;
- палепшаная цеплаізаляцыя;
- змяшальнікі з больш нізкім расходам вады;
- збор дажджавой вады для арашэння саду;
- перапрацоўка больш за 90% будаўнічых адыходаў.

Дзякуючы праграме па мадэрнізацыі, рэзідэнцыя прэм'ер-міністра Вялікабрытаніі ўжо атрымала сертыфікат энергаэфектыўнасці BREEAM.



## Эка-школы

Эка-школы – гэта фундаментальная ініцыятыва, якая заахвачвае маладых людзей да ўдзелу ў актыўнай абароне навакольнага асяроддзя. Ініцыятыва пачынаецца ў звычайным школьным класе, пашыраецца па ўсёй школе, а ў канчатковым выніку спрыяе зменам грамадства ў цэлым. Сёння эка-школы працуюць больш чым у 60-ці краінах свету ад Вялікабрытаніі з Францыяй да Марока і ПАР.



Напрыклад, у сярэдняй школе Сідвел Фрэндз (ЗША) ужыванне энергіі зніжана на 60%, вады – на 90%. У двары школы ёсць сажалка, у якой вада з кухні і рукамынікаў часткова ў ім ачышчаецца і паўторна выкарыстоўваецца ў прыбіральнях. На дахах навучэнцы вырошчваюць гародніну і зеляніну для сталовай, выкарыстоўваючы для паліву дажджавую ваду. Для будынка школы ёсць спецыяльная сістэма вежаў, якія астуджаюць цёплае паветра з вуліцы, перш чым яно патрапіць у памяшканні. Устаноўлены прылады, якія рэгулююць паток сонечных прамянёў: яны накіроўваюцца ў першую чаргу ў цёмныя пакоі, дзе патрэбнае дадатковае святло.

У 2010 годзе ў Беларусі адбыўся старт экалагічнага руху «Зялёныя школы». Праект «Зялёныя школы» – комплексны адукацыйны праект, накіраваны на фарміраванне ў навучэнцаў каштоўнасцей адносінаў да прыроды, павышэнне ўзроўню экалагічнай скіраванасці адукацыі, інфармаванасці моладзі па пытаннях аховы навакольнага асяроддзя і рацыянальнага выкарыстання прыродных рэсурсаў, выхаванне адказных адносін падростаючага пакалення да прыроды, фарміраванне экалагічна пісьменных паводзін. Ужо ў 2019 годзе ў Беларусі каля 50-ці ўстановаў мелі адмысловы сертыфікат «Зялёнай школы».

## Актыўны дом

Актыўны будынак уключае ў сябе некаторыя з ужо згаданых энергазберагальных тэхналогій, якія выкарыстоўваюцца ў пасіўных дамах: цеплаізаляцыю або размяшчэнне вокнаў адносна сонечнага святла. Акрамя гэтага, актыўны будынак сам вырабляе энергію з узнаўляльных крыніц, выкарыстоўваючы сонечныя калектары для нагрэву вады, геатэрмальныя цеплавая помпы або іншыя альтэрнатыўныя тэхналогіі. Першы ў свеце актыўны дом быў пабудаваны ў Даніі, і на сённяшні дзень у Даніі створаны цэлы партал па актыўных дамах – [www.activehouse.info](http://www.activehouse.info).

## Прыклад актыўнага дома ў Даніі

«Дом для жыцця» – актыўны дом у Даніі з нулявым выкідам CO<sub>2</sub>. Дом сам вырабляе энергію з узнаўляльных крыніц і нават больш, чым трэба для ўласнага ўжывання. Сонечная цеплавая помпа і сонечныя калектары выпрацоўваюць энергію для ацяплення і нагрэву вады, а сонечныя панэлі – электраэнергію.

*Вокны ад падлогі да столі займаюць 40% фасада будынка: так памяшканні атрымліваюць больш натуральнага сонечнага святла і цяпла.*

*Усе пакоі абсталяваныя датчыкамі і разумнай сістэмай кіравання, якія рэгіструюць і падтрымліваюць аптымальную тэмпературу і вільготнасць паветра, аўтаматычна адчынаюць вокны, каб праветрыць памяшканне, і выключаюць святло, калі вы выходзіце з пакоя.*



### 3.2.4. | Зялёныя гарады

Па ўсім свеце ёсць мноства прыкладаў укаранення энергаэфектыўных тэхналогій у асобных будынках. Але гэта яшчэ не ўсё! Настаў час, калі людзі аб'ядноўваюцца і для больш маштабных праектаў.

Экалагічныя гарады... Чалавек марыць пра іх даўно. Уявіце сабе цэлы горад, спраектаваны ў гармоніі з навакольным асяроддзем. Яго жыхары імкнуцца расходаваць толькі сапраўды неабходныя рэсурсы, клапацяцца пра чысціню прыроды. Уся энергія ў горадзе вырабляецца з дапамогай узнаўляльных крыніц. Адыходы перапрацоўваюцца, знаходзячы сабе другое жыццё. Людзі ў гэтым горадзе ўсім сэрцам разумеюць неабходнасць клопату пра планету і адзін пра аднаго, а таму сярод іх пануюць мір і згода...



Усё больш людзей хацелі б, каб гэтыя мары ўвасобіліся ў жыццё. І пачынаецца больш удумлівае праектаванне зялёных гарадоў. У такіх гарадах чыстае паветра і чыстая вада. Сцёкавыя воды праходзяць ачыстку і зноў выкарыстоўваюцца для камунальных патрэб. Усе адкіды таксама перапрацоўваюцца і выкарыстоўваюцца паўторна. Мноства паркаў і азёр у цэнтры горада дазваляюць істотна знізіць эффект цеплага вострава. Дзелавыя, прамысловыя і жылыя зоны горада спланаваны так, каб было зручна дабірацца з дома на працу або ў школу, у тым ліку і на ровары. На дахах дамоў разбітыя сады або ўстаноўлены сонечныя панэлі і бакі для збору дажджавой вады. Пры будаўніцтве жылых і грамадскіх будынкаў прымяняюцца тэхналогіі пасіўных і актыўных дамоў.

Адразу ўсе гарады нельга перарабіць у экалагічныя, аднак па ўсім свеце ўжо пачынаецца частковае ўвасабленне падобных планаў.

## Самсё (Данія)

Жыхары дацкага вострава Самсё цалкам забяспечваюць сябе энергіяй з узнаўляльных крыніц і нават прадаюць частку энергіі. Для дасягнення падобнага выніку спатрэбілася 10 гадоў і 80 млн долараў інвестыцый, аднак усе ўкладанні ўжо акупіліся за кошт продажу электраэнергіі.

Астраўляне пабудавалі 10 ветравых устаноў на сушы і 11 у моры. У агульнай складанасці гэтыя ветрагенератары вырабляюць 28 ГВт-г энергіі на год.

Для атрымання цяпла на востраве выкарыстоўваецца ўзнаўляльная біямаса: салом, драўнянае пілавінне і іншыя адыходы раслін спальваюцца ў кацельнях.

Плошча вострава складае 114 км<sup>2</sup>, ён выцягнуты з поўначы на поўдзень амаль на 50 км і дасягае больш за 20 км у самой сваёй шырокай частцы. На востраве пражывае 4 тыс. чалавек, большасць з якіх займаюцца сельскай гаспадаркай. У найбуйнейшым населеным пункце Транеб'ёрг пражываюць усяго 800 чалавек, але ён горда называецца горадам.



## Масдар-Сіці (Аб'яднаныя Арабскія Эміраты)

Масдар (у перакладзе з арабскай мовы «крыніца») – новы экагорад у Аб'яднаных Арабскіх Эміратах (ААЭ). Горад размешчаны ў эміраце Абу-Дабі за 17 км ад сталіцы краіны і недалёка ад міжнароднага аэрапорта.

Ідэя будаўніцтва зялёнага горада ў пустыні, энергію якому забяспечваюць узнаўляльныя крыніцы, належыць адміністрацыі Абу-Дабі. Мяркуюцца, што насельніцтва горада складзе ад 45 да 50 тыс. чалавек, яшчэ каля 60 тыс. чалавек будуць штодня прыязджаць у Масдар на працу. Асноўныя прадпрыемствы і кампаніі будуць спецыялізавацца на распрацоўцы і вытворчасці экалагічна чыстых тэхналогій і тавараў. У горадзе цалкам забаронены аўтамабільны транспарт. Жыхары будуць перамяшчацца пешшу, на роварах, на грамадскім транспарце або на новых таксі, якія кіруюцца камп'ютарам. Вакол горада ўзводзіцца высокая сцяна для абароны ад гарачага пустыннага ветру. Унутры будзе шмат цяжкіх вулачак. У Масдары ўжо дзейнічае Навукова-тэхналагічны інстытут, тут таксама размешчаны галоўны офіс Міжнароднага агенцтва па ўзнаўляльных крыніцах энергіі.



## Востраў Трэжэр-Айленд (Сан-Францыска, Каліфорнія, ЗША)

У штаце Каліфорнія ў 1939 годзе быў створаны штучны востраў Трэжэр-Айленд. Планавалася, што на ім будзе пабудаваны аэрапорт, але перашкодзіла Другая сусветная вайна. Ваенна-марскія сілы ЗША пабудавалі на востраве ваенную базу, якая была заснавана ў 1996 годзе.

Зараз на Трэжэр-Айленд праходзяць праверку ідэі экалагічнага будаўніцтва. Мяркуецца, што жыць на востраве будуць 13,5 тыс. чалавек. Вытворчасць электрычнасці на востраве будзе адбывацца пры дапамозе сонечных батарэй, якімі плануецца да 2020 года пакрыць 70% дахаў будынкаў (гэта дасць да 30 ГВт-г электрычнасці кожны год). Яшчэ адна крыніца электрычнай энергіі – ветраныя электрастанцыі. Гараджане будуць купляць гародніну і садавіну з арганічнай фермы, якая размесціцца ў межах горада, будуць ездзіць толькі на экалагічных аўтамабільх і жыць у экадамах. Будынкi, якія ўзводзяць на востраве, ужо сертыфікаваны па сістэме LEED.



## Шэрфард (Англія)

Шэрфард – новы экалагічны горад, задуманы ў традыцыйным англійскай стылі. Па плане праект павінен быць завершаны да 2020 года. Рэалізацыю праекта падтрымлівае прынц Чарльз. Усе будынкi ў гэтым экагорадзе будуць узведзены з экалагічна чыстых матэрыялаў, вырабленых у Англіі, прычым не далей чым за 80 км ад месца будаўніцтва. Такім чынам, вугляродны след ад будаўніцтва можна будзе паменшыць: не трэба будзе перавозіць матэрыялы на вялікія адлегласці, выкідваючы пры гэтым у атмасферу парніковыя газы.

Горад спланаваны так, каб перамяшчацца пешшу і на роварах было зручна і хутка, каб без адмысловай шкоды для зручнасці жыхароў можна было нават забараніць аўтамабільны транспарт у некаторых яго частках. Прастора на дахах дамоў таксама будзе выкарыстоўвацца: там усталяюць электрычныя батарэй і будуць вырошчваць розныя расліны.





## Ванкувер (Канада)

Канадскі горад Ванкувер вядомы як адзін з самых экалагічных гарадоў у Паўночнай Амерыцы. Гарадскія ўлады вырашылі пайсці далей і прынялі амбіцыйны план – пераўтварыць Ванкувер у самы «зялёны» горад планеты. План, які быў распрацаваны пры актыўным удзеле мясцовых жыхароў, уключае такія меры, як поўны пераход на ўзнаўляльныя крыніцы энергіі і 100% перапрацоўку і ўтылізацыю адыходаў да 2050 года, развіццё сеткі роварных і пешаходных дарожак, будаўніцтва «зялёных» будынкаў, пераход на прыязныя клімату віды грамадскага транспарту, а таксама стварэнне мясцовых фермерскіх рынкаў і гарадскіх садоў.

Акрамя таго, гарадскія ўлады ў супрацоўніцтве з дабрачыннымі арганізацыямі стварылі Фонд для зялёнага горада для падтрымкі мясцовых ініцыятыў у гэтай сферы. Дзякуючы рэалізацыі гэтых мер, Ванкувер зможа знізіць выкіды парніковых газаў на 80% да 2050 года ў параўнанні з узроўнем 2007 года.



# Пытанні

1. У якія гадзіны энергаўжыванне большае?
2. Як вы думаеце, ці актуальныя пытанні энергазберажэння для гарачых краін?
3. Як трэба праектаваць горад, каб ён мог называцца зялёным?
4. Як вы думаеце, у якіх месцах вашага дома можа губляцца цяпло? Як гэтага можна пазбегнуць?
5. Чым адрозніваюцца «пасіўныя», «актыўныя» і «разумныя» дамы?



# Заданні

**Заданне 1.** Папрасіце ў бацькоў квітанцыі аб аплаце электраэнергіі за мінулы год, выпішыце колькасць выдаткаваных кілават-гадзін і пабудуйце графік.

Даведайцеся аб'ёмы ўжывання электраэнергіі асноўнымі бытавымі прыборамі: халадзільнікам, пральнай машынай, пыласосам, тэлевізарам, лямпачкамі і іншымі. Для гэтага трэба будзе: 1) даведацца магутнасць прыбора з яго пашпарта; 2) прыкладна падлічыць, колькі гадзін на дзень працуе гэты прыбор; 3) памножыць гэты час на колькасць дзён у месяцы; 4) памножыць магутнасць прыбора на час яго работы.

Складзіце на тым жа аркушы другі графік – сумарнае ўжыванне электраэнергіі вашымі бытавымі прыборамі. Прааналізуйце атрыманыя графікі, падумайце, чаму ў іх назіраюцца разыходжанні і з чым гэта можа быць звязана. Разам з бацькамі падумайце, што вы можаце зрабіць, каб скараціць расход электраэнергіі.

**Заданне 2.** Намалюйце вялікую карту экалагічнага горада, у якім хацелі б жыць вы. Як ён будзе называцца? У якой геаграфічнай кропцы будзе знаходзіцца? Як у ім будуць размяшчацца вуліцы? Ці будзе па іх ездзіць транспарт? Якія прадпрыемствы будуць у ім знаходзіцца (ці іх не будзе зусім)? У якой частцы горада будуць пабудаваны дамы і чаму? Намалюйце, як будзе выглядаць ваш уласны дом у гэтым горадзе. З чаго ён будзе пабудаваны? Да якога тыпу дамоў будзе адносіцца? Напішыце пра гэта сачыненне.

**Заданне 3.** На старонцы Вікіпедыі «Стабільныя гарады» і на іншых інтэрнэт-рэсурсах даведайцеся пра экалагічныя ініцыятывы ў розных гарадах свету. Знайдзі падрабязную інфармацыю пра сучасны стан якога-небудзь з экалагічных гарадоў і зрабіце даклад пра гэты горад у школе.



### 3.3. | Вугляродны след

Любая чалавечая дзейнасць, пры якой выкарыстоўваецца энергія, уплывае на клімат. Мы ездзім на аўтамабілях, падарожнічаем у іншыя гарады і краіны на самалётах, карыстаемся тэлевізарамі і камп'ютарамі, гатуем ежу, а потым прыбіраем яе ў халадзільнік. Мы высякаем лясы, каб зрабіць паперу і мэблю. Мы ўключаем ацяпленне зімой, а кандыцыянеры летам, і святло ў нашых дамах гарыць круглы год. Так мы пакідаем на Зямлі свой асабісты вугляродны след.

**Вугляродны след** – гэта сукупнасць выкідаў усіх парніковых газаў, зробленых чалавекам, арганізацыяй, мерапрыемствам, прадуктам, горадам, дзяржавай прама або ўскосна.



*Вуглякіслы газ складае каля 75% усіх выкідаў парніковых газаў, звязаных з дзейнасцю чалавека. Зразумейце: няма нічога «бясплатнага» для клімату!*

Зніжэнне выкідаў парніковых газаў – уласнага вугляроднага следу – можна лічыць паказчыкам экалагічна адказных паводзін.

Для зручнасці падліку і ўспрымання ўсе парніковыя газы пераводзяць у эквівалент CO<sub>2</sub>, гэта значыць разлічваюць, які аб'ём вуглякіслага газу быў бы выдзелены пры пэўным відзе дзейнасці. Гэты аб'ём паказваюць у адзінках CO<sub>2</sub>-экв.

#### Вугляродны след

- E-mail-паведамленне – 4 г
- тое ж паведамленне, калі ў ім ёсць дастаткова аб'ёмнае ўкладанне – 50 г
- 0,5-літровая бутэлька з вадой мясцовай вытворчасці – 110 г
- пластыкавы пакет у магазіне – 10 г
- у сярэднім бутэлька – 160 г
- маражанае – 500 г
- пара джинсаў – 6 кг



**Прамыя выкіды** – гэта аб'ём вуглякіслага газу, які залежыць ад выкарыстання выкапнёвага паліва. Напрыклад, прамы след вытворчасці – гэта колькасць парніковых газаў, выкінутых падчас работы завода ці фабрыкі або падчас работы аўтамашыны.

**Ускосныя выкіды** – аб'ём CO<sub>2</sub>, выкінуты ў атмасферу пры вытворчасці энергіі і яе транспарціроўцы для вытворчасці прадукцыі, якую вы купляеце, і паслуг, якія вам патрэбныя. Менавіта на гэтую частку вугляроднага следу мы можам уплываць: мы можам падумаць – і не купіць аднаразовую шкляначку, падумаць – і не паехаць сёння на машыне, а прайсціся пешшу, падумаць – і не запускаць пральную машыну з паловай загрузкі.

Разлікі вугляроднага следу (асабліва ўскосных выкідаў) складаныя, паколькі неабходна ўлічваць мноства розных фактараў і знайсці вялікі аб'ём інфармацыі. Акрамя таго, след аднаго і таго ж тавару будзе аднолькавым для вытворчасці і розным для спажыўца, паколькі важна ўлічваць транспартныя і адміністрацыйныя выдаткі для дастаўкі тавару.

Так, напрыклад, вугляродны след яблыка са свайго саду, з'едзенага пад дрэвам, на якім яно вырасла, складае 0 г CO<sub>2</sub>. Калі вы купляеце яблыкi, вырашчаныя ў вашым рэгіёне ў сезон (гэта значыць летам і ў пачатку восені), то вугляродны след яблыка складзе 10 г CO<sub>2</sub>. Вугляродны след імпортнага яблыка (прывезенага, напрыклад, з Італіі) складзе 150 г CO<sub>2</sub>.

Экалагічна адказныя камерцыйныя кампаніі кампенсуюць свой вугляродны след, інвестуючы сродкі ў кліматычныя праекты або набываючы вугляродныя сертыфікаты ў вядомых кампенсавальных кампаній. Тавары ці паслугі з нізкімі або нулявымі выкідамі CO<sub>2</sub> ці тыя, выкіды ад якіх былі кампенсаваныя, могуць атрымаць адпаведную нізкавугляродную або вугляродна-нейтральную маркіроўку, якая пацвярджае іх «спрыяльнасць» клімату (Мал. 3.3.1). Такая маркіроўка ўплывае на выбар спажыўцоў на карысць менавіта гэтага тавару ці паслугі.



Мал. 3.3.1. Прыклады вугляродна-нейтральных маркіровак.



# Пытанны

1. Што такое вугляродны след?
2. У якіх адзінках лічыцца вугляродны след?
3. Чый вугляродны след большы: у клубніц, якія вырастцілі ва ўласным гародзе, ці ў клубніц, якія прывезлі з-за мяжы і прыгожа ўпакавалі? чаму?



