

УРОКІ ЭКАЛОГІІ

Т. Р. КАЛЕННІКАВА,
*дацэнт кафедры педагогікі Беларускага дзяржаўнага
педагагічнага ўніверсітэта імя Максіма Танка,*
А. Р. БАРЫСЕВІЧ,
асістэнт кафедры

(Працяг. Пачатак у № 12 за 1997 г.)

Урок 3. Паток энергіі і ланцугі харчавання.

Мэта: сфарміраваць у вучняў уяўленне аб ролі энергіі ва ўсіх жыццёвых працэсах; раскрыць сэнс паняццяў «ланцугі харчавання», «піраміда лікаў».

У ходзе ўрока разглядаюцца наступныя пытанні:

1. Энергія — асноўная крыніца жыцця.
2. Паток энергіі і ланцугі харчавання.
3. Законы тэрмадынамікі.
4. Піраміда лікаў.

Усім арганізмам для падтрымання іх жыццядзейнасці і ўзнаўлення неабходна энергія. Існаванне экасістэм залежыць ад рэгулярнага паступлення энергіі.

Падтрыманне жыцця патрабуе пастаяннага прытоку энергіі.

Сонца — практычна адзіная крыніца энергіі на Зямлі. Аднак далёка не ўся энергія сонечнага выпраменьвання можа засвойвацца арганізмамі. Выяўлена, што толькі самая нязначная частка светлавой энергіі (прыкладна 3 %), якая падае на расліну, ператвараецца шляхам фотасінтэзу ў патэнцыяльную энергію харчовых рэчываў, астатняя расейваецца ў выглядзе цяпла.

Калі жывёла з'ядае якую-небудзь расліну, даволі вялікая колькасць энергіі таксама распаўсюджваецца як цяпло, а астатняя ідзе на сінтэз яе пратаплазмы. Калі ж яна становіцца здабычай іншай жывёлы, зноў адбываецца страта энергіі ў выглядзе цяпла.

Усе віды, якія насыляюць экасістэму, не толькі займаюць у ёй пэўнае месца, але і аб'яднаны харчовымі сувязямі. Каб гэта было больш зразумела, разгледзім два прыклады.

Прыклад 1. Экасістэма возера.

Асноўнымі вытворцамі арганічнага рэчыва (першаснымі прадуктамі) з'яўляюцца мікраскапічныя водарасці, якія свабодна перамяшчаюцца ў тоўшчы вады, утвараючы фітапланктон. Біямаса, утвараемая фітапланктонам, з'ядаецца дробнымі жывёламі, што ўваходзяць у зоопланктон: цыклопамі, рачкамі, лічынкамі камароў і інш.

У возеры жывуць і рыбы, якія кормяцца вялікай колькасцю фітапланктону.

Такім чынам, цыклопы, рачкі, лічынкі камароў адносяцца да першасных кансументаў, бо харчуюцца гатовым арганічным рэчывам, стварыць якое самастойна не могуць. Больш буйныя жывёлы, у асноўным лічынкі насякомых, а таксама некаторыя рыбы харчуюцца зоопланктонам і з'яўляюцца другаснымі кансументамі. Драпежныя рыбы гэтага вадаёму жывяцца больш дробнымі рыбамі. Іх называюць кансументамі III парадку.

Водарасці, цыклопы, дробныя і драпежныя рыбы складаюць харчовы ланцуг вадаёму, па якому праходзіць паток энергіі. У кожным харчовым ланцугу адбываецца перанос энергіі ежы ад яго крыніцы-расліны праз шэраг арганізмаў шляхам з'ядання адных арганізмаў другімі.

Прыклад 2. Экасістэма мяшанага лесу.

Лясныя расліны вырабляюць асноўную біямасу, якая служыць крыніцай харчу для жывёл. Казуля, што аб'ядае пупышкі і маладую кару з дрэў, будзе першым спажыўцом арганічных рэчываў і заключанай у іх энергіі. Назапашваючы ў сабе энергію, казуля робіцца яе крыніцай для наступнага спажыўца. Воўк, які з'ядае казулю, атрымлівае сваю частку энергіі. Калі воўк гіне, большая частка энергіі трапляе ў глебу, дзе бактэрыі і грыбы-рэдуцэнты (разбуральнікі) садзейнічаюць разлаганню трупа, ператвараючы яго ў неабходныя раслінам мінеральныя рэчывы.

Зялёная расліна, казуля, воўк, бактэрыі і грыбы ўтвараюць ланцуг, па якому ажыццяўляецца паток энергіі. Харчовы ланцуг складаецца, як правіла, з 3—5 звёнаў. Кожнае звяно губляе значную частку атрыманай энергіі.

Вельмі важна звярнуць увагу вучняў на тое, што першае звяно любога ланцуга харчавання — пераход у працэсе фотасінтэзу светлавой энергіі ў хімічную і ўтварэнне ўтрымліваючых энергію харчовых рэчываў — малаэфектыўнае, таму што толькі 0,2% падаючай светлавой энергіі ператвараецца ў харчовыя рэчывы, астатня ж яе частка становіцца цяплом, якое пакідае затым і расліны, і экасістэму, і біясферу. Паглынуты харч ператвараецца ў цяпло жывёлы, расходуюцца на дыханне, на хімічныя працэсы ў органах стрававання, кровазвароту, ідзе на падтрыманне пэўнай тэмпературы цела.

Пры пераходзе з аднаго ўзроўню на другі перадаецца прыблізна 10% энергіі. Чалавек з'яўляецца канчатковым звяном

многіх ланцугоў харчавання. Напрыклад, ён есць буйную рыбу, што харчуецца дробнай рыбай, а гэта дробная рыба корміцца дробнымі беспазваночнымі, кормам для якіх служаць вода-расці.

Далей неабходна адзначыць, што адрозніваюць простыя ланцугі харчавання тыпу «расліна — казуля — воўк» і ланцугі іншага роду, дзе раслінны матэрыял ператвараецца спачатку ў мёртвае арганічнае рэчыва дэтрыт, што служыць ежай для такіх жывёл, як наземныя малюскі і дажджавыя чарвякі, або для сапрафітаў — бактэрыі і грыбоў. Гэтыя ланцугі называюцца дэтрытнымі.

Такім чынам, мы падводзім вучняў да вываду, што перадача заключанай у ежы энергіі ад яе першапачатковай крыніцы (расліны) праз шэраг арганізмаў, кожны з якіх з'ядае папярэдні і з'ядаецца наступным, з'яўляецца ланцугом харчавання. Кожнае звяно ланцуга харчавання называецца трафічным узроўнем.

Харчовыя ланцугі ў экасістэме звычайна перакрываюцца: член аднаго ланцуга з'яўляецца членам другога. Злучэнне ланцугоў утварае харчовую сетку. Парушэнне любога звяна непазбежна адбываецца на экасістэме ў цэлым. Таму ўмяшанне ў яе жыццё можа прывесці да неабарачальных змяненняў у ёй аж да гібелі.

Значыць, **жывыя арганізмы** — гэта пераўтваральнікі энергіі.

Замацоўванне вывучаемага матэрыялу праводзіцца з выкарыстаннем ведаў вучняў па фізіцы.

Пераход адной формы энергіі ў другую называецца пераўтварэннем энергіі.

Першы закон тэрмадынамікі, або закон захавання энергіі, сцвярджае, што энергія можа ператварацца з адной формы ў другую, але не можа быць створана або знішчана.

Другі закон сцвярджае, што пры выкананні работы энергія не можа быць выкарыстана на 100 %, частка яе непазбежна ператвараецца ў цяпло.

Настаўнік прапануе вучням наступныя пытанні і заданні:

1. На якім трафічным узроўні ў ланцугу харчавання адбываецца ператварэнне энергіі святла ў хімічную энергію?

2. На прыкладзе любога ланцуга харчавання дакажыце дзеянне другога закону тэрмадынамікі.

3. Чым адрозніваюцца між сабой віды харчовых ланцугоў:

а) расліны — тля — божая кароўка — павук — сініца — сокал;

б) ліставы подсціл — дажджавы чарвяк — чорны дрозд — ястраб — перапёлчнік?

Для вывучэння ўзаемадзеянняў арганізмаў у экасістэме і іх графічнага адлюстравання больш зручна выкарыстоўваць не схемы харчовых сетак, а экалагічныя піраміды. Мы ведаем, што кожны трафічны ўзровень характарызуецца колькасцю і паме-

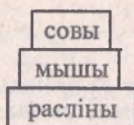
рам арганізмаў. Так, пры пераходзе з аднаго ўзроўню на другі колькасць асобін змяншаецца, а іх памер павялічваецца.

Разгледзім прыклады пірамід колькасці.

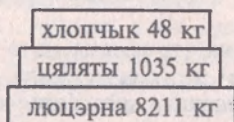
1. III траф. узр.

II траф. узр.

I траф. узр.



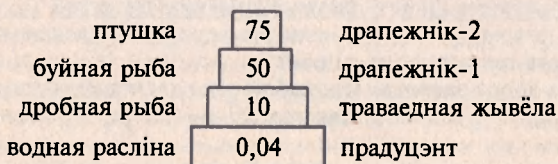
2.