# Заданні

## Заданне 1.

### Тэст «Мой вугляродны след»

- А.** Калі ў магазіне вы набываеце гародніну, садавіну, то часцей за выбіраеце:
- мясцовыя, неўпакаваныя (1 бал);
  - з паўднёвых рэгіёнаў краіны, неўпакаваныя (2 балы);
  - з Францыі, Нідэрландаў, Аргенціны або іншых краін, неўпакаваныя (3 балы);
  - імпортныя, расфасаваныя ў індывідуальныя ўпакоўкі (4 балы)?
- Б.** Торба, з якой вы ходзіце па пакупкі:
- ільняная або баваўняная (1 бал);
  - папяровы пакет (2 балы);
  - поліэтыленавы пакет, нашу яго з сабой (3 балы);
  - поліэтыленавыя пакеты, якія бяру або купляю на касе ў магазіне (4 балы).
- В.** У якой тары вы купляеце звычайна сабе напоі:
- у папяровай (1 бал);
  - у шкляннай (2 балы);
  - у алюмініевай (3 балы);
  - у пластмасавай (4 балы)?
- Г.** Якой кнізе вы аддаце перавагу:
- новай, набытай у кнігарні (4 балы);
  - электроннай (3 балы);
  - кімсьці ўжо прачытанай (2 балы);
  - бібліятэчнай (1 бал)?
- Д.** Рыхтуючы падарунак сябру, вы аддаце перавагу:
- яркай і прыгожай паперы, вам усё роўна, з чаго яна зроблена (4 балы);
  - паперы са знакамі экамаркіроўкі, якія сведчаць пра магчымасць яе перапрацоўкі (2 балы);
  - выкарыстанай скрыначцы або пакету, папярэдне самастойна ўпрыгожыўшы іх (2 балы);
  - уручыць падарунак без ўпакоўкі (1 бал).



Адказы на тэст «Мой вугляродны след»:  
**ад 5 да 7 балаў:** След памерам з мушыную лапку. Браві! Вам нічога не застаецца, акрамя як лятаць, гудзець і перакрываць іншыя рэчы, як вы.  
**ад 8 да 10 балаў:** Каціны след. Супер! Не раслабляйцеся, лежачы на пецы, засталася зрабіць зусім крыху.  
**ад 11 да 13 балаў:** Адрэтак конската капіта. Хопіць таптацца на месцы!  
**ад 14 да 16 балаў:** След слана. Трэба прыкласці намаганні! Вы ступаеце цяжка, але ў вас ёсць сілы, каб далёка пайсці.

### 3.4. | Як я магу дапамагчы планеце? Скарачаем свой вугляродны след

На прыроду і клімат уплываюць не толькі парніковыя газы, але і нашы з вамі звычкі. Давайце паглядзім, як менавіта мы можам скараціць свой вугляродны след і дапамагчы планеце.

#### Тэмпература паветра ў памяшканні і цеплавы камфорт

У краінах з халоднымі зімамі амаль усе будынкi маюць патрэбу ў ацяпленні і захаванні цяпла. Большасць ацяпляльных сістэм у старых будынках былі пабудаваныя ў той час, калі цэны на цеплавую энергію былі нізкімі і энэргаэфектыўнасці не надавалі значэння. У большасці гарадоў у краінах Усходняй Еўропы, Каўказа і Цэнтральнай Азіі цеплавая энергія атрымліваецца ад спальвання газу або вугалю, што прыводзіць да выкідаў парніковых газаў, якія ўплываюць на клімат.

Альтэрнатыўныя варыянты атрымання энергіі для ацяплення – гэта выкарыстанне сонечных калектараў і цеплавых помпаў, аднак такія тэхналогіі ў нашых краінах толькі пачынаюць развівацца, таму назваць іх шырока распаўсюджанымі і даступнымі пакуль нельга.

Самы прасты спосаб – цеплаізаляцыя. На страты цяпла ўплываюць наступныя два фактары: розніца тэмператур у памяшканні і на вуліцы і цеплаізаляцыйныя ўласцівасці сцен, перакрыццяў, вокнаў, падлог. Значная частка цяпла пакідае памяшканні праз сістэмы вентыляцыі. Цеплаізаляцыя таксама можаць узнікаць з прычыны схаваных дэфектаў, з прычыны памылак у праектаванні, няякасна выкананых будаўнічых работ, старэння канструкцый і цеплаізалячучых матэрыялаў.

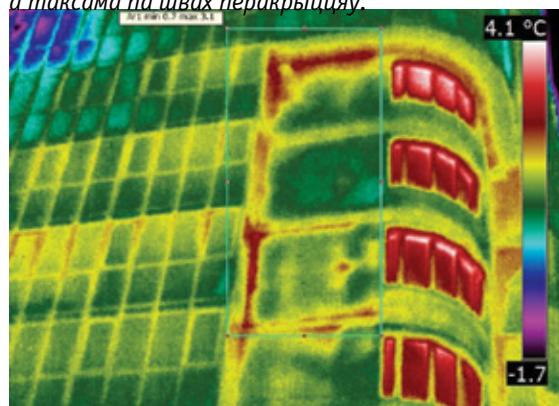
Для таго каб убачыць, наколькі добра захоўваюць цяпло сцены, перакрыцці, вокны, і вызначыць, дзе адбываюцца ўцечкі цяпла, выкарыстоўваюць цеплавізары – прыборы, якія дазваляюць ацаніць размеркаванне тэмпературы любой паверхні, напрыклад, сцяны жылога дома. Размеркаванне тэмпературы адлюстроўваецца на дысплэі (і ў памяці) камеры як каляровае поле, дзе пэўнай тэмпературы адпавядае вызначаны колер. Побач з выявай заўсёды прыводзяць шкалу, якая паказвае адпаведнасць колеру на малюнку і тэмпературы.

У любым панэльным доме самае слабое месца з пункту гледжання страт цяпла – стыкі панэляў вонкавай сценавой агароджы. Але і якасць устаноўкі вокнаў адказна за страты цяпла нават у новых адрамантаваных будынках.

*Мал. 3.4.1. Пяціпавярховы дом 1960-х гадоў пабудовы «свеціцца» ад цеплаізалячальных стыкаў. Радыкальным рашэннем (калі гаворка не ідзе пра знос гэтай рэканструкцыі) можа быць толькі якасны рамонт фасада з прымяненнем сучасных тынкавальных сістэм.*

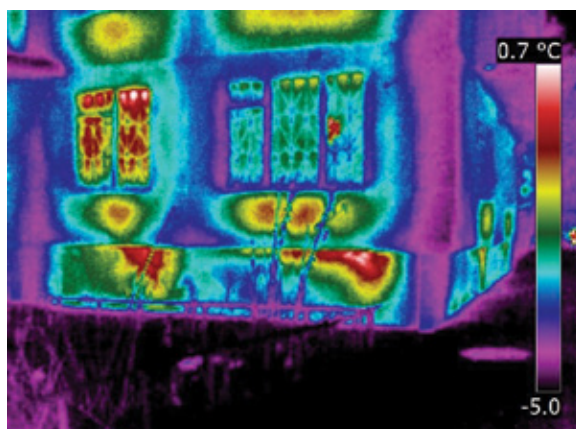
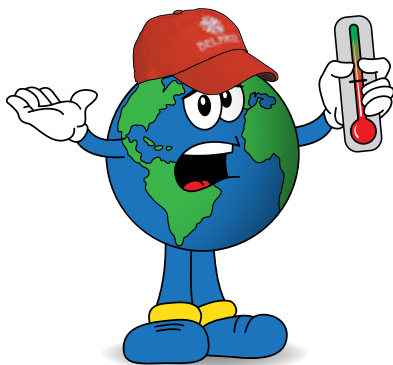


*Мал. 3.4.2. Вугал цаглянага дома ў Санкт-Пецярбургу, які прадзімаецца. Заўважныя цеплаізалячальныя ў месцы прылягання шклення балконаў і сцяны, а таксама па швах перакрыццяў.*





*Мал. 3.4.3. Чырвоныя плямы на малюнку – радыятары, размешчаныя пад вокнамі дома. Пад вокнамі першага паверха бачныя зоны ўцечак цяпла (прагрэў радыятарамі ацяплення).*



### Уцяпленне кватэры або дома

- Сучасныя пластыкавыя ці драўляныя аконныя канструкцыі выдатна абараняюць ад холаду, за імі лёгка даглядаць, яны простыя ў эксплуатацыі.

- Калі памяняць вокны няма магчымасці, то займіцеся іх уцяпленнем. Прайдзіце ўздоўж рам з запаленай свечкай або тонкім пёркам і з іх дапамогай знайдзіце скразныя адтуліны. Гэтыя шчыліны неабходна зашпакляваць. Лепш гэта зрабіць восенню, паколькі шпаклёўка не выносіць рэзкіх перападаў тэмпературы. Наносяць яе на сухія рамы.

- Заклейвайце вокны на зіму. Да добрых якасцей сучасных уцяпляльнікаў можна аднесці надзейную цеплаізалячую вокнаў і магчымасць шматразова адчыняць-зачыняць вокны з наклеенымі ўшчыльняльнікамі.

- Калі ў памяшканні цяжка захоўваць цяпло, выберыце шчыльныя шторы.

- Існуюць і цеплаадбівальныя плёнкі, якія не выпускаюць цяпло з дома. Іх можна ўсталёўваць у міжрамнай прасторы, а пры пэўных схемах мацавання на лета іх можна здымаць. Некаторы недахоп гэтай тэхналогіі ў тым, што асветленасць крыху падае – плёнка прапускае толькі 80% бачнага святла, і калі вокны кватэры знаходзяцца ў прыцемненых месцах (напрыклад, першы паверх, паўночны бок, зверху балкон суседзяў, насупраць ствол дрэва), то памяншэнне асветленасці становіцца крытычным. Але і ў гэтым выпадку можна ўзважыць плюсы і мінусы: дарослыя ў зімовы час наогул рэдка бываюць дома ў светлы час сутак, а многія дзеці займаюцца днём у гуртках і секцыях, так што падобная плёнка ў некаторых выпадках можа значна выратаваць.

- Калі ўваходныя дзверы прапускаюць холад, то ідэальны варыянт – замяніць іх на новыя. Калі вы мяняеце дзверы, уважліва аднясіцеся да выбару кампаніі-ўстаноўшчыка. Памятайце, што калі ўласна дзверы нязначна адрозніваюцца паміж сабой, то якасць іх устаноўкі – вельмі важны фактар як у зніжэнні страт цяпла, так і ў ізаляцыі ад шуму.

- Калі дзверы памяняць няма магчымасці, то іх уцяпленне можна ажыццявіць, абабіўшы дзверы тонкім пенапластам, вацінам або іншым цеплаізалячым матэрыялам, а затым скурзамяняльнікам. Асобную ўвагу надаюць шчыліне пад дзвярыма, праз якую выходзіць цяпло. Каб пазбавіцца яе, можна наляпіць на дзверы спецыяльную шчотку, усталяваць парог або зрабіць яго вышэйшым.

- Калі ў памяшканні халодна, то важна ўцяпліць сцены. Варта памятаць, што найбольш эфектыўным з'яўляецца ўцяпленне вонкавых сцен, напрыклад, з выкарыстаннем тэхналогіі «мокрага» фасада. Да сцяны мацуецца цеплаізаляцыйны матэрыял (на аснове мінеральнай або шклаваты), а затым ён адтынкаўваецца або пакрываецца фарбай.

- Яшчэ адзін спосаб захавання цяпла – правільная расстаноўка мэблі. Уздоўж самых халодных сцен павінны быць устаноўлены шафы – тады яны будуць служыць дадатковай перашкодай для пранікнення холаду ўнутр памяшкання. Мэбля ў памяшканні не павінна перашкаджаць цыркуляцыі цёлага паветра, таму не стаўце нічога побач з батарэяй.

- Самы прасты і танны спосаб уцяпліць падлогу – пакласці лінолеум на лямцавай аснове. Аднак ні ў якім разе нельга прыляпляць яго да падлогі, інакш зліплы лямец страціць цеплаізаляцыйныя ўласцівасці. Таксама пад любое з падлогавых пакрыццяў можна ўкладваць ізалючую плёнку або спецыяльны ўцяпляльнік.

- Найбольш відавочны спосаб палепшыць якасць ацяплення ў памяшканні – замяніць старыя радыятары ацяплення на сучасныя біметалічныя. Улічвайце, што такія работы трэба праводзіць да пачатку ацяпляльнага сезона. Плануючы набыць новыя радыятары, выбірайце такія, якія аснашчаны рэгулёўкай магутнасці.

- Калі замена немагчымая, то можна прымусіць старыя батарэі працаваць з большай аддачай. Для гэтага неабходна зняць з іх старую фарбу, ашкуруць і пафарбаваць у цёмны колер – гладкая і цёмная паверхня аддае на 5-10% цяпла больш. Таксама можна ўзяць ліст фанеры, пафарбаваць у серабрысты колер або абклеіць фольгай, а затым змясціць за батарэю. Такі цеплаадбівальны экран накіруе цяпло ў памяшканне, і вы не будзеце марна абаграваць сцены. Батарэі трэба рэгулярна праціраць ад пылу, паколькі ён перашкаджае цеплааддачы. Шторы і мэбля не павінны перашкаджаць адтоку цяпла ад радыятара ў памяшканне.

- Не перагравайце свой пакой! Лепш надзець нешта цёплае, чым дадаткова награваць паветра.

- Калі вы праветрываеце памяшканне, рабіце гэта залпавым спосабам, ненадоўга шырока расчыніўшы фортку і адкрыўшы дзверы для стварэння руху паветра.



### Прыгатаванне ежы

Электрапліта – вельмі магутны электрапрыбор: пры ўсіх уключаных канфорках і духоўцы яна можа ўжываць да 20 кВт, што ў 10 разоў больш за магутны электрачайнік або прас.

- Памятайце, што дно рондаляў і патэльняў, якія вы выкарыстоўваеце, павінна быць роўным і тоўстым. Няроўнае або ўвагнутае дно падаўжае час падрыхтоўкі ежы да 40%.

- Рондаль павінен быць такога ж памеру, як канфорка, каб цяпло не гублялася.

- Карыстайцеся вечкам! Пры падрыхтоўцы ежы ў адкрытым посудзе расход энергіі вырастае ў 2,5 разы.

- За 5 хвілін да канца прыгатавання ежы электрапліту ў некаторых выпадках можна выключыць і выкарыстоўваць рэшткавае цяпло.

- Выкарыстанне спецыяльных бытавых прыбораў (кававарак, скараварак, мультыварак) можа даць эканомію да 30-40% энергіі, пры гэтым удвая скараціўшы расход часу.

- Калі перад гатаваннем кашы заліць крупы вадой на некалькі гадзін, каша зварыцца хутчэй і захаве ў сабе больш вітамінаў. Грэчку можна замочваць каля гадзіны, рыс – даўжэй,

а вось фасолю або гарох можна замочваць на заўтрашні дзень звечара. Дарэчы, уласны час пры гэтым таксама эканоміцца: бо за варанымі крупамі трэба сачыць.

- Не варта наліваць лішнюю ваду для гатавання.
- Не налівайце поўны чайнік, калі патрэбен кіпень усяго для аднаго кубка.



### Халадзільнік

Халадзільнік – самы энергаёмісты прыбор у вас дома, і ад яго якасці і стылю выкарыстання ваш бюджэт залежыць вельмі моцна. Калі параўнаць сучасны халадзільнік з яго папярэднікам 20-гадовай даўніны (таго ж аб'ёму і спажывецкіх характарыстык), розніца ў энергаспажыванні можа складаць 3 і нават 5 разоў, асабліва калі праз старыя ўшчыльняльнікі, якія страцілі эластычнасць, у халадзільнік пранікае цёплае паветра. Для эканомнай сям'і з 1-2 чалавек купля новага халадзільніка можа ў 1,5 разы знізіць рахункі за электрычнасць.

- Перш чым адкрыць, падумайце пра тое, што вам у халадзільніку трэба. Дастаткова секунды, каб цёплае паветра пакоя пранікла ў халадзільнік на месца халоднага.
- Калі халадзільнік вялікі, лепш за ўсё паставіць у яго шмат варэнняў і саленняў. Бо пры адкрыванні халадзільніка на месца халоднага паветра хутка прыходзіць цёплае, а калі месца занята, то «разгуляцца» цяпла асабліва няма дзе.
- Ніколі не стаўце ў халадзільнік цёплую ежу! Ды і сам халадзільнік па магчымасці размяшчайце далей ад батарэі, пліты і прамых сонечных прамянёў.
- Ёмістасці з прадуктамі закрывайце, каб вільгаць з іх не выпаралася і не кандэнсавалася на сценах маразільніка.
- Часцей размарожвайце халадзільнік з ручной сістэмай размарозкі!

### Асвятленне



- Выкарыстоўваючы сучасную асвятляльную тэхніку, можна эканоміць да 40% энергіі.
- Нярэдка замест магутнай люстры на столі больш падыдзе кропкавае асвятленне ў тым месцы, дзе мы працуем ці чытаем. Карыстайцеся пераноснымі лямпамі і свяцільнямі.
- Гладкая белая паверхня адлюстроўвае 80% накіраванага на яе святла, цёмна-зялёная – толькі 15%, чорная – 9%. Пры выбары мэблі, шпалер, пакрываў для пакоя аддайце перавагу больш светлым колерам.
- Адзін з найлепшых спосабаў павялічваць асвятленне вельмі просты: лямпачкі і шкло вокнаў трэба своєчасова праціраць ад пылу!
- Большая частка святла пранікае ў пакой праз верхнюю частку акна, таму ў гэтым месцы асабліва важна яго нічым не перагароджваць.



## Бытавыя прыборы

Зніжэнне энергаўжывання можа дасягацца за кошт стылю выкарыстання бытавых прыбораў.

- Выбіраючы новую аўдыё-, відэа- або камп'ютарную тэхніку, аддавайце перавагу прыладам з найменшым энергаўжываннем. Канешне, рашэнні пра пакупкі ў сям'і прымаюць бацькі, але заўсёды ёсць магчымасць расказаць ім пра тое, што нам вядома – цалкам магчыма, што яны прыслухаюцца.

- Цалкам выключайце ўсе электрапрыборы, калі імі не карыстаецца. Такія прыборы, як тэлевізар, пры выключэнні пультам пераходзяць у «спячы» рэжым, ён лічыцца эканамічным, але энергія пры гэтым усё ж ужываецца.

- Не пакідайце ўключанымі ў сетку зарадныя прылады для мабільных прыбораў.

- Карыстаецеся якаснымі падаўжальнікамі з провадам вялікага сячэння. Пры малым сячэнні провад пачынае грэцца і электраэнергія патрэбная не на карысную працу электрапрыбора, а на нагрэў проваду падаўжальніка.



## Расход вады

- Мыйцеся пад душам, а ванну прымайце «па святах».

- 10 кропель з крана на хвіліну – гэта 263 л на год. Краны трэба чыніць своєчасова!

- У кожнага віду кранаў ёсць свае асаблівасці. Краны на рызінавых пракладках могуць працякаць часцей, але затое замяніць гэты маленькі кавалачак рызіны здольны любы школьнік. Шаравыя і керамічныя краны могуць служыць вельмі доўга, але толькі пры той умове, калі перад імі на трубе ўсталяваныя фільтры, таму што паліраваныя часткі гэтых кранаў вельмі адчувальныя да часцінак іржы ў вадзе. Керамічныя краны трэба закрываць мяккім рухам. Не так даўно на рынку з'явіліся тэрмастатычныя змяшальнікі – яны даражэйшыя, але затое дазваляюць хутчэй і дакладней наладжваць тэмпературны рэжым вады, а значыць, скарачаць яе непатрэбны расход.

- Набывайце звычку закрываць кран падчас выкарыстання вады, калі яна не патрабуецца бесперапынна. У асобных сем'ях прывыклі пад праточнай вадой чысціць бульбу, мыць – аднак усё гэта можна рабіць, выкарыстоўваючы зручныя тазы або вядзерцы. Мыць посуд, калі яго шмат, таксама лепш оптам – спачатку ўвесь намыліць, потым увесь спаласнуць. У сучасных ракавінах часам ёсць заглушкі, так што ёмістасцю для вады становіцца сама ракавіна.



## Мыццё і прасаванне бялізны

- Пры мыцці неабавязкова нагрываць ваду да 90° С і запускаяць поўны цыкл – такі рэжым прадугледжаны для мыцця рэчаў з вялікімі забруджваннямі. Калі бялізна і адзенне выкарыстоўваліся акуратна і не былі выпаканыя, усё цалкам адмыецца і пры эканомных рэжымах (паўсядзённае мыццё або кнопка паскарэння мыцця – на кожнай машыне для гэтага свой набор магчымасцей). Больш за тое, сучасныя пральныя парашкі змяшчаюць ферменты, якія забяспечваюць якаснае мыццё пры нізкай тэмпературы. Такое мыццё патрабуе амаль у 10 разоў менш энергіі, чым паўтары гадзіны мыцця пры тэмпературы 90° С.



- Нагружайце пральную машыну цалкам, неэканамічна сціраць адны джинсы.

- Рэчы ў барабане пральнай машыны павінны размяшчацца раўнамерна, інакш машына не зможа перайсці ў рэжым хуткага кручэння барабана. Тады пры кручэнні цэнтрафуга будзе адчуваць менш перагрузак, цыкл мыцця скончыцца хутчэй, а дэталі пральнай машыны будуць служыць даўжэй.

- Пры прасаванні сартуйце рэчы па матэрыяле – можна пачаць з нізкіх тэмператур, потым перайсці да рэчаў, якія патрабуюць высокіх тэмператур, а некалькі дробных рэчаў пакіньце для таго, каб дапрасаваць іх ужо пасля выключэння праса.

- Некаторыя рэчы, калі пасля мыцця іх акуратна размясціць на вешалках, не трэба прасаваць.



## Паўторнае выкарыстанне сыравіны

Мы прывыклі бачыць вакол сябе багацце рэчаў, але гэта не значыць, што яны дастаюцца дарма. Усё, чым мы карыстаемся, выраблена пры дапамозе энергіі і працы многіх людзей. Пры гэтым адыходы пры вытворчасці рэчаў і сметнікі, якія растуць, ствараюць неспрыяльныя для жыцця месцы і ўплываюць на клімат.

- Перад купляй новай рэчы заўсёды варта падумаць, ці сапраўды гэтая рэч патрэбная. Магчыма, яна патрэбна толькі на невялікі час і ёсць магчымасць у кагосьці яе пазычыць.

- Беражлівыя адносіны падаўжаюць жыццё рэчаў.

- Калі рэч з нейкай прычыны стала нам не патрэбна, варта падумаць, каму яна спатрэбіцца. Цацкі ці вопратку, з якіх мы выраслі, можна аддаць у дзіцячы сад, у прытулак ці проста малышам у двары. У Інтэрнэце таксама існуюць супольнасці, дзе людзі прапануюць нейкія свае рэчы ў падарунак, і, як ні дзіўна, вельмі многія рэчы знаходзяць новых гаспадароў. З цюбікаў або скрыначак умельцы робяць нешта новае. Хтосьці рэстаўруе старыя лялькі і цацкі. Хтосьці ўмее збіраць з некалькіх няспраўных прыбораў адзін дзеючы.

- Прачытаныя кнігі, якія мы не перачытваем, можна аднесці ў бібліятэку ці ў пункт буккросінгу, папулярнага ў апошнія гады: спецыяльныя палічкі пры некаторых кнігарнях або бібліятэках, куды можна прынесці любую сваю кніжку і абмяняць на іншую, якую туды прынеслі да вас.

- Калі рэч канчаткова зламана, то матэрыял, з якога яна зроблена, можна пусціць у перапрацоўку. У еўрапейскіх гарадах раздзельны збор смецця даўно стаў звыклай рэальнасцю, але большасць гарадоў у былых савецкіх краінах пакуль гэтым пахваліцца не могуць. Можна пашукаць у Інтэрнэце, дзе-небудзь у вашым горадзе павінны быць пункты прыёму другаснай сыравіны, раптам вам пашанцуе і яны знаходзяцца недалёка? Можна таксама паспрабаваць аб'яднаць намаганні жыхароў вашага дома, пагаварыўшы з упраўляючым і расклеіўшы лістоўкі, або аб'яднацца з сябрамі ці паспрабаваць угаварыць школьнае кіраўніцтва. Разам можна назбіраць досыць пластыку, макулатуры і металу, каб паездка ў пункт прыёму сыравіны мела сэнс.

- У магазіны трэба браць свае торбы, адмаўляючыся ад тых пакетаў, якія прапануюць на касе. Пакіньце гэту зручнасць для выключных выпадкаў. Зараз прапануюць поліэтыленавыя пакеты для пакупак стала звычайным сэрвісам; у нейкіх выпадках гэта зручна і неабходна, але ўсюды, дзе мы можам ад іх адмовіцца, лепш казаць пра гэта прадаўцам. У некаторых краінах нават ўводзіцца абавязковая плата за пластыкавую ўпакоўку або, наадварот, падаюцца зніжкі для пакупнікоў, якія прыйшлі ў магазін са сваёй торбай.

- Пральны парашок, шампунь, некаторыя крупы, якія расходуюцца паўсядзённа і доўга захоўваюцца, лепш купляць у вялікіх аптовых упакоўках. Нагадайце пра гэта бацькам!

**Таблица 3.4.1.** Параўнанне паперы, атрыманай з 100 % першаснай цэлюлозы і паперы, на 100 % вырабленай з другаснай сыравіны (у разліку на 1 тону паперы).

	Папера, на 100 % вырабленая з першаснай цэлюлозы	Папера, на 100 % вырабленая з дру- гаснай сыравіны	Эканомія
Выкарыстанне драўніны	3 т	0 т	3 т (24 дрэва)
Выкарыстанне энергіі	11,1 тыс. кВт·ч	6,5 тыс. кВт·ч	4,7 тыс. кВт·ч
Выкіды парніковых газаў	2581 кг CO <sub>2</sub>	1625 кг CO <sub>2</sub>	956 кг CO <sub>2</sub>
Сцёкавая воды	72,2 тыс. л	39,1 тыс. л	33,1 тыс. л
Цвёрдыя адыходы	1033 кг	506 кг	528 кг

Калі мы захаваем 1 т паперы, то мы таксама захаваем 13 т нафты, 4100 кВт·г электраэнергіі і 32 т вады. Вытворчасць і друк аднаго аркуша А4 – гэта 28 г CO<sub>2</sub>, а капіраванне аднаго аркуша А4 – 380 г CO<sub>2</sub>.

### Эканомія энергіі пры вытворчасці прадукцыі з другаснай сыравіны

Алюміній – 95 %

Цынк – 60–70 %

Папера – 64 %

Медзь – 70–85 %

Магній – 95 %

Пластык – 80–88 %

Свінец – 60–80 %

Сталь – 70 %

Шкло – 68 %

Такім чынам, каб знізіць свой вугляродны след, старайцеся выкарыстоўваць менш энергіі (не растрачвайце яе марна), не купляйце непатрэбныя рэчы і прадметы з залішняй упакоўкай, здавайце смецце ў перапрацоўку, хадзіце пешшу і ездзіце на ровары, калі гэта магчыма, купляйце прадукты харчавання, вырабленыя ў вашым рэгіёне. І, нарэшце... будзем заўсёды памятаць, што нашы першыя памочнікі – расліны. Беражыце іх і па магчымасці высаджвайце і дома, і ў двары!



Рис. 3.4.4. Изменение климата: советы о том, как сократить свой углеродный след.

# Змена клімату

Парады пра тое, як скараціць свой вугляродны след

**Вугляродны след** – гэта сумарна колькасць парніковых газаў, якія палірае чалавек, карыстаючыся энергетычнымі рэсурсамі або робячы пакупкі.

**СО<sub>2</sub>**, **метан** і **вазніскі газ** – асноўныя парніковыя газы, які ўносяць на змену клімату. Ён надзімаецца ў атмасферу пры спаленні вугляродных паліваў: нафты, вугалю і прыроднага газу. Яны выкарыстоўваюцца для выраблення электрычнасці і ацялення будынкаў. Часта выкарыстоўваюцца і для выраблення транспартных выдаткі энергіі (руроў, машын, самалётаў, вывадкі СО<sub>2</sub> і іншых парадкаў). З гэтых кожнага з іх вылучаюцца асобныя парніковыя газы.

Чытай парады. Чытай парады – **СКАРАЧАЙ СВАЎ ЗЕЛЕНЬНІЧЫ СЛЕД!**

**ПА ДАРОЗЕ У ШКОЛУ, НА АДАПЧАЧЫНКУ І У ПАРКЕЗДЗЕ**

Частцей **ходай пешшу** і карыстайся роўтарам.

Карыстайся **грамадскім** транспартам.

Пры паездцы ў іншы горад, калі ён не вельмі далёкі, аддай перавагу **цягніку**, а не самалёту.

**СКАРАЧАЙ свой вугляродны след!**

**У ШКОЛЕ**

Павесь гэты плакат у сваёй школе або ў пад'ездзе дома.

Раскажы пра гэтыя **парады** сябрам і знаёмым.

**САЎДЗЕЛЬНІЧАЙ**

у барацьбе са зменай клімату!

**ПАРАДЫ НА КОЖНЫ ДЗЕНЬ**

**Шчыльна закрывай** ваднаправодны кран. Стаўся **беражліва** да рэчэй, тады яны праслужаць даўжэй.

Радавей карыстайся **прынтарам, эканом паперу**.

**Сартыруй адходы** для іх перапрацоўкі і **другаснага выкарыстання**.

Выкарыстоўвай **рэчы**, **вырабленыя з** **другаснай сыравіны**, або тыя, якія могуць **прайсці *другасную перапрацоўку***.

**ЗАХОЎВАЙ** прыроду і **рэсурсы!**

**У КРАМЕ**

Калі вы з бацькамі ідзеце ў краму:

- **барыце сваю торбу** – радзей выкарыстоўвайце **разавую ўпакоўку**;
- **купляйце бытавыя электрапрыборы з нізкім** расходам **энергіі**;
- **купляйце мясцовыя прадукты харчавання**, на транспартную лінію **заграніца менш энергіі.**

**СКАРАЧАЙ** свой вугляродны след!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**СКАРАЧАЙ** свой вугляродны след!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**СКАРАЧАЙ** свой вугляродны след!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**У КРАМЕ**

Па пакупцы – са сваёй моднай торбай! Прачы аднаразаовыя пакеты!

**СКАРАЧАЙ** свой вугляродны след!

**СКАРАЧАЙ!**  
**САЎДЗЕЛЬНІЧАЙ!**  
**ЗАХОЎВАЙ!**

**ЭНЕРГАБЕРАЖЭННЕ ў ДОМЕ**

**Чытай кватэру** або дом, каб улітку не выкарыстоўваць **электраабагравальнікі**.

**Выключай** за сабой **святло**.

Выкарыстоўвай **энергаберагальныя** **лямпачкі**.

**Выключай з разеткі** зарадныя прылады для **мабільных прыбораў**, калі яны не выкарыстоўваюцца.

**Не пакідай кам'ютар**, **тэлевізар** і **іншыя** **электрапрыборы ў рэжыме чакання**, **выкарыстоўвай кнопкі ўкл/выкл** або **адключай ад сеткі**.

Старайся **мяць блізу** пры **больш нізкай** **тэмпературы 30-40 °С**.

**Падушай загарда** пра тое, што хочаш **узліце з халадзільніка**, **перш чым яго** **адкрыць**.

**Кіпаці** **столькі** **вады**, **колькі** **спатрэбы** **трэба**.

Пры **гатаванні ежы** **накрывай** **роўдаль** або **пагальню** **венкам**: так **раскодуецца** **ў** **2,5** **раза** **менш** **энергіі**.

**СКАРАЧАЙ** свой вугляродны след!

**КЛІМАТЫЧНАЯ ШКОЛА**  
**РЭСПУБЛІКА БЕЛАРУСЬ**

# Пытанны

1. На вуліцы халодна, а дома няма звыклага ацяплення. Чалавеку зябка ў сваёй кватэры. Якія з прапанаваных спосабаў сагрэцца вы лічыце больш дзейснымі і эканамічнымі і чаму?

- 1) Надзець цёплую кофту і шкарпэткі;
- 2) пакласці пад ногі дыван;
- 3) з'есці што-небудзь;
- 4) выпіць гарачую гарбату;
- 5) уключыць электрычны абагрэвальнік;
- 6) танцаваць, скакаць ці бегаць;
- 7) запаліць агонь у печы або каміне;
- 8) прыняць гарачую ванну;
- 9) сесці там, куды падаюць сонечныя прамяні.

2. Што эканомней і пры якіх умовах – прыняць ванну або мыцца пад душам?

3. Ці можна лічыць устаноўку лічыльнікаў вады энергазберагальнай мерай і чаму?

4. Ці расходуюць мы энергію, карыстаючыся вадой у шматпавярховым доме? Калі так, то якую?

5. Якія меры па энергазберажэнні вы ўжо ажыццяўляеце ў сваім доме?

6. Якія правілы важна выконваць пры карыстанні халадзільнікам?





# Заданні

## Заданне 1.

Намалюйце табліцу, якая складаецца з чатырох калонак. У першай калонцы на працягу тыдня пастаянна адзначайце выпадкі не самага эфектыўнага выкарыстання энергіі вакол вас – на вуліцы, дома, у школе. У другой калонцы тлумачце, як можна было б ва ўсіх гэтых выпадках захаваць частку энергіі або выкарыстоўваць яе больш эфектыўна. У трэцяй калонцы запісвайце ўбачаныя выпадкі эканоміі. А ў чацвёртай калонцы запісвайце адзін выпадак за дзень, калі вы асабіста змаглі выкарыстаць энергію больш эфектыўна і крыху змянілі свет да лепшага. Параўнайце сваю табліцу з табліцамі сваіх аднакласнікаў. Падрыхтуйце даклад па выніках назіранняў.

## Заданне 2.

Правядзіце рэвізію сваіх рэчаў (пажадана разам з бацькамі). Для гэтага знайдзіце звесткі пра месца іх вытворчасці і адзначце на карце свету гарады, з якіх былі прывезены гэтыя рэчы. У асобную групу вылучыце рэчы, якімі вы не карыстаецеся, якія набылі выпадкова, не падумаўшы. Падлічыце адлегласць, якую яны зрабілі, ідучы да вас. Вынікам вашай работы павінна стаць адвольная табліца (дыяграма, карта), у якой вы адлюструеце частку інфармацыі, якую атрымалі: месца вытворчасці рэчаў, тыпы, на якія вы дзеліце свае рэчы (патрэбныя або непатрэбныя, карысныя час ад часу, тыя, якія могуць трапляць пад другую перапрацоўку, прыдатныя для рознага віду творчасці і іншыя).

## Заданне 3.

Падзяліце клас на сем груп, кожная з якіх па жэрабі выбера сваю фокус-групу: малодшыя школьнікі; старэйшыя школьнікі; хатнія гаспадыні; пенсіянеры; прамыслоўцы; палітыкі; настаўнікі. Кожнай групе трэба будзе распрацаваць праект па прапагандзе энергазберажэння і энергаэфектыўнасці для сваёй фокус-групы. Вам трэба:

- 1) прыдумаць адзін або некалькі дэвізаў для правядзення сваёй інфармацыйнай кампаніі;
- 2) намалюваць плакат з заклікам да энергазберажэння;
- 3) распрацаваць праграму мерапрыемстваў, якая дапаможа вашай фокус-групе пранікнуць ідэямі энергазберажэння і ўвасобіць іх у жыццё.

Уключайце ў праграму самыя нечаканыя ідэі! У залежнасці ад фокус-групы гэта можа быць і лялечны спектакль, і выдадзеная кніжка, і прапановы па дзяржаўным рэфармаванні. Пасля правядзення абароны праектаў абавязкова павесце лепшыя плакаты ў школе ці ў пад'ездзе свайго дома.



### 3.5. | Глобальнае супрацоўніцтва ў галіне змены клімату і ўстойлівага развіцця

Да канца 1970-х гадоў праблемай змены клімату цікавіліся галоўным чынам вучоныя, якія працавалі у гэтай галіне.

У 1979 годзе на Першай сусветнай канферэнцыі па клімаце быў прадстаўлены шэраг дакладаў, у якіх прыводзіліся дадзеныя пра тое, што дзейнасць чалавека аказвае істотны ўплыў на змяненне клімату. Спачатку гэты факт прыцягнуў увагу журналістаў, затым шырокай грамадскасці і, нарэшце, урадаў.

У 1988 годзе праблема змены клімату была прызнана Арганізацыяй Аб'яднаных Нацый адным з самых вострых глабальных выклікаў, якія стаяць перад чалавецтвам.



Да вывучэння праблемы змены клімату былі прыцягнуты лепшыя навукоўцы з усяго свету. У тым жа 1988 годзе была створана **Міжрадавая група экспертаў па змене клімату (МГЭЗК)**. Перад гэтай групай экспертаў была пастаўлена задача прааналізаваць існуючыя навуковыя дадзеныя і паказаць, якім чынам дзейнасць чалавека ўплывае на клімат. Першы даклад МГЭЗК быў апублікаваны ў 1990 годзе.

У ім была пацверджана рэальнасць пагрозы змены клімату і непасрэдная сувязь працэсаў у глабальнай атмасферы з дзейнасцю чалавека. Пазней было выпушчана яшчэ пяць такіх дакладаў МГЭЗК, апошні – у 2018 годзе. У гэтых дакладах удакладняліся ацэнкі змены клімату на аснове самых апошніх навуковых даследаванняў, праведзеных навукоўцамі з усяго свету.

Для большасці навукоўцаў стала ясна, што са зменаў клімату можна і трэба змагацца. Весці такую барацьбу немагчыма, калі да яе не далучацца краіны ўсяго свету. А зрабіць гэта лепш за ўсё можна пад эгідай Арганізацыі Аб'яднаных Нацый.

Таму ў 1992 годзе на спецыяльнай міжнароднай канферэнцыі ААН краіны дамовіліся пра неабходнасць супрацоўнічаць па кліматычных праблемах. Гэтыя дамоўленасці краін былі аб'яднаны ў агульны міжнародны дакумент пад назвай **Рамачная канвенцыя ААН аб змене клімату**.



Варта адзначыць, што кліматычная канвенцыя прадугледжвала дзеянні па абмежаванні і скарачэнні выкідаў парніковых газаў толькі на 1990-я гады, гэта значыць толькі да наступлення XXI стагоддзя. Таму ў 1995 годзе, ужо на першай канферэнцыі Бакоў канвенцыі (гэта значыць краін, якія да яе далучыліся), было прынята рашэнне пра распрацоўку дадатковага міжнароднага дакумента, які б рэгуляваў дзеянні Бакоў канвенцыі на наступны перыяд часу.



Міжнародныя перагаворы па распрацоўцы гэтага новага дакумента былі вельмі складанымі і цяжкімі. Тым не менш краінам удалося дамовіцца, і ў снежні 1997 года ў Японіі, у горадзе Кіёта, быў прыняты новы міжнародны дагавор, які атрымаў адпаведную назву – **Кіёцкі пратакол**.

Асаблівацю і адрозненнем Кіёцкага пратакола ад кліматычнай канвенцыі стала тое, што развітыя краіны ўзялі на сябе абавязальцельствы не перавысіць у перыяд **з 2008 па 2012 гады** пэўных узроўняў выкідаў парніковых газаў у адносінах да 1990 года, які быў прыняты за базавую кропку адліку.

Напрыклад, Еўрапейскі саюз абавязаўся скараціць свае выкіды на 8%, Японія – на 6%, Расія і Украіна – не перавысіць узровень выкідаў 1990 года. Вынікі выканання палажэнняў Кіёцкага пратакола былі афіцыйна падведзены ў канцы 2014 года.

ЗША, краіна, на чыю долю прыходзілася самая вялікая колькасць выкідаў парніковых газаў у свеце, актыўна ўдзельнічала ў перамовах па Кіёцкім пратаколе, але пазней, у 2001 годзе, адмовілася да яго далучыцца.

Такім чынам, да канца 2012 года адначасова дзейнічалі ўжо два міжнародныя дагаворы: кліматычная канвенцыя як міжнародны дакумент, які вызначае агульныя напрамкі дзейнасці чалавецтва ў барацьбе са зменай клімату, і Кіёцкі пратакол, які замацаваў канкрэтныя абавязальцельствы прамыслова развітых краін, такіх як краіны Еўрапейскага саюза, і краін з пераходнай эканоміяй, такіх як Расія ці Украіна.



З прычыны заканчэння ў канцы 2012 года перыяду абавязальцельстваў прамыслова развітых краін і краін з пераходнай эканоміяй паўстала неабходнасць правядзення новага раўнда перагавораў для наступнага перыяду, які пачынаўся з 2013 года. Таму ў 2013 годзе развітыя краіны зноў дамовіліся пра іх далейшыя абавязальцельствы па скарачэнні выкідаў парніковых газаў на перыяд **з 2013 да 2020 года**, значна больш істотных, чым раней.