Такім чынам, мы бачым, што піраміды колькасці адлюстроўваюць шчыльнасць асобін на кожным трафічным узроўні.

Пытанні для замацавання

1. Дайце азначэнне паняцця «ланцуг харчавання».
2. Што называюць трафічнымі ўзроўнямі?
3. Якія арганізмы адносяцца да прадукцэнтаў, кансументаў, рэпрадукцэнтаў?
4. У якой форме перадаецца энергія ў экасістэме?
5. З пералічаных ніжэй прадстаўнікоў складзіце ланцугі харчавання: ліса, смоўж, жаба, вуж, сава, сініца, вусень, жук.
6. Дайце азначэнне паняццяў: «харчовая сетка», «дэтрыт», «форма энергіі».
7. Складзіце дэтрытны ланцуг харчавання.
8. На рысунку паказана, якія колькасці пестыцыду ДДТ утрымліваюцца на розных трафічных узроўнях у пірамідзе лікаў. Лічбамі выражана колькасць вагавых адзінак ДДТ, што прыпадаюць на 1 млн вагавых адзінак біямасы.



а) Канцэнтрацыя ДДТ у вадзе складае 0,02 г на 1 млн. У колькі разоў яна ўзрастае пры пераходзе ДДТ у першасныя прадукцэнты; дробныя рыбы; буйныя рыбы; целы драпежных птушак, якія завяршаюць харчовы ланцуг?

б) Якія вывады вы можаце зрабіць з вашага адказу на папярэдняе пытанне?

в) На якім трафічным узроўні аказвае найбольшы ўплыў ДДТ?

г) Якімі шляхамі ДДТ мог трапіць у печань пінгвінаў?

Дадатковы матэрыял да ўрока

1. Настаўніку можна парэкамендаваць для замацавання вывучаемага матэрыялу падзяліць клас на групы (па 4—5 чалавек) і даць ім заданні.

I група вучняў атрымлівае чатыры карткі:

1-я картка (расліны), 2-я картка (травяедныя), 3-я картка (драпежныя), 4-я картка (рэдуцэнты).

Ім неабходна скласці схему ланцугоў харчавання экасістэмы возера.

На адваротным баку картак яны запісваюць:

1-я картка — назвы раслін, якія жывуць у возеры і ўтвараюць арганічныя рэчывы;

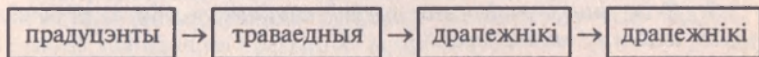
2-я картка — назвы жывёл, якія харчуюцца раслінамі (з першай карткі);

3-я картка — назвы жывёл, што падтрымліваюць папуляцыю травяедных у раўнавазе.

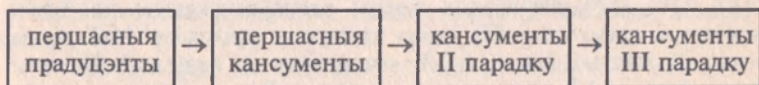
У 4-й картцы апісваюцца рэдуцэнты.

Такім чынам, усе чатыры карткі павінны скласці збалансаваную сістэму воднага згуртавання.

II група атрымлівае карткі для састаўлення збалансаванай лясной экасістэмы. Яны маюць наступныя надпісы:



III група складае збалансаваную экасістэму лугу на аснове картак:



Калі вучні правільна запоўнілі адваротны бок картак, значыць, яны добра засвоілі матэрыял.

2. Заданні, прапанаваныя ніжэй, настаўнік можа выкарыстоўваць па свайму меркаванню.

Заданне 1. Воды Сусветнага акіяна забруджваюцца пестыцыдамі. Яны, як і іншыя шкодныя рэчывы, пад дзеяннем цяжэнняў распаўсюджваюцца даволі хутка. Вялікі ўрон нанесены рыбалоўству. У 40-х гг. ля Каліфарнійскага ўзбярэжжа Ціхага акіяна ўловы сардзіны складалі 800 тыс. т, але ўжо да пачатку 60-х гг. ад некалі грандыёзнага промыслу амаль нічога не засталася. Як

было выяўлена, рыба загінула ў выніку атручэння ДДТ, што ў вялікай колькасці прымяняўся ў сельскай гаспадарцы ЗША.