Але да гэтага часу па самых розных прычынах стаўленне да Кіёцкага пратакола ў шэрагу краін змянілася. У дамоўленасцях на 2013-2020 гады не ўдзельнічаюць ЗША, Канада, Японія, Новая Зеландыя і Расія. Іх аргументацыя такая: свет змяніўся, у адрозненне ад 1990-х амаль увесь рост выкідаў прыходзіцца не на развітыя краіны, а на найбуйнейшыя краіны, якія развіваюцца, – Кітай, Індыю, Бразілію, ПАР і іншыя, а Кіёцкі пратакол іх абавязальцельстваў па выкідах не прадугледжвае ў прынцыпе.

Такім чынам, можна вылучыць некалькі этапаў барацьбы чалавецтва са зменай клімату:

- 1992 год - Рамачная Канвенцыя ААН аб змяненні клімату. Краіны дамовіліся працаваць разам дзеля процідзеяння зменам клімату і вярнуць выкіды парніковых газаў да ўзроўню 1990 года да канца XX стагоддзя.
- 2008–2012 гады – першы перыяд абавязацельстваў Кіёцкага пратакола. 37 развітых краін і Еўрапейская супольнасць абавязаліся скараціць свае выкіды парніковых газаў у сярэднім на 5% у параўнанні з узроўнем 1990 года.
- 2013–2020 гады – другі перыяд абавязацельстваў Кіёцкага пратакола. Развітыя краіны прынялі рашэнне скараціць свае выкіды на 18% ад узроўню 1990 года. Аднак склад удзельнікаў адрозніваецца ад першага перыяду.
- 2015 год – прынята Парыжскае пагадненне з нацыянальна-вызначальнымі ўнёскамі краін у глабальныя намаганні па скарачэнні выкідаў парніковых газаў пасля 2020 года.
- Пасля 2020 года – уступленне ў сілу Парыжскага пагаднення.

У снежні 2015 года краіны сустрэліся на кліматычнай канферэнцыі ААН у Парыжы, каб распрацаваць новае ўсёабдымнае пагадненне па клімаце на перыяд **пасля 2020 года**. У выніку гэтай канферэнцыі было прынята **Парыжскае пагадненне**. Асноўная мэта новага дакумента – абмежаваць рост глабальнай тэмпературы ў межах 2° С адносна даіндустрыяльнага ўзроўню (і, па магчымасці, у межах 1,5° С), каб пазбегнуць найбольш катастрафічных наступстваў змены клімату.

Для дасягнення гэтай мэты краіны прадставілі і ўзгаднілі свае доўгатэрміновыя мэты па зніжэнні выкідаў парніковых газаў (так званыя «плануемыя нацыянальна-вызначальныя ўнёскі») да 2030 года. Таксама краіны павінны будучь распрацаваць доўгатэрміновыя стратэгіі нізкавугляроднага развіцця, а таксама планы па адаптацыі да непазбежных кліматычных змен.

Парыжскае пагадненне павінна ўступіць у сілу з 2021 года.

Міжнародная дзейнасць у галіне змены клімату вельмі цесна пераплятаецца з больш шырокай сферай дзеянняў чалавецтва – з дзеяннямі па дасягненні ўстойлівага развіцця, неабходнага для глабальнага росквіту. Устойлівае развіццё ўключае тры кампаненты: эканамічнае развіццё, сацыяльны дабрабыт і экалагічную бяспеку. Праблема змены клімату цесна звязана з кожным з іх (Мал. 3.5.1).



На Генеральнай Асамблеі ААН у верасні 2015 г. 193 краіны прынялі «Парадак дня ў галіне ўстойлівага развіцця на перыяд да 2030 года», а разам з ёй – 17 мэтаў галіне ўстойлівага развіцця (МУР). Гэтыя мэты закліканы стымуляваць дзеянні краін і міжнароднае супрацоўніцтва ў

**Мал. 3.5.1.** Тры кампаненты ўстойлівага развіцця.



**Мал. 3.5.2.** 17 мэтаў у галіне ўстойлівага развіцця (МУР).



галінах, якія маюць вялікае значэнне для чалавецтва і планеты (Мал. 3.5.2).

У прыватнасці, мэта 13 накіравана на прыняцце тэрміновых мер па барацьбе са зменай клімату. Многія іншыя МУР таксама звязаныя са змяненнем клімату, напрыклад, мэта 7 «Забеспячэнне доступу да надзейнай, устойлівай і сучаснай энергіі для ўсіх».

У сучасным свеце тэхналагічнага прагрэсу каля 1,3 млрд чалавек, 80% з якіх пражываюць у сельскай мясцовасці, наогул не маюць доступу да электрычнай энергіі. Гэта найбяднейшае насельніцтва Зямлі складае больш за 18% ад больш чым 7 млрд чалавек, якія пражываюць ва ўсім свеце!

Яшчэ больш людзей, прыблізна 3 млрд чалавек, выкарыстоўваюць для гатавання ежы і абагравання традыцыйную біямасу – дровы, сухое галлё. Па ацэнках Сусветнай арганізацыі аховы здароўя, забруджвальныя рэчывы, якія выкідаюцца ў атмасферу пры спальванні біямасы з выкарыстаннем неэфектыўных прылад для падрыхтоўкі ежы, могуць прывесці да заўчаснай смерці 1,5 млн чалавек на год ці больш за 4 тыс. чалавек на дзень – гэта больш, чым колькасць людзей, якія паміраюць штодня ад малярыі, сухотаў і СНІДу разам узятых.

Гэтыя бедныя людзі жывуць у краінах Афрыкі на поўдні ад самай вялікай пустыні свету – Сахары, у Паўднёвай Азіі і Лацінскай Амерыцы.

**Гэта так званая «праблема энергетычнай беднасці».**

Забеспячэнне доступу да экалагічна чыстых, эфектыўных, даступных па цане і надзейных энергараэсурсаў з'яўляецца ключавым аспектам глабальнага росквіту і спосабам знізіць нагрузку на клімат Зямлі. З іншага боку, мэтанакіраваная палітыка ў галіне клімату спрыяе рацыянальнаму і эфектыўнаму выкарыстанню энергетычных рэсурсаў. Такім чынам, цесна звязаныя адзін з адным праблемы энергетыкі і клімату трывала занялі адно з галоўных месцаў у парадку дня ААН і ўсяго чалавецтва.

Гаворачы пра міжнароднае супрацоўніцтва, нельга мець на ўвазе толькі тое, што робяць краіны і ўрады, паколькі і простыя людзі ўсведамляюць важнасць гэтай праблемы і аб'ядноўваюцца для яе рашэння.

Кожны чалавек можа ўнесці свой асабісты ўклад у змякчэнне кліматычных змен, скарачаючы свой вугляродны след.

# Заданні

**Заданне 1.** У гэтым блоку заданняў вам трэба будзе паспрабаваць сябе ў ролі міжнароднага перагаворшчыка. Прачытайце: «10 заповедзяў міжнароднага перагаворшчыка» і вывучыце іх.

## 10 заповедзяў міжнароднага перагаворшчыка

1. Канцэнтруйце ўвагу на пытанні, якое абмяркоўваецца, не адхіляйцеся. Не сыходзьце ў бок, не пераскоквайце на іншыя тэмы.
2. Паспрабуйце пачуць і вылучыць галоўную ідэю, пры гэтым звяртайце ўвагу на змест, а не на форму.
3. Перафразіруйце тое, што сказаў суразмоўца, каб правільна зразумець яго пазіцыю і атрымаць пацвярджэнне («Калі я не памыляюся, то Вы хацелі сказаць, што ...», «Ці правільна я зразумеў, што ...»).
4. Задавайце пытанні.
5. Паважайце маўчанне суразмоўцы, не спяшайцеся запўняць паўзы.
6. Інтэрпрэтуйце інфармацыю як з пункту гледжання сваёй, так і з пункту гледжання чужой культуры.
7. Імкніцеся не надзяляць чужыя паводзіны сваім сэнсам.
8. Адкладзіце ацэнкі і ацэначныя думкі.
9. Вучыцеся распазнаваць невербальныя паведамленні суразмоўцы (міміку, жэсты, позы, інтанацыю і інш.).
10. Не рабіце высноў на падставе аднаго жэсту, руху цела, знака.

Дарэчы, адной з паспяховых стратэгіяў пры зносінах з прадстаўнікамі іншых культур можа стаць элементарнае перайманне суразмоўцы. Капіраванне звычай партнёра па перагаворах значна павышае шанцы іх станоўчага зыходу, прычым для ўсіх зацікаўленых бакоў. Магчыма, стыль хамелеона дапаможа вам атрымаць поспех у міжнародных перамовах. У любым выпадку, ветлівасць, павага да суразмоўцы і яго культуры, адкрытасць у зносінах здольныя тварыць чуды. Тыя ж правілы дзейнічаюць і ў вашым паўсядзённым жыцці.

## Заданне 2. **Игра**

Уявіце, што вы прымаеце ўдзел у «Канферэнцыі ААН па змене клімату» і збіраецеся абмяркоўваць праблемы розных краін, звязаныя са зменай клімату.

Падрыхтуйце кароткае прывітальнае выступленне, якое кіраўнік вашай дзяржавы зачытае для ўсіх удзельнікаў канферэнцыі. У выступленні трэба распавесці пра:

- клімат і асноўныя прыродныя рэсурсы краіны;
- жыццё насельніцтва краіны;
- вядучыя галіны эканомікі;
- уплыў змен клімату на прыроду, людзей і эканоміку;
- вынікі, якія ваша краіна чакае ад канферэнцыі.

Пасля прывітальнага выступлення ўдзельнікі канферэнцыі выказваюць свае меркаванні пра тое, як прадухіліць згубны ўплыў змен клімату на прыроду і жыццё насельніцтва краін-удзельніц канферэнцыі.

У канцы гульні ўдзельнікі выбіраюць пераможцу – навучэнца, які прымаў найбольш актыўны ўдзел у абмеркаванні, чья прамова была найбольш правільнай, аргументаванай і цікавай.

## Заданне 3.

Вы прадстаўляеце на міжнародных перагаворах па падрыхтоўцы «Рамачнай канвенцыі ААН аб змене клімату» адну з малых астраўных дзяржаў Ціхаакіянскага рэгіёна. Абапіраючыся на пытанні, падрыхтуйце даклад.

- 1) Як вы лічыце, якое з чаканых наступстваў пацяплення клімату ўяўляе найбольшую пагрозу для вашай краіны?
- 2) Што трэба рабіць у выпадку, калі ўзровень акіяна будзе так моцна расці, што паўстане пагроза поўнага затаплення ўсёй тэрыторыі вашага вострава?
- 3) Да якіх міжнародных арганізацый і дзяржаў вы плануеце звярнуцца па дапамогу?
- 4) Як вы плануеце захоўваць культуру сваёй краіны ў выпадку поўнага затаплення вострава?



# Метадычныя рэкамендацыі для настаўніка

па выкарыстанні камплекта  
вучэбна-гульнёвых матэрыялаў  
«Кліматычная шкатулка.  
Рэспубліка Беларусь» у школе



ЧАСТКА

4



## 4. | Метадычныя рэкамендацыі для педагогічных работнікаў па выкарыстанні камплекта вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка» ў адукацыйным працэсе на ўзроўні агульнай сярэдняй адукацыі

**«Кліматычная шкатулка»** – гэта камплект вучэбна-гульнівых матэрыялаў па тэме «Змена клімату», адрасаваны навучэнцам 1–11 класаў і педагогічным работнікам, якія забяспечваюць засваенне зместу адукацыйных праграм агульнай сярэдняй адукацыі.

Камплект вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка» рэкамендуецца выкарыстоўваць на розных этапах педагогічнай дзейнасці: пры падрыхтоўцы вучэбных заняткаў, фронтальнага тлумачэння новага матэрыялу, арганізацыі індывідуальнай пазнавальнай дзейнасці. Выданне прызначана для выкарыстання як непасрэдна падчас вучэбных заняткаў, так і для арганізацыі самастойнай работы навучэнцаў.

Камплект вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка» не з’яўляецца вучэбным выданнем, а рашэнне па яго выкарыстанні ў адукацыйным працэсе прымаецца настаўнікам самастойна.

### **Выкарыстанне «Кліматычнай шкатулкі» ў адукацыйным працэсе дазволіць:**

- забяспечыць засваенне навучэнцамі ведаў пра навакольны свет, пра адзінства і адрозненні прыроднага і сацыяльнага, пра чалавека і яго месца ў прыродзе і ў грамадстве;
- папулярызаваць ідэі захавання нававольнага асяроддзя і беражлівых адносін да прыроды ў педагогаў і навучэнцаў;
- фарміраваць у падрастаючага пакалення экалагічную культуру, развіваць навыкі энерга- і рэсурсазберажэння;
- спрыяць педагогічным работнікам у падрыхтоўцы і правядзенні ўрокаў па тэмах, прама і ўскосна звязаных з тэмай змены клімату.

### **Камплект вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка» змяшчае:**

- ілюстраваны дапаможнік з пазнавальнымі матэрыяламі, інтэрактыўнымі і індывідуальнымі заданнямі, а таксама пытаннямі па тэме «Змена клімату»;
- метадычныя рэкамендацыі для педагогічных работнікаў па выкарыстанні камплекта матэрыялаў на вучэбных занятках у розных класах;
- набор гульнівых апытальных картак;
- карту «Змена клімату: наступствы для прыроды і чалавека да канца XXI стагоддзя, калі чалавецтва не зробіць усё магчымае, каб скараціць выкіды парніковых газаў»;
- плакат «Змена клімату: парады пра тое, як скараціць свой вугляродны след»;
- інтэрактыўную гульнію (пазлы);
- флэшку з усімі матэрыяламі камплекта ў электронным выглядзе.

### **Дапаможнік для навучэнцаў «Кліматычная шкатулка»**

Дапаможнік змяшчае раздзелы «Праблема змены клімату», «Як змены клімату ўплываюць на прыроду і чалавека? Ці можна адаптавацца да іх непазбежных наступстваў?» і «Як прадухіліць небяспечныя змены клімату». Знаёмства з яго зместам дазволіць навучэнцам больш даведацца пра клімат нашай планеты, яго гісторыю і прычыны змен у мінулым і сучаснасці, дапаможа ім у развіцці ўменняў і навыкаў вызначэння тыпаў клімату, кліматаўтваральных фактараў, вывучэння надвор'я; паспрыяе разуменню ролі клімату для біясферы, узаемасувязі кампанентаў прыродных комплексаў, уплыву клімату і яго змен на чалавека, яго эканамічную дзейнасць, паўсядзённы побыт і здароўе; атрымаць уяўленне пра антрапагеннае ўздзеянне на клімат і шляхі яго мінімізацыі, сфарміраваць каштоўнасці адказнага спажывання і адносін да прыроды, асвоіць правілы эканомнага выкарыстання рэсурсаў і энергазберажэння і, тым самым, зрабіць навучэнцам свой уласны ўклад у прадухіленне змен клімату. Вялікая колькасць фактаў пра кліматычныя анамаліі, прыкладаў наступстваў уплыву змен клімату на прыбярэжныя, горныя, арктычныя рэгіёны, на лясы, гарады і краіны дадуць магчымасць навучэнцам самастойна аналізаваць інфармацыю, будаваць гіпотэзы і прагнозы для прыродных працэсаў і з'яў у дачыненні да сваіх рэгіёнаў.

Матэрыялы кожнага раздзела дапаможніка з'яўляюцца добрым дадаткам для зместу многіх тэм вучэбных праграм. У Дадатку 1 і Дадатку 2 да метадычных рэкамендацый прыведзены падрабязны спіс тэм вучэбных праграм па вучэбных прадметах і тэм вучэбных праграм факультатывных заняткаў для ўсіх ступеняў агульнай сярэдняй адукацыі, пры вывучэнні якіх могуць выкарыстоўвацца матэрыялы «Кліматычнай шкатулкі». Для зручнасці карыстальнікаў спіс тэм структураваны па класах у адпаведнасці з часткамі дапаможніка «Кліматычнай шкатулкі».

**Камплект дапамога настаўніку ў фарміраванні ў навучэнцаў асноў навуковага светапогляду, развіцці інтэлектуальных здольнасцей і пазнавальных інтарэсаў.** Наяўнасць маляўнічых ілюстрацый, схем, графікаў дапамога замацаваць веды пра эвалюцыю на прыкладзе прычын змен клімату ў мінулым, сучаснае аблічча планеты Зямля; прасторавыя адрозненні працэсаў фарміравання клімату, геаграфічныя асаблівасці прыродных комплексаў розных мацерыкоў і акіянаў; практыкі прыродакарыстання, прыродныя і антрапагенныя прычыны ўзнікнення экалагічных праблем, меры па захаванні прыроды і абароне людзей ад стыхійных прыродных і тэхнагенных з'яў, пра парніковы эффект і біязразнастайнасць жыцця, вугляродны след чалавека на Зямлі.

Выкарыстанне матэрыялаў комплекта будзе паспяховым, калі педагогічныя работнікі будуць уключаць іх у заняткі з улікам вядучай дзейнасці навучэнцаў, іх патрэб, інтарэсаў і магчымасцей. Для адных будзе цікавы ўвесь тэкст комплекта, для іншых – толькі незвычайныя факты, ілюстрацыі ці ідэі для правядзення эксперыментаў. Любы навучэнец зможа знайсці ў камплекце нешта цікавае і новае менавіта для сябе. Прапануем настаўнікам таксама падысці да комплекта творча і актыўна выкарыстоўваць матэрыялы ў дадатковай адукацыі і ў пазаўрочнай дзейнасці: правядзенні пазакласных мерапрыемстваў, прыродаахоўных акцый, прадметных тыдняў, конкурсаў і віктарын, гуртковых заняткаў. Пытанні і заданні, прапанаваныя ў камплекце, дазваляць выкарыстоўваць атрыманыя веды на практыцы.

Калектыў аўтараў шчыра спадзяецца, што праца з камплектам вучэбна-гульнівых матэрыялаў «Кліматычная шкатулка» заахваціць навучэнцаў, іх настаўнікаў і бацькоў змяніць стыль свайго жыцця на больш клапацілівы ў адносінах да навакольнага асяроддзя.

Ніжэй даецца спіс вучэбных дапаможнікаў для ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі, дзе

сустракаюцца тэмы, якія датычацца аховы навакольнага асяроддзя, беражлівых адносін да прыроды, чалавека і яго месца ў прыродзе і ў грамадстве, закранаюцца пытанні, звязаныя са зменамі клімату, з уплывам такіх змен на прыроду і чалавека, а таксама выкарыстанне альтэрнатыўных відаў энергіі, эканомнага выкарыстання рэсурсаў у побыце і школе, на прыродзе і г.д.

## **Спіс вучэбных дапаможнікаў для ўстаноў агульнай сярэдняй адукацыі**

### **Пачатковыя класы (1-4 клас):**

Человек и мир: учеб. пособие для 1-го класса. Авт. учебника Г. В. Трафимова, С. А. Трафимов.

Человек и мир: учеб. пособие для 2-го класса. Авт. учебника Г. В. Трафимова, С. А. Трафимов.

Человек и мир: учеб. пособие для 3-го класса. Авт. учебника Г. В. Трафимова, С. А. Трафимов.

Чалавек і свет. Мая Радзіма – Беларусь: вучэб. дапам. для 4-га класа. Аўт. падручніка С. В. Паноў, С. В. Тарасаў.

### **Старэйшыя класы (5-11 клас):**

#### **5 клас:**

История Древнего мира: в 2 ч. Авт. учебника В. С. Кошелев и др.

Основы безопасности жизнедеятельности. Авт. учебника С. Б. Фатин / под редакцией Н. Н. Яковлевой.

Человек и мир. Авт. учебника П. С. Лопух, О. В. Сарычева, Л. В. Шкель.

#### **6 клас:**

Биология. Авт. учебника Н. Д. Лисов.

География. Физическая география. Авт. учебника Е. Г. Кольмакова, В. В. Пикулик.

История Средних веков. Авт. учебника В. А. Федосик и др.

#### **7 клас:**

Биология. Авт. учебника Н. Д. Лисов.

Всемирная история, XVI–XVIII вв. Авт. учебника В. С. Кошелев и др.

География. Материки и океаны. Авт. учебника Е. Г. Кольмакова и др.

Физика. Авт. учебника Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский / под ред. Л. А. Исаченковой.

Химия. Авт. учебника И. Е. Шиманович и др. / под ред. И. Е. Шимановича.

#### **8 клас:**

Биология. Авт. учебника И. Г. Бедарик, А. Е. Бедарик, В. Н. Иванов.

География. Страны и народы. Авт. учебника П. С. Лопух и др.

Физика. Авт. учебника Л. А. Исаченкова, Ю. Д. Лещинский, В. В. Дорофейчик / под ре-

дакцией Л. А. Исаченковой.

Химия. Авт. учебника И. Е. Шиманович и др. / под ред. И. Е. Шимановича.

#### **9 клас:**

Английский язык. Авт. учебника Л. М. Лапицкая и др. (с электронным приложением).

Биология. Авт. учебника О. Л. Борисов, А. А. Антипенко, О. Н. Рогожников.

Гісторыя Беларусі, 1917 г. – пачатак ХХІ ст. Аўт. падручніка С. В. Паноў, У. Н. Сідарцоў, В. М. Фамін / пад рэд. С. В. Панова.

Физика. Авт. учебника Л. А. Исаченкова, А. А. Сокольский, Е. В. Захаревич / под редакцией А. А. Сокольского.

Химия. Авт. учебника И. Е. Шиманович и др. / под ред. И. Е. Шимановича.

#### **10 клас:**

Английский язык. Авт. учебника Н. В. Юхнель и др. (с электронным приложением) (2019).

Биология. Авт. учебника Н. Д. Лисов, В. В. Шевердов, Г. Г. Гончаренко, М. Л. Дашков / под редакцией Н. Д. Лисова.

Химия. Авт. учебника Е. И. Шарапа, А. П. Ельницкий.

#### **11 клас:**

Английский язык. Авт. учебника Н. В. Юхнель и др.

Биология. Авт. учебника С. С. Маглыш, А. Е. Каревский / под ред. С. С. Маглыш.

География. Мировое хозяйство и глобальные проблемы человечества. Авт. учебника А. Н. Витченко и др.

Обществоведение. Авт. учебника М. В. Вишневский и др.

Физика. Авт. учебника В. В. Жилко, Л. Г. Маркович.

Химия. Авт. учебника И. Е. Шиманович и др. / под ред. И. Е. Шимановича.

### **Факультатыўныя заняткі па вучэбных прадметах:**

#### **Астраномія.**

- «Юный астроном», 4–7 классы.
- «Введение в астрономию», 8–10 классы.
- «Основы астрофизики», 11 класс.

Авторы факультативов: И. В. Галузо, В. А. Голубев, А. А. Шимбалёв.

#### **Біялогія.**

- «Экология человека и эволюция биосферы», 9 класс.
- «Дикая природа Беларуси», 7–8 классы.
- «Занимательный мир животных», 8 класс.
- «Введение в биотехнологию», 10 класс.
- «Обобщающие факультативные занятия», 9–11 (10–11) классы.
- «Мир культурных растений», 7 класс.
- «Биологические знания в жизни человека», 9 класс.
- «Основы биологической химии», 10 (11) классы, авт.: В. И. Резяпкин, В. Н. Бурдь,

Д. С. Семенович.

### **Грамадазнаўства.**

«Глобальные проблемы современности», 11 класс.

### **АБЖ.**

«Основы радиационной безопасности», 5–9 классы.

### **Хімія.**

- «В стране чудесной химии», 7 класс.
- «Химия земли», 10 (11) класс.
- «Химия неметаллов и жизнь», 9 класс.

### **Чалавек і свет.**

- «Познай мир», 5 класс.
- «Любознательные энтомологи», 3 класс.
- «Экологическое краеведение», 4 класс.
- «Мы познаём мир, или Что? Зачем? Почему?», 2 класс.
- «Учимся экономии и бережливости: Азбука Берегоши», 1–4 классы.

### **Геаграфія.**

- «Устойчивое развитие», 10–11 классы.
- «Решение задач по географии материков и океанов», 7 класс.
- «Решение задач по физической географии», 5 класс.
- «Путешествия по географической карте», 6–7 классы.
- «По странам и континентам», 8 класс.
- «География народонаселения», 11 класс.
- «Земля белорусская», 10 класс.
- «Геоэкология Беларуси», 11 класс.
- «Географические исследования Беларуси», 10–11 классы.
- «География народонаселения», 11 класс.
- «Геаграфія раёна», 10 класс.
- «Введение в землеведение», 11 класс.

- «Биосфера – наш общий дом», 7 класс.

Аналіз адпаведнасці тэм вучэбных праграм па вучэбных прадметах і тэм вучэбных праграм факультатыўных заняткаў на I ступені агульнай сярэдняй адукацыі раздзелам дапаможніка «Кліматычная шкатулка».

### Дадатак № 1 да метадычных рэкамендацый

ПАЧАТКОВАЯ АДУКАЦЫЯ		
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	Прадмет, клас	Тэмы вучэбных праграм па вучэбных прадметах і вучэбных праграм факультатыўных заняткаў
<b>Частка 1. Праблема змены клімату</b>		
1.1. Клімат і надвор'е	Чалавек і свет 1 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тэма «Змены ў нежывой прыродзе восенню»</li> <li>• Тэма «Змены ў нежывой прыродзе зімой»</li> <li>• Тэма «Змены ў нежывой прыродзе вясной»</li> </ul>
	Чалавек і свет 2 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тэма «Паветра і яго ўласцівасці»</li> <li>• Тэма: «Значэнне і ахова паветра»</li> </ul>
<b>Частка 2. Як змены клімату ўплываюць на прыроду і чалавека. Ці можна адаптавацца да іх непазбежных наступстваў?</b>		
2.2. Як змены клімату ўплываюць на расліны і жывёл	Чалавек і свет 1 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тэма «Расліны – частка жывой прыроды. Жыццё раслін восенню»</li> <li>• Тэма «Жыццё раслін восенню. Лістапад»</li> <li>• Тэма «Жывёлы – частка жывой прыроды. Жыццё жывёл восенню»</li> <li>• Тэма «Як зімуюць расліны»</li> <li>• Тэма «Жыццё дзікіх жывёл зімой»</li> <li>• Тэма «Змены ў нежывой прыродзе і жыцці раслін летам»</li> <li>• Тэма «Вясна – час абуджэння раслін»</li> <li>• Тэма «Змены ў жыцці дзікіх жывёл вясной»</li> <li>• Тэма «Жыццё дзікіх і свойскіх жывёл летам»</li> </ul>
	Чалавек і свет 2 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тэма «Расліны – частка жывой прыроды»</li> <li>• Тэма «Умовы, неабходныя для росту і развіцця раслін»</li> <li>• Тэма «Дзікарослыя дрэвы»</li> <li>• Тэма «Дзікарослыя кустарнікі»</li> <li>• Тэма «Ахова раслін»</li> <li>• Тэма «Разнастайнасць жывёл. Нясякомыя»</li> <li>• Тэма «Земнаводныя»</li> <li>• Тэма «Ахова жывёл»</li> </ul>
	Чалавек і свет 3 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тэма «Ахова прыроды – важная задача дзяржавы»</li> <li>• Тэма «Прыродныя згуртаванні Беларусі. Лес і яго насельнікі»</li> <li>• Тэма «Багацце прыроды Зямлі»</li> <li>• Тэма «Расліны – насельнікі сушы»</li> <li>• Тэма «Расліны – насельнікі мораў і акіянаў»</li> <li>• Тэма «Жывёлы – насельнікі сушы»</li> <li>• Тэма «Жывёлы – насельнікі мораў і акіянаў»</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 3 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Дапытлівыя энтамолагі</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экалагічнае краязнаўства</li> </ul>

## ПАЧАТКОВАЯ АДУКАЦЫЯ

Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	Прадмет, клас	Тэмы вучэбных праграм па вучэбных прадметах і вучэбных праграм факультатыўных заняткаў
<b>Як змены клімату ўплываюць на прыроду і чалавека. Ці можна адаптавацца да іх непазбежных наступстваў?</b>		
2.3. Як змены клімату ўплываюць на лясы	Чалавек і свет 3 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыродныя згуртаванні Беларусі. Лес і яго насельнікі»</li> <li>Тэма «Лясныя багаці Беларусі»</li> </ul>
	Чалавек і свет 2 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вада і яе ўласцівасці»</li> <li>Тэма «Значэнне і ахова вады»</li> </ul>
2.4. Як змены клімату ўплываюць на водныя рэсурсы	Чалавек і свет 3 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вадаём і яго насельнікі»</li> <li>Тэма «Водныя багаці Рэспублікі Беларусь»</li> </ul>
	Чалавек і свет. Мая Радзіма – Беларусь 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Зямля блакітных рэк і азёр»</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 1 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 2 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Мы пазнаём свет, або Што? Навошта? Чаму?</li> <li>Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 3 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы</li> </ul>
	Чалавек і свет 2 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Значэнне глебы і клопат пра яе»</li> </ul>
2.5. Як змены клімату ўплываюць на сельскую гаспадарку	Чалавек і свет. Мая Радзіма – Беларусь 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Багаце нашай краіны»</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Экалагічнае крязнаўства</li> </ul>
2.9. Як змены клімату ўплываюць на гарады	Чалавек і свет 1 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Мой горад (вёска)»</li> <li>Тэма «Восень і здароўе чалавека»</li> <li>Тэма «Зіма і здароўе чалавека»</li> <li>Тэма «Вясна і здароўе чалавека»</li> <li>Тэма «Лета і здароўе чалавека»</li> </ul>
	Чалавек і свет 2 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Клопат пра сваё здароўе»</li> <li>Тэма «Харчаванне і здароўе»</li> </ul>
	Чалавек і свет 3 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Чалавек – частка жывой прыроды»</li> <li>Тэма «Скура»</li> <li>Тэма «Правілы здаровага ладу жыцця»</li> </ul>
	Чалавек і свет. Мая Радзіма – Беларусь 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Адкуль пайшлі назвы нашых гарадоў»</li> <li>Тэма «Тут мінуўшчына з сучаснасцю сышліся»</li> </ul>
	Факультатыўныя заняткі 4 клас	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы</li> </ul>

## ПАЧАТКОВАЯ АДУКАЦЫЯ

Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	Прадмет, клас	Тэмы вучэбных праграм па вучэбных прадметах і вучэбных праграм факультатыўных заняткаў
<b>Частка 3. Як прадухіліць небяспечныя змены клімату?</b>		
<b>3.1.1. Што такое энергія</b>	<b>Факультатыўныя заняткі 1 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
	<b>Факультатыўныя заняткі 2 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
	<b>Факультатыўныя заняткі 3 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
	<b>Факультатыўныя заняткі 4 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
<b>3.1.4. Атамная энергетыка</b>	<b>Чалавек і свет. Мая Радзіма – Беларусь 4 клас</b>	• Тэма «Тут мінуўшчына з сучаснасцю сышліся» (Рубрыка «Карысна ведаць»: аварыя на Чарнобыльскай АЭС)
<b>3.1.6. Перавагі і недахопы розных крыніц энергіі</b>	<b>Чалавек і свет 3 клас</b>	• Тэма «Карысныя выкапні – падземныя багаці краіны» • Тэма «Выкарыстанне і ахова краіны выкапняў»
	<b>Факультатыўныя заняткі 4 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
<b>3.4. Як я магу дапамагчы планеце? Скарачаем свой вугляродны след</b>	<b>Факультатыўныя заняткі 1 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
	<b>Факультатыўныя заняткі 2 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы
	<b>Факультатыўныя заняткі 3 клас</b>	• Вучымся эканоміі і беражлівасці: Азбука Берагошы



Аналіз адрэдакцыі тэм вучэбных праграм па вучэбных прадметах і тэм вучэбных праграм факультатывных заняткаў на II і III ступенях агульнай сярэдняй адукацыі раздзелам дапаможніка «Кліматычная шкатулка».

## Дадатак № 2 да метадычных рэкамендацый

АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ						
Частка 1. Праблема змены клімату						
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас
1.1. Клімат і надвор'е	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Навука аб прыродзе»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Тэмпература паветра. Цеплавая паясы»</li> <li>Тэма «Надвор'е і метэаралагічныя з'явы»</li> <li>Тэма «Клімат і кліматаўтваральныя фактары»</li> </ul>	<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Атмасферны ціск»</li> </ul>	—	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Надвор'е і клімат»</li> </ul>	<b>Факультатывныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфічныя даследаванні Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія») </li></ul>
	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Змена тэмпературы паветра»</li> </ul>	<b>Факультатывныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Краязнаўства»</li> </ul>	<b>Факультатывныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Падарожжы па геаграфічнай карце» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія») </li></ul>	—	<b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Клімат і кліматычныя паясы»</li> </ul>	<b>Факультатывныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфічныя даследаванні Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія») </li></ul>
1.2. Тыпы кліматаў і кліматычныя паясы	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Змена тэмпературы паветра»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вільготнасць паветра. Атмасферныя ападка»</li> <li>Тэма «Клімат і кліматаўтваральныя фактары»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Кліматычныя паясы Зямлі»</li> <li>Тэма «Клімат Афрыкі»</li> <li>Тэма «Клімат і ўнутраныя воды Аўстраліі і Акіяніі»</li> <li>Тэма «Тэктанічная будова, рэльеф і клімат Антарктыды»</li> <li>Тэма «Клімат Паўднёвай Амерыкі»</li> </ul>	—	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Надвор'е і клімат»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Фактары асяроддзя і іх класіфікацыя»</li> </ul>

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
<b>Частка 1. Праблема змены клімату</b>							
1.3. Як і чаму змяняўся клімат у мінулым  1.3.1. Прычыны змены клімату: мільёны гадоў  1.3.2. Прычыны змены клімату: дзясяткі і сотні тысяч гадоў	<b>Сусветная гісторыя</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «З’яўленне земляробства і жывёлагадоўлі»</li> </ul> <b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вярчэнне Зямлі»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Унутраная будова Зямлі. Літасфера»</li> <li>Тэма «Унутраныя сілы Зямлі. Землятрасенні. Вулканізм»</li> <li>Тэма «Знешнія сілы Зямлі. Выветрыванне»</li> <li>Тэма «Рух вады ў акіяне»</li> <li>Тэма «Леднікі. Ахова водаў»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўночнай Амерыкі. Ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Па краінах і кантынентах» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Закон сусветнага прыцягнення»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вульрод і крэміій»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> </ul>

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>	<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Падарожжы па геаграфічнай карце» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Сусветная гісторыя</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Паўсядзёнае жыццё еўрапейцаў»</li> </ul> <p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Рашэнне задач па геаграфіі мацерыкоў і акіянаў» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Фарміраванне платформеннага чахла ў чацвярычным перыядзе»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Асноўныя прычыны і следствы парушэння геаэкалагічных функцый літасферы»</li> <li>Тэма «Геаэкалагічныя праблемы атмасферы»</li> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Уводзіны ў землярэзнаўства» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Зямля беларуска» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul> <p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфія раёна» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Уводзіны ў землярэзнаўства» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>
<p><b>1.4. Сучасныя змены клімату</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Забруджванне паветра»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Клімат і кліматаўтваральныя фактары»</li> <li>Тэма «Біясфера – жывая абалонка Зямлі»</li> </ul> <p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul> <p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Рашэнне задач па фізічнай геаграфіі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Атлантычны і Паўночны Ледавіты акіяны»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Афрыкі. Ахова прыроды»</li> </ul> <p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рэакцыі гарэння»</li> </ul> <p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Тэмпература. Вымярэнне тэмпературы тэрмометрам»</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Сумесі рэчываў»</li> </ul> <p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul> <p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Па краінах і кантынентах» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вуглярод і крэмній»</li> </ul> <p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Цеплавая раўнавага. Тэмпература — мера сярэдняй кінетычнай энергіі цэплага руху часціц рэчыва».</li> <li>Тэма «Выпарэнне і кандэнсацыя. Насычаная пара. Вільготнасць паветра»</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Цеплавая раўнавага. Тэмпература — мера сярэдняй кінетычнай энергіі цэплага руху часціц рэчыва».</li> <li>Тэма «Выпарэнне і кандэнсацыя. Насычаная пара. Вільготнасць паветра»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Удзел Рэспублікі Беларусь у рашэнні глабальных праблем»</li> <li>Тэма «Будучыня чалавецтва»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Удзел Рэспублікі Беларусь у рашэнні глабальных праблем»</li> <li>Тэма «Будучыня чалавецтва»</li> </ul>

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»			<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Біясфера – наш агульны дом» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>			<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Фактары асяроддзя і іх класіфікацыя»</li> <li>Тэма «Тэмпература як экалагічны фактар»</li> <li>Тэма «Кругаварот рэчываў у біясферы»</li> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Экалогія чалавека і эвалюцыя біясферы» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Глобальныя праблемы сучаснасці» (па вучэбным прадмеце «Грамадазнаўства»)</li> </ul>
<b>Частка 2. Як змены клімату ўплываюць на прыроду і чалавека. Ці можна адаптавацца да іх незабэжных наступстваў?</b>							
2.1. Як змены клімату ўплываюць на надвор'е	<p><b>Чалавек і свет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Спосабы пазнання прыроды»</li> <li>Тэма «Перамяшчэнне паветра. Вецер»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вільготнасць паветра. Атмасферныя ападкі»</li> <li>Тэма «Надвор'е і метэаралагічны з'явы»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Клімат Паўночнай Амерыкі»</li> </ul> <p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рэакцыі гарэння»</li> </ul> <p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Тэмпература. Вымярэнне тэмпературы. Тэрмометры»</li> </ul>	-	<p><b>Замежная мова</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Надвор'е і клімат»</li> </ul>	<p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вымярэнне і кандэнсацыя. Насычаная пара. Вільготнасць паветра»</li> </ul> <p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Заканамернасці дзеяння фактараў асяроддзя на арганізм»</li> <li>Тэма «Тэмпература як экалагічны фактар»</li> <li>Тэма «Наземна-паветранае і глебавае асяроддзе жыцця»</li> <li>Тэма «Уллыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфія раёна» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы атмасферы»</li> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> </ul>
	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>	<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Біясфера – наш агульны дом» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>				