1. *Якім чынам пестыцыды трапляюць у акіян?*

2. *Падрыхтуйце паведамленне аб пестыцыдзе ДДТ.*

Заданне 2. У Каліфорніі з мэтай знішчэння камароў апрацавалі ваду ў возеры Клеар ДДТ у канцэнтрацыі 0,02 мг/л. Услед адбылося павелічэнне канцэнтрацыі пестыцыду спачатку ў планктоне, а затым арганізме рыб. Часткова рыбы былі з'едзены драпежнымі рыбамі, якія сталі затым здабычай птушак. Даследаванні паказалі, што канцэнтрацыя ДДТ у тлушчавай клятчатцы драпежных рыб дасягнула 2500 мг/кг, а ў тлушчавай клятчатцы птушак — 1600 мг/кг. Эмбрыёны, якія развіваліся з яек такіх птушак, нежыццяздольныя, таму на працягу некалькіх гадоў дадзены від можа поўнасьцю знікнуць.

1. *Якую небяспеку тоіць у сабе знікненне аднаго віду?*

2. *Прывядзіце прыклады адмоўнага ўплыву хімічных злучэнняў на жывыя арганізмы.*

Заданне 3. Агульная колькасць нафты і нафтапрадуктаў, якія штогод трапляюць у воды Сусветнага акіяна, дасягае 10 млн т. Нафтавыя плёўкі, што пакрываюць паверхню акіяна, могуць істотна парушыць абмен энергіі, цяпла, вільгаці, газаў паміж акіянам і атмасферай, перашкаджаць развіццю планктонных мікраарганізмаў. Небяспечны яны і для вадаплаўных птушак. Забруджанае нафтай апырэнне намакае, птушка не ў стане ўзяцець і гіне ад пераахладжэння. Ад нафты і нафтапрадуктаў штогод пакутуюць і іншыя марскія жывёлы — кіты, цюлені.

1. *Якім чынам нафтавыя плёўкі парушаюць абмен рэчываў паміж акіянам і атмасферай?*

2. *Якое ўздзеянне аказваюць нафтапрадукты, трапляючыя ў акіян, на размнажэнне рыб?*

Заданне 4. Кісларод, які складаецца з сумесі трох ізатопаў (O^{16} , O^{17} , O^{18}), з'яўляецца самым распаўсюджаным на Зямлі хімічным элементам. На долю кіслароду прыпадае 44 % масы верхняй мантыі Зямлі, 47 % масы зямной кары, 86 % масы гідрасферы, 70 % масы жывога рэчыва. Для атрымання сучаснага саставу атмасферы, якая ўтрымлівае 21 % кіслароду, спатрэбілася 2,5—3 млрд гадоў. Жывыя арганізмы ў працэсе дыхання паглынаюць кісларод, што выкарыстоўваецца на акісленне вугляроду пры мінералізацыі арганічных рэчываў. Частка яго ідзе на акісленне мінеральных рэчываў. Але кісларод раслінамі ўжываецца ў шмат разоў менш, чым выдзяляецца пры фотасінтэзе. Увесь свабодны кісларод у атмасферы ацэньваецца ў $1,6 \times 10^9$ т. Такая яго колькасць выкарыстоўваецца пры дыханні жывымі арганізмамі на працягу 2 тыс. гадоў, што і складае час поўнага кругавароту кіслароду ў біясферы.

1. Якое значэнне для жыццядзейнасці жывых арганізмаў мае кісларод? У састаў якіх важных злучэнняў ён уваходзіць?

2. Якія антрапагенныя фактары могуць паўплываць на якасны састаў атмасферы, прывесці да змяншэння ўтрымання свабоднага O_2 ?

3. Якія хімічныя рэакцыі адбываюцца ў атмасферы?

Заданне 5. Расліны ў працэсе фотасінтэзу паглынаюць вуглякіслы газ і выдзяляюць у атмасферу кісларод. Падлічана, што 1 га лесу можа паглынуць у год 5—10 т вуглякіслага газу і выдзеліць 10—20 т кіслароду. За гадзіну такі ўчастак лесу паглынае ўвесь вуглякіслы газ, які выдзяляюць пры дыханні 200 чалавек.

1. Прааналізуйце прыведзеныя даныя і зрабіце вывад аб значэнні зялёных раслін.

2. Вызначце, ці забяспечваюць кіслародам насельніцтва вашага горада, паселішча зялёныя расліны, размешчаныя ў наваколлі.