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Уплыў чалавека на прыроду Зямлі»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Клімат і кліматаўтваральныя фактары»</li> <li>Тэма «Біясфера – жывая абалонка Зямлі»</li> <li>Тэма «Прыродны комплекс»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыродныя зоны Афрыкі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Аўстраліі і Акіяніі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўднёвай Амерыкі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўночнай Амерыкі. Ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія турызму і гандлю»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Зменлівасць арганізму, яе тыпы. Мадыфікацыйная зменлівасць»</li> <li>Тэма «Паняцце віду. Крытэрыі віду»</li> <li>Тэма «Дынаміка колькасці папуляцыі і яе рэгуляцыя»</li> <li>Тэма «Біяэноз і біятоп. Сувязі папуляцыі у біяцэнозах»</li> <li>Тэма «Ланцуг і сеткі харчавання. Экалагічны піраміды»</li> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Запаведная справа і ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы біясферы»</li> <li>Тэма «Праблема захавання прыроднай разнастайнасці Зямлі»</li> </ul>
			<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Значэнне раслін у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Значэнне жывёл у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Згуртаванні жывых арганізмаў»</li> <li>Тэма «Асяроддзе пражывання. Экалагічны фактары. Эксістэмы»</li> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> <li>Тэма «Ахова жывой прыроды»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Лад жыцця, асаблівасці будовы і разнастайнасць двухстворкавых малюскаў»</li> <li>Тэма «Роля млекакормячых у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Ахова жывёл»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>		
<b>2.2. Як зменны клімат уплывае на расліны і жывёл</b>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Значэнне раслін у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Значэнне жывёл у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Згуртаванні жывых арганізмаў»</li> <li>Тэма «Асяроддзе пражывання. Экалагічны фактары. Эксістэмы»</li> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> <li>Тэма «Ахова жывой прыроды»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыродныя зоны Афрыкі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Аўстраліі і Акіяніі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўднёвай Амерыкі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўночнай Амерыкі. Ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія турызму і гандлю»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Зменлівасць арганізму, яе тыпы. Мадыфікацыйная зменлівасць»</li> <li>Тэма «Паняцце віду. Крытэрыі віду»</li> <li>Тэма «Дынаміка колькасці папуляцыі і яе рэгуляцыя»</li> <li>Тэма «Біяэноз і біятоп. Сувязі папуляцыі у біяцэнозах»</li> <li>Тэма «Ланцуг і сеткі харчавання. Экалагічны піраміды»</li> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Запаведная справа і ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы біясферы»</li> <li>Тэма «Праблема захавання прыроднай разнастайнасці Зямлі»</li> </ul>
		<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы экалогіі і прафесійная будучыня»</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфія раёна» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфія»</li> <li>«Геаграфія Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфія»</li> <li>«Геаграфія Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
<b>2.3. Як змены клімату ўплываюць на лясы</b>	<p><b>Чалавек і свет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Уплыў чалавека на прыроду Зямлі»</li> </ul>	<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Фотасінтэз – спосаб харчавання раслін»</li> <li>Тэма «Наземная экасістэма – лес»</li> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыродныя зоны Афрыкі, Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўднёвай Амерыкі, Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Еўразіі, Ахова прыроды»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Агульная характарыстыка гаспадаркі Паўднёвай Амерыкі, Экалагічныя праблемы гаспадарчага засваення рагіёна»</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Значэнне арганічных рэчываў у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Кісларод і сера»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Геаэкалагічныя праблемы біясферы»</li> <li>Тэма «Роля біёты ў біясферы і гаспадарчай дзейнасці чалавека. Праблема захавання прыроднай разнастайнасці Зямлі»</li> </ul>
	<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля бактэрыяў у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Унутраная будова ліста. Лістапад»</li> </ul>	<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля бактэрыяў у прыродзе і жыцці чалавека»</li> <li>Тэма «Унутраная будова ліста. Лістапад»</li> </ul>	<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<p><b>Геаграфія.</b></p> <p><b>Геаграфія Беларусі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Тыпы расліннасці. Лясная, лугавая, балотная расліннасць»</li> <li>Тэма «Геаграфія лясной і рыбнай гаспадаркі»</li> </ul>	<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прасторавая структура біяценоза»</li> <li>Тэма «Ланцугі і сеткі харчавання. Экалагічны піраміды»</li> <li>Тэма «Прадуктыўнасць экасістэм»</li> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>		
	<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Краязнаўства»</li> </ul>	<p><b>Факультатыўныя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>					

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
<b>2.4. Як змены клімату ўплываюць на водныя рэсурсы</b>	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Сусветны акіян»</li> <li>Тэма «Воды сушы»</li> <li>Тэма «Як чалавек выкарыстоўвае ваду»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Будова гідрасферы. Уласцівасці вод Сусветнага акіяна»</li> <li>Тэма «Воды сушы. Падазеныя воды»</li> <li>Тэма «Паверхневая воды. Рэкі»</li> <li>Тэма «Жыўленне і рэжым рэк. Уплыў цякучых вод на рэльеф»</li> <li>Тэма «Азёры. Балоты. Вадасховішчы»</li> <li>Тэма «Леднікі. Ахова вод»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Атлантычны і Паўночны Ледавіты акіяны»</li> <li>Тэма «Ціхі і Індыйскі акіяны»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Аўстраліі і Акіяніі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Унутраныя воды Паўднёвай Амерыкі»</li> <li>Тэма «Унутраныя воды Паўночнай Амерыкі»</li> <li>Тэма «Унутраныя воды Еўразіі»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Злучаныя Штаты Амерыкі»</li> </ul>	<b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Паверхневая воды. Рэкі, каналы, азёры, вадасховішчы і балоты»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Паняцце аб асяроддзі жыцця. Воднае асяроддзе»</li> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы атмасферы»</li> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы гідрасферы»</li> <li>Тэма «Праблема дэфіцыту прэснай вады»</li> </ul>
	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Састаў і хімічная ўласцівасці вады»</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Падарожжы па геаграфічнай карце» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вада і раставоры ў жыцці і дзейнасці чалавека»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вада і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Хімія зямлі» (па вучэбным прадмеце «Хімія»)</li> </ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Зямля беларуская» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> <li>«Геаграфія раёна» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»		<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Рашэнне задач па фізічнай геаграфіі» (па вучэбным прадымеце «Геаграфія»)</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Падарожжы па геаграфічнай карце» (па вучэбным прадымеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадымеце «Біялогія»)</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«У краіне цудоўнай хіміі» (па вучэбным прадымеце «Хімія»)</li> </ul>				
2.5. Як змены клімату ўплываюць на сельскую гаспадарку			<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вырошчванне раслін»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Сельская гаспадарка і яе галіновая структура»</li> <li>Тэма «Раслінаводства. Геаграфія вырошчвання зерневых культур»</li> <li>Тэма «Раслінаводства. Геаграфія вырошчвання тэхнічных культур і бульбы»</li> <li>Тэма «Бразілія»</li> <li>Тэма «Агульная характарыстыка гаспадаркі Афрыкі»</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Па краінах і кантынентах» (па вучэбным прадымеце «Геаграфія»)</li> </ul>		<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Узаемадзеянне экалагічных фактараў. Лімітуючы фактар»</li> <li>Тэма «Аграэкасістэмы і іх асаблівасці»</li> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Харчовая праблема»</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаэкалогія Беларусі» (па вучэбным прадымеце «Геаграфія»)</li> </ul>



## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
2.6. Як змены клімату ўплываюць на прыбярэжжыя рэгіёны	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Уплыў чалавека на прыроду Зямлі»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Знешнія сілы Зямлі. Выветрыванне»</li> <li>Тэма «Рух вады ў акіяне»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыродныя зоны Афрыкі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Аўстраліі і Акіяніі. Ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Разнастайнасць і значэнне кішчэнаполасцевых»</li> <li>Тэма «Значэнне рыбу жыцці чалавека. Ахова рыб»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Паняцце аб асяроддзі жыцця. Воднае асяроддзе»</li> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы атмасферы»</li> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> </ul>
		<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Характарыстыкі растваральнасці рэчываў»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Характарыстыкі раствору ў жыцці і дзейнасці чалавека»</li> </ul>	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Надвор'е і клімат»</li> </ul>	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Надвор'е і клімат»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> </ul>
2.7. Як змены клімату ўплываюць на горныя рэгіёны	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вада на Зямлі»</li> <li>Тэма «Воды сушы»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рэльеф сушы. Горы і раўніны»</li> <li>Тэма «Тэмпература паветра. Цеплавая паясы»</li> <li>Тэма «Леднікі»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Унутраныя воды Паўночнай Амерыкі»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вада і раствору ў жыцці і дзейнасці чалавека»</li> </ul>	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Надвор'е і клімат»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Праблема дэфіцыту прэснай вады»</li> </ul>
		<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Па краінах і кантынентах» (па вучэбным прадымеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Па краінах і кантынентах» (па вучэбным прадымеце «Геаграфія»)</li> </ul>			

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
<b>2.8. Як змены клімату ўплываюць на арктычныя рэгіёны</b>	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Уплыў чалавека на прыроду Зямлі»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Атлантычны і Паўночны Ледавіты акіяны»</li> <li>Тэма «Унутраныя воды Паўночнай Амерыкі»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Паўночнай Амерыкі. Ахова прыроды»</li> <li>Тэма «Унутраныя воды Еўразіі»</li> <li>Тэма «Прыродныя зоны Еўразіі. Ахова прыроды»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Здабываючая прамысловасць»</li> <li>Тэма «Геаграфія прамысловасці Расіі»</li> </ul>		<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Уплыў гаспадарчай дзейнасці чалавека на біясферу»</li> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Энергетычная праблема»</li> </ul>
<b>2.9. Як змены клімату ўплываюць на гарады</b>	<b>Асновы бяспекі жыццядзейнасці</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Правілы паводзін у розных умовах надвор'я»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Чалавек – частка прыроды»</li> <li>Тэма «Роля чалавека ў прыродзе»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Гетэратрофныя пратывісты»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Размяшчэнне гарады і сельскія пасяленні»</li> <li>Тэма «Кітай»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Першая дапамога пры пашкоджаных скуру, цяплавым і сонечным ударах»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Праблема дэфіцыту прэснай вады»</li> </ul>
						<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)»</li> </ul>	
					<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>		
				<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Выпраменьванне»</li> </ul>			
			<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рэакцыі гарэння»</li> </ul>				

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>		<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Падарожжы па геаграфічнай карце» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Па краінах і кантынентах» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Колькасць і размяшчэнне насельніцтва»</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Экалогія чалавека і эвалюцыя біясферы» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаэкалогія Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>
2.10. Як змены клімату ўплываюць на сацыяльныя праблемы				<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы экалогіі і прафесійная будучыня»</li> </ul>		<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфічныя даследаванні Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>
				<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Колькасць насельніцтва свету і яго дынаміка. Міграцыі насельніцтва»</li> <li>Тэма «Паказчыкі ўзроўню сацыяльна-эканамічнага развіцця краін»</li> <li>Тэма «Акіянія. Новая Зеландыя»</li> </ul>		<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымыя змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Дэмаграфічная праблема»</li> <li>Тэма «Харчовая праблема»</li> </ul>
						<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаграфія народанасельніцтва» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Факультатыўныя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Глобальныя праблемы сучаснасці» (па вучэбным прадмеце «Грамадазнаўства»)</li> </ul>

АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ							
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
<b>Чаць 3. Як прадухіліць небяспечныя змены клімату?</b>							
<b>3.1. «Зялёныя» крыніцы энергіі</b>			<b>Хімія</b> • Тэма «Паветра. Кісларод і азон»	–	–	<b>Фізіка</b> • Тэма «Першы закон тэрмадынамікі»	<b>Геаграфія</b> Тэма «Энергетычная праблема»
<b>3.1.1. Што такое энергія</b>	–	–	<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Падарожжы па геаграфічнай карце» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)	–	–	<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)	<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)
<b>3.1.2. Асноўныя крыніцы энергіі</b>				<b>Геаграфія</b> • Тэма «Паняцце аб прыродных рэсурсах» • Тэма «Энергетыка. Вытворчасць электраэнергіі»	<b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b> • Тэма «Карысныя выкапні» • Тэма «Геаграфія прамысловасці. Горназдабываючая прамысловасць»	<b>Фізіка</b> • Тэма «Работа ў тэрмадынаміцы. Колькасць цеплыні»	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Геаграфія энергетыкі свету» • Тэма «Мінеральна-рэсурсная праблема» • Тэма «Энергетычная праблема»
<b>3.1.3. Вуглевадародныя крыніцы энергіі</b>	<b>Чалавек і свет</b> • Тэма «Карысныя выкапні» • Тэма «Забруджванне паветра»		<b>Хімія</b> • Тэма «З'явы фізічныя і хімічныя. Прыметы хімічных рэакцый»	<b>Фізіка</b> • Тэма «Гарэнне. Удзельная цеплыня згарання паліва»		<b>Факультатывыя заняткі</b> • «З'ямля беларуская» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)	<b>Фізіка</b> • Тэма «Вытворчасць, перадача і спажыванне электрычнай энергіі»
				<b>Геаграфія</b> • Тэма «Энергетыка. Вытворчасць электраэнергіі»	<b>Біялогія</b> • Тэма «Гігена дыхання»	<b>Хімія</b> • Тэма «Вуглярод і крэмній»	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Геаграфія энергетыкі свету»

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»			<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рэакцыі гарэння»</li> <li>Тэма «Аксіды»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія прамысловасці Расіі»</li> </ul>	<b>Геаграфія.</b> <b>Геаграфія Беларусі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія нафтавай і нафтапераапрацоўчай прамысловасці»</li> </ul>	<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Дыяэлектрыкі ў электрастатычным полі»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы атмасферы»</li> <li>Тэма «Энергетычная праблема»</li> </ul>
3.1.4. Атамная энергетыка	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы радыяцыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ») </li></ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы радыяцыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ») </li></ul>	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Біясфера – наш агульны дом» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія») </li></ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Энергетыка. Вытворчасць электраэнергіі»</li> <li>Тэма «Украіна»</li> <li>Тэма «Японія»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Аксіды серы (IV) і аксід серы (VI)»</li> <li>Тэма «Аксіды вугляроду»</li> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Навука і тэхніка»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімічныя уласцівасці алканаў. Атрыманне і прымяненне»</li> <li>Тэма «Вуглевадароды ў прыродзе. Пераапрацоўка нафты»</li> </ul>
					<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Атрыманне і прымяненне аксідаў»</li> </ul>	<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вытворчасць, перадача і спажыванне электрычнай энергіі»</li> <li>Тэма «Радыеактыўнасць»</li> <li>Тэма «Ядзерны рэактар»</li> </ul>
				<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Атрыманне і прымяненне аксідаў»</li> </ul>	<b>Геаграфія.</b> <b>Геаграфія Беларусі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геакалагічныя праблемы»</li> </ul>		<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія») </li></ul>

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
3.1.5. Узаўяляльныя крыніцы энергіі	<p><b>Чалавек і свет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Забруджванне паветра»</li> <li>Тэма «Як чалавек выкарыстоўвае ваду»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рух вод у акіяне»</li> <li>Тэма «Воды сушы. Падаземныя воды»</li> </ul>	<p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магутнасць. Адзінкі магутнасці»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Энергетыка. Вытворчасць электраэнергіі»</li> <li>Тэма «Вялікабрытанія»</li> <li>Тэма «Францыя»</li> <li>Тэма «Геаграфія прамысловасці Расіі»</li> <li>Тэма «Індыя»</li> <li>Тэма «Злучаныя Штаты Амерыкі»</li> <li>Тэма «Бразілія»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія электраэнергетыкі»</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вулярод і крэмній»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія энергетыкі свету»</li> <li>Тэма «Энергетычная праблема»</li> </ul>
	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы радыяцыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Зорная азбука» (па вучэбным прадмеце «Астраномія»)</li> </ul>	<p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Работа і магутнасць электрычнага току»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Работа і магутнасць электрычнага току»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Энергетыка. Вытворчасць электраэнергіі»</li> <li>Тэма «Вялікабрытанія»</li> <li>Тэма «Францыя»</li> <li>Тэма «Геаграфія прамысловасці Расіі»</li> <li>Тэма «Індыя»</li> <li>Тэма «Злучаныя Штаты Амерыкі»</li> <li>Тэма «Бразілія»</li> </ul>	<p><b>Геаграфія. Геаграфія Беларусі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія электраэнергетыкі»</li> </ul>	<p><b>Хімія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вулярод і крэмній»</li> </ul>
			<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы радыяцыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы радыяцыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы радыяцыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Геаэкалогія Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul> <p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Глабальныя праблемы сучаснасці» (па вучэбным прадмеце «Грамадазнаўства»)</li> </ul>
					<p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Кінетычная энергія. Поўная энергія сістэмы цел»</li> </ul>	<p><b>Біялогія</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»</li> </ul> <p><b>Замежная мова</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Навука і тэхніка»</li> </ul>	<p><b>Фізіка</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вытворчасць, перадача і спажыванне электрычнай энергіі»</li> </ul>
						<p><b>Факультатывыя заняткі</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Зямля беларуская» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
3.1.6. Перавагі і недахопы розных крыніц энергіі	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Карысныя выкапні»</li> </ul>		<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Біясфера – наш агульны дом» (па вучэбным праדмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Энергетыка. Вытворчасць электраэнергіі»</li> </ul>		<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Хімія зямлі» (па вучэбным прадмеце «Хімія»)</li> </ul>	<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Экалогія»</li> </ul>
	<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Пазнай свет» (па вучэбным прадмеце «Чалавек і свет»)</li> </ul>			<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Гарэнне. Уздзельная цеплыня згарання паліва»</li> </ul>			<b>Факультатывыя заняткі</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>
3.2. Энергаэфектыўнасць і энергаберажэнне				<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Электрычны ток. Крыніцы току»</li> <li>Тэма «Работа і магутнасць электрычнага току»</li> </ul>		<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вуглярод і крэмій»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Навукова-тэхнічная рэвалюцыя як рухаючая сіла развіцця сусветнай гаспадаркі»</li> <li>Тэма «Энергетычная праблема»</li> </ul>
						<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Электрычны ток у газах»</li> </ul>	
3.2.1. Экалагічныя віды транспарту						<b>Замежная мова</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Навука і тэхніка»</li> </ul>	<b>Грамадазнаўства</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Прыярытэты сацыяльна-эканамічнага развіцця Рэспублікі Беларусь»</li> </ul>
						<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»</li> </ul>	
	<b>Чалавек і свет</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Забруджванне паветра»</li> </ul>			<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Транспарт»</li> <li>Тэма «Японія»</li> </ul>	<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Сілы трэння. Сілы супраціўлення асяроддзя»</li> </ul>	<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Цеплавая рухавікі»</li> <li>Тэма «Энергія электростатычнага поля кандэнсатара»</li> </ul>	<b>Геаграфія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Геаграфія сферы паслуг»</li> <li>Тэма «Энергетычная праблема»</li> </ul>
				<b>Фізіка</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Электрычны ток. Крыніцы току»</li> </ul>		<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вадарод»</li> </ul>	<b>Хімія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Хімічныя ўласцівасці алканаў. Атрыманне і прымяненне»</li> </ul>
						<b>Біялогія</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»</li> </ul>	

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
<b>3.2.3. Бытавая тэхніка і электрапрыборы</b>	<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Асновы радыё-цыйнай бяспекі» (па вучэбным прадмеце «АБЖ»)	–	–	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Злучаныя Штаты Амерыкі»  <b>Фізіка</b> • Тэма «Выпраменьванне» • Тэма «Работа і магутнасць электрычнага току Закон Джоўля — Ленца»	–	<b>Хімія</b> • Тэма «Вуглярод і крэмій»  <b>Замежная мова</b> • Тэма «Навука і тэхніка»  <b>Біялогія</b> • Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Энергетычная праблема» • Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»
<b>3.2.3. Зялёнае будаўніцтва. Пасуўныя і актыўныя дамы</b>	–	–	–	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Вялікабрытанія» • Тэма «Фінляндыя, Швецыя, Данія, Ісландыя, Нарвегія»  <b>Фізіка</b> • Тэма «Цеплаправоднасць»	–	<b>Замежная мова</b> • Тэма «Віды жылля»  <b>Біялогія</b> • Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»
<b>3.2.4. Зялёныя гарады</b>	<b>Чалавек і свет</b> • Тэма «Забруджванне паветра»	–	–	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Вялікабрытанія» • Тэма «Фінляндыя, Швецыя, Данія, Ісландыя, Нарвегія» • Тэма «Азербайджан, Арменія, Грузія» • Тэма «Злучаныя Штаты Амерыкі»	<b>Хімія</b> • Тэма і ахова навакольнага асяроддзя»	<b>Замежная мова</b> • Тэма «Навука і тэхніка»  <b>Біялогія</b> • Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»	<b>Геаграфія</b> • Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»



## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»							
<b>3.3. Вугляродны след</b>	<b>Чалавек і свет</b>		<b>Хімія</b>	<b>Хімія</b>	<b>Хімія</b>	<b>Хімія</b>	<b>Геаграфія</b>
<b>3.4. Як я магу дапамагчы планеце? Скарачаем свой вугляродны след</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Састаў і фізічныя ўласцівасці вады»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Акісляльна-аднаўленчыя рэакцыі вакол нас»</li> <li>Тэма «Вада і раствары ў жыцці і дзейнасці чалавека»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вуглярод – хімічны элемент і простае рэчыва»</li> <li>Тэма «Хімія і ахова навакольнага асяроддзя»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Вуглярод і крэмій»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Праблема дэфіцыту прэснай вады»</li> <li>Тэма «Мінеральна-рэсурсная праблема»</li> <li>Тэма «Рацыянальнае прыродакарыстанне»</li> </ul>
				<b>Фізіка</b>	<b>Факультатывыя заняткі</b>	<b>Факультатывыя заняткі</b>	<b>Факультатывыя заняткі</b>
				<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Цеплаправоднасць»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>«Асновы экалогіі і прафесійная будучыня»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>
<b>3.5. Глобальнае супрацоўніцтва ў галіне змены клімату і ўстойлівага развіцця</b>			<b>Факультатывыя заняткі</b>	<b>Факультатывыя заняткі</b>	<b>Гісторыя Беларусі</b>	<b>Біялогія</b>	<b>Геаграфія</b>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>«Дзікая прырода Беларусі» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Знешняя палітыка Рэспублікі Беларусь»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Пагроза экалагічных катастроф і іх папярэджанне»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Магчымы змены клімату і іх наступствы»</li> <li>Тэма «Геаграфічныя аспекты стратэгіі ўстойлівага развіцця чалавецтва»</li> </ul>
						<b>Факультатывыя заняткі</b>	<b>Грамадазнаўства</b>
						<ul style="list-style-type: none"> <li>«Зямля беларуская» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Тэма «Удзел Рэспублікі Беларусь у рашэнні глабальных праблем»</li> </ul>
						<b>Факультатывыя заняткі</b>	
						<ul style="list-style-type: none"> <li>«Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)</li> </ul>	

## АГУЛЬНАЯ СЯРЭДНЯЯ АДУКАЦЫЯ

Назва раздзела дапаможніка «Кліматычная шкатулка»	5 клас	6 клас	7 клас	8 клас	9 клас	10 клас	11 клас
						<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Хімія зямлі» (па вучэбным прадмеце «Хімія»)	<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Устойлівае развіццё» (па вучэбным прадмеце «Геаграфія»)
						<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Экалогія чалавека і эвалюцыя біясферы» (па вучэбным прадмеце «Біялогія»)	<b>Факультатывыя заняткі</b> • «Глобальныя праблемы сучаснасці» (па вучэбным прадмеце «Грамадазнаўства»)

### Колеравыя абазначэнні вучэбных прадметаў

Біялогія	Геаграфія	Замежная мова	Гісторыя	Грамада-знаўства	АБЖ	Факультатывыя заняткі	Фізіка	Хімія	Чалавек і свет
----------	-----------	---------------	----------	------------------	-----	-----------------------	--------	-------	----------------

## | Спіс ілюстрацый

**Вокладка.** Фота: А. Суднік.

**Стар. 5.** Фота: А. Мозер, Бернскі ўніверсітэт, прадстаўлена Т. Стокерам.

**Стар. 9.** Фота: J. Swanepoel, Shutterstock.com.

**Стар. 11.** Мал. 1.1: NASA, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>; Мал. 1.1.1 <https://citydog.by/post/pogoda-minsk/>

**Стар. 13.** Мал. 1.2.: [http://www.geo-sfera.info/photo/karty/atmosfera\\_klimat/klimaticheskaja\\_karta\\_mira/35-0-71](http://www.geo-sfera.info/photo/karty/atmosfera_klimat/klimaticheskaja_karta_mira/35-0-71).  
Фота: P. Kosmider, Shutterstock.com.

**Стар. 14.** Мал. 1.1.1: Shutterstock.com.

**Стар. 15.** Мал. 1.2.1.: Вікіпедыя.

**Стар. 17.** Фота (уверсе): R. Loesche, Shutterstock.com. Фота (на цэнтры): Semork, Shutterstock.com. Фота (унізе): apdesign, Shutterstock.com.

**Стар. 18.** Фота (уверсе): A. Iatsun, Shutterstock.com. Фота (унізе): А. Суднік

**Стар. 19.** Фота: axily, Shutterstock.com.

**Стар. 20.** Мал. 1.2.2.: І. Фралоў, ААНДІ. Мал. 1.2.3.: Дж. Саліван, Вікіпедыя. Мал. 1.2.4.: NASA. Мал. 1.2.5.: Т. Скамбас, Нацыянальны цэнтр дадзеных па даследаванні снегу і лёду, ЗША.

**Стар. 23.** Крыжаванка: С. Коршчыкава.

**Стар. 24.** Мал. (злева): M. Anton, Public Library of Science, размешчана на Вікіпедыі. Фота (справа): H. Grobe, Вікіпедыя. Мал. 1.3.1.: Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолодчиков Д.Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов. М.: WWF, 2013. – 220 с.

**Стар. 25.** Фота (злева і ўверсе справа): M. Dunn, NOAA Climate Program Office, NABOS 2006 Expedition. Фота (унізе справа): L. Koenig, NASA.

**Стар. 26.** Мал. 1.3.3.: А. Алекперава. Мал. 1.3.4.: <http://school-collection.lyceum62.ru>.

**Стар. 27.** Мал.: [https://s1.1zoom.ru/big7/822/Dinosaurs\\_Ancient\\_487974.jpg](https://s1.1zoom.ru/big7/822/Dinosaurs_Ancient_487974.jpg)

**Стар. 28.** Мал. 1.3.5.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger et al. – Springer, 2012. – 270 pp. <http://www.springer.com/>.

**Стар. 29.** Мал. 1.3.6.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch). Мал. 1.3.7.: Р. Блейкі, <http://www.cpgesystems.com>.

**Стар. 31.** Мал. 1.3.8.: <http://www.britishmuseum.org>. Фота: A. Jack, Shutterstock.com.

**Стар. 32.** Мал. 1.3.9.: <http://earthobservatory.nasa.gov/>. Фота: Y. Kumsri, Shutterstock.com.

**Стар. 35.** Мал. 1.4.1.: Суветная метэаралагічная арганізацыя (СМА) 2017, [https://library.wmo.int/опак/doc\\_num.php?explnum\\_id=3414](https://library.wmo.int/опак/doc_num.php?explnum_id=3414). Мал. 1.4.2.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

**Стар. 36.** Мал. 1.4.3.: <http://climate.nasa.gov/evidence/>.

**Стар. 37.** Мал. 1.4.4.: J. Hansen and M. Sato, 2011: Paleoclimate implications for human-made climate change. In Climate Change: Inferences from Paleoclimate and Regional Aspects. Berger, Andre; Mesinger et al. – Springer, 2012. – 270 pp. <http://www.springer.com/>.

**Стар. 38.** Мал. 1.4.5.: Кокорин А.О., Смирнова Е.В., Замолодчиков Д.Г. Изменение климата. Книга для учителей старших классов. М.: WWF, 2013. – 220 с.

**Стар. 39.** Мал. 1.4.6.: Суветная метэаралагічная арганізацыя (СМА) 2017, [https://library.wmo.int/опак/doc\\_num.php?explnum\\_id=3414](https://library.wmo.int/опак/doc_num.php?explnum_id=3414). Мал. 1.4.7. NASA, <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>.

**Стар. 40.** Мал. 1.4.8.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).

**Стар. 41.** Мал. (уверсе) Часопіс «Родная прырода» №1, 2020; Мал. 1.4.9.: Д. Бялюкін, <http://www.belukin.ru/>.

**Стар. 42.** Фота: А. Ціханаў, Shutterstock.com.

**Стар. 44.** Фота: [https://ic.pics.livejournal.com/dv\\_leonov/73820704/5815/5815\\_900.jpg](https://ic.pics.livejournal.com/dv_leonov/73820704/5815/5815_900.jpg).

**Стар. 45.** scenery2, Shutterstock.com.

**Стар. 47.** P. Steib, Shutterstock.com. Фота (уверсе справа): Wutthichai, Shutterstock.com. Фота (унізе злева): Siriporn-88, Shutterstock.com. Фота (унізе справа): П. Літоўчанка.

**Стар. 48.** Мал. 2.1.: А. Алекперава, У. Бердзін, Ю. Дабралабава, Ю. Калінічава, А. Какорын.

**Стар. 49.** Мал. (злева): У. Кантар; Мал. 2.1.1.(справа): <https://s.poembook.ru/theme/c2/d4/8b/095e6224b26a0a7d9b799945c4f11d2f6f861bd6.jpeg>

**Стар. 50.** Мал. 2.1.2.: NASA image by J. Schmaltz, LANCE/EOSDIS Rapid Response, <http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=86539>. Мал. 2.1.3.: Вікіпедыя.

**Стар. 51.** Фота (уверсе злева): <http://earthobservatory.nasa.gov/>. Фота (уверсе справа): T. Shoemake, Shutterstock.com. Фота (на цэнтры): [https://user.vse42.ru/files/P\\_S1280x853q80/Wnone/ui-567b77f801b223.35591959.jpeg](https://user.vse42.ru/files/P_S1280x853q80/Wnone/ui-567b77f801b223.35591959.jpeg). Фота (унізе злева): D. Bertonceli, Shutterstock.com. Фота (унізе справа): Інтэрнэт-рэсурс.

**Стар. 52.** Фота (уверсе злева): R.A. Mansker, Shutterstock.com. Фота (уверсе на цэнтры): ChameleonsEye, Shutterstock.com. Фота (уверсе справа): сайт Прэзідэнта Расійскай Федэрацыі, kremlin.ru. Фота (унізе злева): W. Dias/Agencia Brasil, Вікіпедыя. Фота (унізе справа): Б. Дзякоўскі, Shutterstock.com.

**Стар. 53.** Фота (злева): R. Bayer, Shutterstock.com. Мал. 2.1.4.: R. Stockli and R. Simmon на дадзеных MODIS Land Science Team, NASA, <http://earthobservatory.nasa.gov/>.

**Стар. 54.** Фота: [https://st4.depositphotos.com/16122460/19903/i/950/depositphotos\\_199030092-stock-photo-passerby-calling-ambulance-man-having.jpg](https://st4.depositphotos.com/16122460/19903/i/950/depositphotos_199030092-stock-photo-passerby-calling-ambulance-man-having.jpg).

**Стар. 55.** Інтэрнэт-рэсурс.

**Стар. 57.** Фота: <https://onlinevologda.ru/upload/iblock/b27/b272f2bbb4e129fc71455504e58e69d2.jpeg>.

**Стар. 58.** Калаж: А. Алекперава.

**Стар. 59.** Мал. (уверсе): <http://34374.info/wp-content/uploads/2011/07/nils.jpg>. Фота (справа): Simm, Вікіпедыя. Фота (злева): С. Тулінаў.

**Стар. 60.** Фота (уверсе): M.M. Karim, Вікіпедыя. Фота (унізе): MarcusVDT, Shutterstock.com.

**Стар. 61.** Калаж: А. Алекперава на аснове ілюстрацый з Вікіпедыі.

**Стар. 62.** Фота: А. Суднік

- Стар. 63.** Фота (першае): Хосолатl, Вікіпедыя. Фота (другое): N. Tomura, Вікіпедыя. Фота (трэцяе): Wilson44691, Вікіпедыя. Фота (чацвёртае): Д. Багданаў, Вікіпедыя.
- Стар. 64.** Фота (уверсе): jamon jr, Вікіпедыя. Фота (унізе): P. Kapitola, State Phytosanitary Administration, Bugwood.org.
- Стар. 65.** Фота (першае): Fraan, Photobucket.com. Фота (другое): Smithsonian National Museum of Natural History. Фота (трэцяе): Vlad61, Shutterstock.com. Фота (чацвёртае): S. Baron, Вікіпедыя.
- Стар. 66.** Фота (першае): С. Ураднікаў, Shutterstock.com. Фота (другое): martinhlavacek79, Shutterstock.com. Фота (трэцяе): Argus fin, Вікіпедыя. Фота (чацвёртае): D. Charman, <http://blogs.exeter.ac.uk/antarcticpastclimate/2013/01/20>. Фота (пятае): edmon, Shutterstock.com.
- Стар. 67.** Фота (уверсе): elitravo, Shutterstock.com. Фота (унізе злева): А.Суднік; Фота (унізе па цэнтры): <https://i0.wp.com/fountravel.ru/wp-content/uploads/2016/11/Jasper-National-Park-Canada-10.jpg?fit=1098%2C618&ssl=1>. Фота (унізе справа): Amur Leopard, Вікіпедыя.
- Стар. 68.** Фота (першае): Lorcel, Shutterstock.com. Фота (другое): MarkVanDykePhotography, Shutterstock.com. Фота (трэцяе): G. Yim, Shutterstock.com. Фота (чацвёртае): А.Суднік;
- Стар. 69.** Фота (уверсе): А.Суднік; Фота (унізе): [https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/963327/538ad82d-0599-4f5d-a963-7b529823cc3c/s1200](https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/963327/538ad82d-0599-4f5d-a963-7b529823cc3c/s1200;);
- Стар. 70.** Фота (першае): А.Суднік. Фота (другое): А.Суднік. Фота (трэцяе): I.Вяршыцкая; Фота (чацвёртае): [https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/477388/2cb4ff13-fc9d-46c2-8a6b-2265b5f34892/s1200](https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/477388/2cb4ff13-fc9d-46c2-8a6b-2265b5f34892/s1200;);
- Стар. 71.** Фота: <https://tourogid.ru/wp-content/uploads/2019/08/rybalka6-e1568118720381.jpg>;
- Стар. 72.** Фота (уверсе): [https://nbp.by/upload/resize\\_cache/iblock/3a2/900\\_600\\_10babece1b6de3b0f3bdfaf50e04d9994/9Uogtpg0sC0.jpg](https://nbp.by/upload/resize_cache/iblock/3a2/900_600_10babece1b6de3b0f3bdfaf50e04d9994/9Uogtpg0sC0.jpg); Фота (унізе злева): <https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/480866/b6512a55-5330-4b96-af32-54cf311e4b83/s1200>; Фота (унізе справа): <https://kelohouse.ru/images/alybom77/12.jpg>
- Стар. 73.** Фота (уверсе): А.Суднік; Фота (унізе): А.Суднік;
- Стар. 76.** Мал. 2.3.1.: МА 2005. Map designed by Emmanuelle Bournay, Paris;
- Стар. 77.** Мал. 2.3.2. (уверсе): <http://blog.pershyn.name/2011/09/2011.html>; Мал. 2.3.3 (па цэнтры): [https://regnum.ru/uploads/pictures/news/2019/08/04/regnum\\_picture\\_15649339364297765\\_normal.jpg](https://regnum.ru/uploads/pictures/news/2019/08/04/regnum_picture_15649339364297765_normal.jpg); Фота (унізе): [https://static.wixstatic.com/media/39c6dc\\_08e1315b67014eda88c2402349e2a369-mv2.jpg](https://static.wixstatic.com/media/39c6dc_08e1315b67014eda88c2402349e2a369-mv2.jpg);
- Стар. 78.** Мал. 2.3.4. і Мал. 2.3.5.: А.Суднік.
- Стар. 79.** Фота (уверсе і па цэнтры): А.Суднік. Фота (унізе): I.Вяршыцкая
- Стар. 80.** Мал. 2.3.6.: М.Ярмохін. Справаздача аб НДР «Ацэнка пагроз біялагічнай разнастайнасці і прадуктыўнасці натуральных экалагічных сістэм Беларусі, абумоўленых зменай клімату, і распрацоўка мер па іх захаванні», 2019
- Стар. 81.** Мал. 2.3.7.: М.Ярмохін. Справаздача аб НДР «Ацэнка пагроз біялагічнай разнастайнасці і прадуктыўнасці натуральных экалагічных сістэм Беларусі, абумоўленых зменай клімату, і распрацоўка мер па іх захаванні», 2019
- Стар. 82.** Мал. 2.3.8. (уверсе): М.Ярмохін. Справаздача аб НДР «Ацэнка пагроз біялагічнай разнастайнасці і прадуктыўнасці натуральных экалагічных сістэм Беларусі, абумоўленых зменай клімату, і распрацоўка мер па іх захаванні», 2019; Мал. 2.3.9 [https://baikal24-sport.ru/public/images/upload/image1496719959865\\_i1.jpg](https://baikal24-sport.ru/public/images/upload/image1496719959865_i1.jpg); Мал. 2.3.10 Д. Замалодчыкаў.
- Стар. 83.** Фота: [https://img.tyt.by/n/buryakina/0c/3/2\\_ministr\\_lesnogo\\_khozyaystva\\_20160714\\_bur\\_tutby\\_phsl.jpg](https://img.tyt.by/n/buryakina/0c/3/2_ministr_lesnogo_khozyaystva_20160714_bur_tutby_phsl.jpg).
- Стар. 84.** Мал. 2.3.11.: А.Суднік.
- Стар. 85.** Мал. 2.3.12, 2.3.13 і 2.3.14.: А.Суднік.
- Стар. 86.** Мал. 2.3.15.: Замалодчыков Д.Г., Кобяков К.Н., Кокорин А.О., Алейников А.А., Шматков Н.М. Лес и климат. — М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2015. — 40 с.
- Стар. 87.** Мал. 2.3.16.: А.Суднік. Мал. 2.3.17.: Д. Замалодчыкаў.
- Стар. 88.** Мал. 2.3.18.: Д. Замалодчыкаў. Мал. 2.3.19.: The State of the Forests of Papua New Guinea, 2008.
- Стар. 89.** Фота (злева): S. Codrington, Planet Geography 3rd Edition (2005). Фота (справа): А. Фёдараў, Shutterstock.com.
- Стар. 90.** Мал. 2.3.20 Д. Замалодчыкаў; Мал. 2.3.21 [https://storage.myseldon.com/news\\_pict\\_AA/AAA5F4F21934125CFBFB2758AC34981C](https://storage.myseldon.com/news_pict_AA/AAA5F4F21934125CFBFB2758AC34981C)
- Стар. 94.** Фота (уверсе): TSpider, Shutterstock.com. Мал. 2.4.1.: <http://www.astronet.ru/db/msg/1224153>.
- Стар. 95.** Фота (уверсе): С. Тулінаў. Фота (унізе злева): L. Nunes, Вікіпедыя. Фота (унізе справа): G. Paire, Shutterstock.com.
- Стар. 96.** Мал. 2.4.2.: ЮНЕП, <http://www.unep.org/dewa/vitalwater/article155.html>.
- Стар. 97.** Мал. 2.4.3.: ФДУП НВА ім. Лавачкіна. Мал. 2.4.4. Фота (злева): <http://www.uniport.pro/user/30812/blogs/3081269045.png>. Фота (справа): N. Palmer (CIAT), <https://www.flickr.com/photos/38476503@N08/5641586406>
- Стар. 98.** Мал. 2.4.5. Фота (злева): E. Harrison, National Geographic Magazine, Volume 31 (1917), page 272 (left). Фота (справа): Rjruiizii, Вікіпедыя. Мал. 2.4.6.: <https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/34158/caeb0b66-6fb5-4bc4-8b2c-8eb0d42b8611/s1200>; Мал. 2.4.7.: А.Суднік
- Стар. 99.** Мал. 2.4.8.: А. Бязлепкін. Мал. 2.4.9.: Octal, Вікіпедыя.
- Стар. 100.** Мал. 2.4.10.: Б.К. Бейтс і інш. Змены клімату і водныя рэсурсы. Тэхнічны дакумент МДЭЗК. – Жэнева, 2008.
- Стар. 101.** Фота: <https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/1683427/2e973bbf-b041-4f09-9bc8-5fe6e039b4fe/s1200>.
- Стар. 102.** Фота: <https://avatars.mds.yandex.net/get-pdb/1992614/799f81b1-30cc-4364-bc94-a7a366caba95/s1200>.
- Стар. 103.** Фота (уверсе): В. Салман, Shutterstock.com. Фота (унізе): Ratikova, Shutterstock.com.
- Стар. 104.** Фота (уверсе злева): R. Jary, Shutterstock.com. Фота (уверсе справа): Gleizes, Greenpeace. <http://www.greenpeace.org/>. Фота (унізе): I. Струкоў, Shutterstock.com.
- Стар. 105.** Фота (уверсе): J. Tran, Shutterstock.com. Фота (унізе): А. Бандарэц, Shutterstock.com.
- Стар. 106.** Фота (уверсе): D. Henry, Shutterstock.com. Фота (унізе): [https://region.center/source/OREL/OREL/OREL/file\\_507.jpg](https://region.center/source/OREL/OREL/OREL/file_507.jpg)
- Стар. 108.** Фота: B. Jevtic, Shutterstock.com.
- Стар. 109.** Фота: zstock, Shutterstock.com.
- Стар. 110.** Фота (злева): С. Тулінаў. Фота (справа): JaySi, Shutterstock.com.
- Стар. 111.** Мал. 2.6.1.: R. Rowley, J. Kostelnick, D. Braaten et al. Risk of rising sea level to population and land area. 2007. Фота: Z. Pereira da Mata, Shutterstock.com.
- Стар. 112.** Фота (уверсе): R. Whitcombe, Shutterstock.com. Мал. 2.6.2.: Вікіпедыя. Мал. 2.6.3. Фота (злева): <http://www.globalchange.gov/sites/globalchange/files/permafrost-coastal-erosion-alaska-usgs.jpg>. Фота (справа): А. Калацілін, WWF Пасіі.
- Стар. 113.** Фота (уверсе): N. Mitchell, Shutterstock.com. Мал. 2.6.4.: Ацэначная справаздача «Асноўныя прыродныя і сацыяльна-эканамічныя наступствы змены клімату ў раёнах распаўсюджвання шматгадовамёрзлых парод: прагноз на аснове сінтэзу назіранняў і мадэлявання». Пад рэд. А.А. Анісімава. СПб.: Дзяржаўны гідралагічны інстытут, 2009. Мал. 2.6.5.: М. Грыгор'еў (там жа). Фота (унізе): LippertPhotography, Shutterstock.com.