Заданне 6. У ходзе працяглай эвалюцыі біясферы працэсы сінтэзу пераважалі над працэсамі распаду, у выніку чаго стала магчыма з'яўленне кіслароду і назапашванне карысных выкапняў. Працэсы актыўнага фотасінтэзу прывялі да ўтварэння вялікай колькасці кіслароду, які ў верхніх сляях атмасферы ператварыўся ў азон. Утварэнне азонавага экрану з'явілася важнейшым фактарам распаўсюджвання жыцця, паколькі ён засцерагаў жывыя арганізмы ад згубнага ўздзеяння ультрафіялетавых прамянёў і садзейнічаў далейшаму назапашванню кіслароду на нашай планеце. Азоны экран з'яўляецца перашкодай паміж сонечнай радыяцыяй і планетарнымі водамі, дзякуючы чаму стала магчымым ажыццяўленне працэсаў фотасінтэзу, што садзейнічаюць узнікненню і развіццю жыцця.

1. Як вы разумееце выраз «працэсы сінтэзу пераважалі над працэсамі распаду»? Якое гэта мела значэнне для развіцця жыцця на Зямлі?

2. Якую ролю адыгрывае азоны экран у існаванні жывых арганізмаў?

3. Падрыхтуйце наведамленне аб азоновых дзірках, якія з'яўляюцца.

Заданне 7. Па даных Нацыянальнага геалагічнага таварыства ЗША, колькасць кіслароду ў Сусветным акіяне за апошнія 10 гадоў знізілася на 12 %. Вялікую колькасць кіслароду ўжываюць аўтамашыны, самалёты. Рэактыўны лайнер пры пералёце з Амерыкі ў Еўропу за 8 гадз. расходuje 50—70 т кіслароду. Прыкладна такую ж колькасць кіслароду вырабляюць за гэты час 25—50 тыс. га лесу. За апошнія 100 гадоў біямаса раслін на сушы зменшылася на 7 %, а прадукцыйнасць жывога покрыва Зямлі — на 20 %. Пад пагрозай знікнення 25 тыс. відаў раслін, што складае 10 % усёй колькасці раслін-прадцэнтаў.

Прааналізуйце лічбавыя даныя. Як вы лічыце, якая роля чалавека ў змяненні саставу атмасферы?

Заданне 8. Вуглякіслы газ таксама робіць кругаварот у біясферы, аднак утрыманне яго ў паветранай абалонцы Зямлі значна ніжэй, чым кіслароду (усяго 0,03 %). Пры гэтым засваенне CO_2 жывымі арганізмамі адбываецца толькі ў працэсе фотасінтэзу, на ўзроўні зялёных раслін-аўтатрофаў. Выдзяленне ж CO_2 у атмасферу ідзе на ўсіх узроўнях біяцэнозу, паколькі вуглякіслы газ — прадукт працэсу акіслення. Атмасфера «забяспечваецца» вуглякіслым газам у выніку дыхання раслін і жывёл, раскладання адмерлых арганізмаў. Паступленне вуглякіслага газу ў атмасферу мае сутачную і сезонную рытміку: на працягу дня расліны дзякуючы фотасінтэзу зніжаюць колькасць вуглякіслага газу ў прыземным слоі паветра, а ноччу, са спыненнем фотасінтэзу, у выніку дыхання канцэнтрацыя CO_2 у паветры максімальная. Калі параўнаць утрыманне вуглякіслага газу ў ніжніх сляях атмасферы ў розныя месяцы года, то высветліцца, што больш за ўсё яго вясной, а менш — восенню. Поўны кругаварот атмасфернага вуглякіслага газу праз звязаныя формы вугляроду ў жывых арганізмах і назад у атмасферу адбываецца ўсяго за 300 гадоў.

1. *Параўнайце тэрміны і ход кругавароту вугляроду і кіслароду ў прыродзе.*

2. *Начарціце схемы гэтых кругаваротаў.*

Заданне 9. Індустрыяльная рэвалюцыя, якая пачалася ў XIX ст., значна паскорыла тэмпы забруджвання навакольнага асяроддзя. Развіццё прамысловасці прывяло да небывалай, амаль неабарачальнай перагрузкі навакольнага асяроддзя. Даследаванні паказваюць, што ў паветры буйных гарадоў усё больш парушаюцца прыродныя суадносіны кіслароду і вуглякіслага газу. У індустрыяльных раёнах парцыяльны ціск CO_2 у атмасферы ўзрос з 1900 г. на 10—14 %. Гэта ў канчатковым выніку можа прывесці да павышэння мясцовай тэмпературы і ўзнікнення так званага парніковага эфекту.

1. *Чаму парушэнне суадносін $\text{O}_2:\text{CO}_2$ у бок павелічэння колькасці вуглякіслага газу больш выражана ў буйных гарадах?*

2. *Прывядзіце прыклады хімічных рэакцый, якія адбываюцца ў прыродзе з выдзяленнем CO_2 .*

3. *Якую экалагічную небяспеку ўяўляе, на ваш погляд, парніковы эфект?*

(Працяг будзе)