- Стар. 114.** Фота: AlinaMD, Shutterstock.com. Мал. 2.6.6.: А. Алекперова, Ю. Дабралубава на матэрыялах [https://www.scienceprogress.org/wp-content/uploads/2011/09/Reefs\\_1138.gif](https://www.scienceprogress.org/wp-content/uploads/2011/09/Reefs_1138.gif).
- Стар. 115.** Мал. 2.6.7.: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. / T. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner et al. www.ipcc.ch. Мал. 2.6.8.: Малюнак справа: Encyclopaedia Britannica, <http://global.britannica.com/media/full/530475/132944>. Графік злева: <http://oceanadapt.rutgers.edu/>
- Стар. 116.** Фота (злева): Інтэрнэт-рэсурс; Фота (справа): А. Суднік
- Стар. 119.** Фота: momanuma, Shutterstock.com.
- Стар. 120.** Мал. 2.7.1.: А. Алекперова і Ю. Дабралубава на матэрыялах <http://900igr.net/data/geografija>. Фота: Д. Пічурін, Shutterstock.com.
- Стар. 121.** Мал. (уверсе): Вікіпедыя. Фота (унізе): А. Ягораў, Shutterstock.com.
- Стар. 122.** Мал. 2.7.2.: Сусветная служба маніторынгу леднікоў (WGMS). Мал. 2.7.3.: Вікіпедыя.
- Стар. 123.** Мал. 2.7.4.: Сусветная служба маніторынгу леднікоў (WGMS). Мал. 2.7.5.: М. Хёлцле, Цюрыхскі ўніверсітэт, Сусветная служба маніторынгу леднікоў (WGMS). Мал. 2.7.6.: NASA. Мал. 2.7.7.: NASA.
- Стар. 124.** Мал. 2.7.8.: Ю. Дабралубава. Мал. 2.7.9.: Архіў Нацыянальнага парку «Глейшэр».
- Стар. 125.** Мал. 2.7.10.: У. Кантар. Фота (злева): А. Gl, Shutterstock.com. Фота (справа): М. Топчый, Shutterstock.com. Мал. 2.7.11. А. Алекперова, Ю. Дабралубава, Г. Тушынская.
- Стар. 126.** Фота (уверсе): М. Топчый, Shutterstock.com. Фота (пасяродку): У. Кантар. Фота (унізе): L. Gridinoc, Вікіпедыя.
- Стар. 127.** Фота (злева): Dtarazona, Вікіпедыя. Фота (справа): ANA Peru.
- Стар. 128.** Мал. 2.7.12.: NASA. Мал. 2.7.13.: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, 2007. M. Parry, O. Canziani, J. Palutikof et al. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Фота: Pikoso.kz, Shutterstock.com.
- Стар. 129.** Фота: D. Lynch, Shutterstock.com.
- Стар. 131.** Ілюстрацыя: Вікіпедыя.
- Стар. 133.** Фота: С. Дабралубаў.
- Стар. 134.** Мал. 2.8.1. А. Алекперова і Ю. Дабралубава на матэрыялах <http://www.athropolis.com/map2.htm>.
- Стар. 135.** Фота (злева): «Газпрам нафта», <http://media.gazprom-neft.ru/pictures/production/category688/category689/AVD43214.jpg.htm>. Фота (справа): Vlada Z, Shutterstock.com.
- Стар. 136.** Мал. 2.8.2.: National Snow and Ice Data Center (USA), [http://nsidc.org/data/seaice\\_index/](http://nsidc.org/data/seaice_index/).
- Стар. 137.** Мал. 2.8.3.: Палярны навуковы цэнтр. <http://psc.apl.washington.edu/wordpress/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly>. Мал. 2.8.4.: А. Какорын, WWF Расіі.
- Стар. 138.** Фота: J. McDonald, Shutterstock.com. Мал. 2.8.5.: С. Accardo, AP Photo/NOAA.
- Стар. 139.** Фота: Д. Піліпенка, Shutterstock.com.
- Стар. 140.** Мал. 2.8.6. J. Shaw, <http://www.johnshawphoto.com/>.
- Стар. 141.** Мал. 2.8.7.: М. Шыкламану. Ацэначная справаздача «Асноўныя прыродныя і сацыяльна-эканамічныя наступствы змены клімату ў раёнах распаўсюджвання шматгадовамёрзлых парод: прагноз на аснове сінтэзу назіранняў і мадэлявання». Пад рэд. А.А. Анісімава. СПб.: Дзяржаўны гідралагічны інстытут, 2009. Мал. 2.8.8.: там жа. Мал. 2.8.9.: Д. Драздоў, там жа.
- Стар. 142.** Мал. 2.8.10.: М. Шыкламану. Ацэначная справаздача «Асноўныя прыродныя і сацыяльна-эканамічныя наступствы змены клімату ў раёнах распаўсюджвання шматгадовамёрзлых парод: прагноз на аснове сінтэзу назіранняў і мадэлявання». Пад рэд. А.А. Анісімава. СПб.: Дзяржаўны гідралагічны інстытут, 2009. Мал. 2.8.11.: М. Грыгор'ев, там жа. Мал. 2.8.12.: У. Раманоўскі, Past and Present and Future Changes in Permafrost and Implications for a Changing Carbon Budget. Environmental Science Seminar Series, 2008, American Meteorological Society.
- Стар. 143.** Мал. 2.8.13. і 2.8.14.: М. Шыкламану. Ацэначная справаздача «Асноўныя прыродныя і сацыяльна-эканамічныя наступствы змены клімату ў раёнах распаўсюджвання шматгадовамёрзлых парод: прагноз на аснове сінтэзу назіранняў і мадэлявання». Пад рэд. А.А. Анісімава. СПб.: Дзяржаўны гідралагічны інстытут, 2009.
- Стар. 144.** Мал. 2.8.15.: Г. Батурава (злева); А. Walk, Вікіпедыя (справа).
- Стар. 145.** Фота: С. Дабралубаў.
- Стар. 148.** Мал. 2.9.1.: F. Schmidt, Ellen J. Beer et al. (eds.), Berns grosse Zeit. Фота: KPG\_Payless, Shutterstock.com.
- Стар. 149.** Мал. 2.9.2.: А. Алекперова і Ю. Дабралубава на матэрыялах World Urbanization Prospects 2014 – Highlights. – UN, 2014. Табліца: А. Алекперова і Ю. Дабралубава на матэрыялах ААН, 2016: [http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the\\_worlds\\_cities\\_in\\_2016\\_data\\_booklet.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/the_worlds_cities_in_2016_data_booklet.pdf)
- Стар. 150.** Мал. 2.9.3.: Pjt56, Wikipedia. Фота (злева): 1000 Words, Shutterstock.com. Фота (справа): P. Rogat, Shutterstock.com.
- Стар. 151.** Мал. 2.9.4.: Праграма па даследаваннях глабальных змен ЗША (USGCRP), 2009. Мал. (унізе): Вікіпедыя.
- Стар. 152.** Мал. 2.9.5. А. Суднік, дадзеныя [www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru)
- Стар. 153.** Фота: ChameleonsEye, Shutterstock.com.
- Стар. 154.** Фота (злева): SW\_Stock, Shutterstock.com. Фота (справа): [https://avatars.mds.yandex.net/get-zen\\_doc/151304/pub\\_5ae4648fbc67e5cd9f4d3fa\\_5ae46619bce67e5cd9f4d410/scale\\_1200](https://avatars.mds.yandex.net/get-zen_doc/151304/pub_5ae4648fbc67e5cd9f4d3fa_5ae46619bce67e5cd9f4d410/scale_1200)
- Стар. 155.** Мал. 2.9.6.: А. Хайнес і др. Изменение климата и здоровье человека – воздействия, уязвимость и адаптация. Труды Всемирной конференции по изменению климата, Москва-2003. – М., 2004.
- Стар. 157.** Фота: Інтэрнэт-рэсурс.
- Стар. 158.** Фота (уверсе злева): WorldWide, Shutterstock.com. Фота (уверсе пасярэдне): P. Date, Shutterstock.com. Фота (уверсе справа): g-stockstudio, Shutterstock.com. Фота (унізе): Kzenon, Shutterstock.com.
- Стар. 159.** Мал. 2.10.1.: Вікіпедыя.
- Стар. 160.** Фота (злева): Інтэрнэт-рэсурс. Фота (справа): G. Paire, Shutterstock.com.; Фота (справа): [https://zen-kanal.ru/upload/uf/d75/7\\_.jpg](https://zen-kanal.ru/upload/uf/d75/7_.jpg); Фота (унізе) <https://lastday.club/wp-content/uploads/2016/03/Podajte-na-Last-Day-Club.jpg>
- Стар. 161.** Фота (уверсе): H. Conesa, Shutterstock.com. Фота (унізе): P. HaSon, Shutterstock.com.
- Стар. 162.** Мал. 2.10.2.: T. Nakala, Shutterstock.com. Мал. 2.10.3.: S. Gulec, Shutterstock.com. Мал. 2.10.4.: R. Whitcombe, Shutterstock.com.
- Стар. 163.** Фота: VVO, Shutterstock.com.
- Стар. 164.** Мал. 2.10.5.: Доклад ПРААН «Контурны новага нізкавугляроднага шляху развіцця». – М.: ПРААН, 2009.
- Стар. 167.** Pavel L Photo, Shutterstock.com.
- Стар. 169.** Мал. 3.1.1.: на матэрыялах [keelingcurve.uesd.edu](http://keelingcurve.uesd.edu).
- Стар. 170.** Фота: <https://webinfo.kz/wp-content/uploads/2017/09/webinfo.kz-30.09.2017-PVWyk2pEFICIT8t9eoSygkoWra0CfsD4.jpg>
- Стар. 171.** Мал. 3.1.2.: А. Алекперова, К. Грачова, Ю. Дабралубава.

- Стар. 172.** Фота: huyangshu, Shutterstock.com.
- Стар. 173.** Мал. 3.1.3.: А. Алекперава. Фота: М. Вінакураў, Shutterstock.com.
- Стар. 174.** Мал. 3.1.4.: Key World Energy Statistics 2017, IEA. www.iea.org. Фота: К. Black, Вікіпедыя.
- Стар. 175.** Фота: прадстаўлена Greenpeace. Мал. 3.1.5.: <http://www.world-nuclear.org/>.
- Стар. 176.** Мал.: А. Алекперава. Фота: overcrew, Shutterstock.com.
- Стар. 177.** Фота (уверсе): KPG Payless2, Shutterstock.com. Фота (унізе): M. Lisner, Shutterstock.com.
- Стар. 178.** Фота (уверсе): [https://vsluh.net/uploads/posts/2016-03/org\\_wwob88.jpg](https://vsluh.net/uploads/posts/2016-03/org_wwob88.jpg). Мал. 3.1.6.: Dinga, Shutterstock.com.
- Стар. 179.** Фота (уверсе): CSIRO, <http://www.scienceimage.csiro.au/pages/about/>. Фота (унізе): Northern Railways, <http://www.nr.indianrailways.gov.in/>.
- Стар. 180.** Фота (уверсе): Chixou, Вікіпедыя. Фота (унізе): <http://www.abengoasolar.com/>.
- Стар. 181.** Фота (уверсе): Ю. Дабралюбава. Фота (па цэнтры): прадстаўлена Greenpeace. Фота (унізе): D. Dixon, Geograph project collection: <https://www.geograph.org.uk/photo/2391702>. Стар. 214. Фота (уверсе): G. Jones, Вікіпедыя. Фота (унізе): ecstasticist, Вікіпедыя.
- Стар. 182.** Мал. 3.1.7.: Вікіпедыя (абодва фота).
- Стар. 183.** Фота (уверсе): Arnold C., Вікіпедыя. Мал. 3.1.8.: Вікіпедыя.
- Стар. 184.** Мал. 3.1.9.: M. Grmek, Вікіпедыя. Мал. 3.1.10.: <https://www.sb.by/upload/iblock/286/286c0a227cc4e4c5e90db82d2a36b4e.jpg>. Мал. 3.1.11.: <http://eko-tech.ru/images/projects/proj2/img0.jpg>.
- Стар. 185.** Фота (абодва верхнія): <http://oceanrusenergy.ru/Gallery>. Фота (унізе): Dani 7C3, Вікіпедыя.
- Стар. 186.** Фота (уверсе): С. Тулінаў. Мал. 3.1.12.: прадстаўлена Greenpeace.
- Стар. 187.** Фота: Вікіпедыя.
- Стар. 188.** Фота (уверсе): Вікіпедыя. Фота (унізе злева): K. Stuchelova, Shutterstock.com. Фота (унізе па цэнтры): images72, Shutterstock.com. Фота (унізе справа): Bildagentur Zoonar GmbH, Shutterstock.com.
- Стар. 189.** Мал. 3.1.13.: RSabbatini, Вікіпедыя. Мал. 3.1.14.: Natecull, Вікіпедыя. Фота (унізе першае): indogolotus, Shutterstock.com. Фота (унізе другое): Dickelbers, Вікіпедыя.
- Стар. 190.** Фота: Hestemoj, Вікіпедыя.
- Стар. 196.** Мал. 3.2.1.: А. Алекперава.
- Стар. 197.** Фота (уверсе): А. Алекперава; Фота (унізе).
- Стар. 199.** Мал. 3.2.2.: Энергаэфектыўнасць у Расіі: схаваны рэзерв. – М.: ЦЭНЭФ, WB, IFC, 2008. Фота (злева): Arnold Paul, Вікіпедыя. Фота (па цэнтры): U.S. Federal Emergency Management Agency, Вікіпедыя. Фота (справа): У. Дзякаў, Вікіпедыя.
- Стар. 200.** Мал. 3.2.3.: А. Алекперава па матэрыялах Агенцтва экалагічнага і энергетычнага кіравання Францыі (ADAME), 2005.
- Стар. 201.** Мал. 3.2.4. MK Products. Вікіпедыя. Мал. 3.2.5. ENEA.
- Стар. 202.** Мал. 3.2.6. <https://lufthansa.myclimate.org/en>. Мал. 3.2.7.: А. Смірнова.
- Стар. 203.** Фота (уверсе): [https://www.abw.by/photos/news/201770\\_1\\_350.jpg?v=1514274026](https://www.abw.by/photos/news/201770_1_350.jpg?v=1514274026); Фота (унізе справа): [https://godlighttowing.com/wp-content/uploads/2018/08/serv\\_03.jpg](https://godlighttowing.com/wp-content/uploads/2018/08/serv_03.jpg); Фота (унізе злева): [https://gt-news.ru/wp-content/uploads/2019/11/gt\\_news\\_ford\\_mustang\\_e\\_2.jpg](https://gt-news.ru/wp-content/uploads/2019/11/gt_news_ford_mustang_e_2.jpg)
- Стар. 204.** Мал. 3.2.8. Фота (злева): [http://blog.mass.gov/wp-content/uploads/2014/10/shutterstock\\_143475586-770x577.jpg](http://blog.mass.gov/wp-content/uploads/2014/10/shutterstock_143475586-770x577.jpg). Фота (справа): [https://glavcom.ua/img/article/4685/49\\_main.jpg](https://glavcom.ua/img/article/4685/49_main.jpg).
- Стар. 205.** Фота (уверсе злева і справа): Інтэрнэт-рэсурс; Фота (унізе): <https://pbs.twimg.com/media/ECdI7NlWwAgfi4q.jpg:large>.
- Стар. 206.** Мал. 3.2.9.: А. Алекперава і Ю. Дабралюбава па матэрыялах Вікіпедыі. Мал. 3.2.10.: Вікіпедыя.
- Стар. 207.** Мал. 3.2.11.: ПРААН, 2011.
- Стар. 208.** Фота (уверсе): Вікіпедыя. Мал. 3.2.12.: Green Building Council of Finland, <http://figbc.fi/en/building-sector/>.
- Стар. 209.** Лагатыпы: Вікіпедыя. Фота (унізе): A. Hodge, <http://www.usgbc.org/>.
- Стар. 210.** Мал. 3.2.13.: прадстаўлена К. Грачовай. Фота (унізе): British Prime Minister's Office, <https://www.gov.uk>.
- Стар. 211.** Фота (уверсе): [www.sidwell.edu](http://www.sidwell.edu). Фота (унізе): <http://www.activehouse.info/cases/home-life>.
- Стар. 212.** Фота: B. Collowan, Вікіпедыя. Мал.: Вікіпедыя.
- Стар. 213.** Фота (першае і другое): J. Seifert, Вікіпедыя. Фота (трэцяе): U.S. Navy National Museum of Naval Aviation. Фота (чацвёртае): NASA.
- Стар. 214.** Фота (уверсе): G. Jones, Вікіпедыя. Фота (па цэнтры): <http://www.eikongraphia.com/?p=2742>. Фота (унізе): <http://kazansmartcity.com/central-business-precinct>.
- Стар. 217.** Фота (злева і па цэнтры): Вікіпедыя. Фота (справа): прадстаўлена Greenpeace.
- Стар. 218.** Лагатыпы: <http://www.climate-kic.org/>, <http://wmsbf.org/>, <http://memoenglish.ru/>, <http://originalcarbon.com/why-offset/>, <http://www.environnet.in.th/>. Фота: Вікіпедыя.
- Стар. 219.** Фота: Вікіпедыя.
- Стар. 221.** Мал. 3.4.1. и 3.4.2.: Урбан Ф. Як мы ацяпляем вуліцы // Бюлетэнь нерухомаасці, 18 студзеня 2012. <http://www.bn.ru/articles/2012/01/18/89218.html>.
- Стар. 223.** Мал. 3.4.3.: Урбан Ф. Як мы ацяпляем вуліцы // Бюлетэнь нерухомаасці, 18 студзеня 2012. <http://www.bn.ru/articles/2012/01/18/89218.html>.
- Стар. 227.** Фота: С. Hutchingson, Вікіпедыя.
- Стар. 228.** Мал. 3.4.4.: А. Алекперава, У. Бердзін, Ю. Дабралюбава, Ю. Калінічава, А. Какорын.
- Стар. 231.** Фота (уверсе злева): Ю. Дабралюбава. Фота (уверсе справа): Вікіпедыя. Лагатып: Вікіпедыя. Вокладка: [www.ipcc.ch](http://www.ipcc.ch).
- Стар. 232.** Вокладка: [www.unfccc.int](http://www.unfccc.int). Фота: P. Souza, Official White House Photo, размешчана ў Вікіпедыі.
- Стар. 233.** Фота: ААН, <http://www.un.org/sustainabledevelopment>.
- Стар. 234.** Мал. 3.5.1.: А. Алекперава па матэрыялах Вікіпедыі. Мал. 3.5.2. ААН, <http://www.un.org/sustainabledevelopment>.
- Стар. 237.** Фота: E. Harrison, Вікіпедыя.
- Стар. 273.** Сцяг Расійскай Федэрацыі: <https://europa.eu/upload/iblock/00d/00d2920a17097d72f1c569e470ae0a1d.jpg>

Бердзін Уладзімір, Грачова Кацярына, Дабралюбава Юлія, Замалодчыкаў Дзмітрый,  
Канстанцінаў Павел, Новік Алена, Рыжова Наталля, Смірнова Алена, Суднік Аляксандр

**Кліматычная шкатулка.  
Рэспубліка Беларусь  
Дапаможнік для школьнікаў па тэме «Змена клімату»**

Падпісана да друку 15.08.2020. Фармат 60x84/8. Ул.-выд. арк. 6,7. Ум. друк. арк. 27,9.  
Папера афсетная. Друк афсетны.  
Тыраж 1000 экз. Заказ № 1257

Надрукавана па заказе Праграмы развіцця ААН

