

BIONIKAS ELEMENTU INTEGRĀCIJA DABASZINĪBU MĀCĪBU SATURĀ SĀKUMSKOLĀ

The Integration of the Elements of Bionics into Learning Content of Nature Studies in Primary School

Alise Ārgule

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Jānis Dzerviniks

Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija

Abstract. *The problem of the research: there is rather small proportion of pupils with high nature studies results in Latvia, and it continues to decrease. That is evaluated as a negative factor of national economy future development. The aim of the research: to research connection between elements of bionics and learning content of primary school, and to analyze its significance for nature studies learning process improvement and facilitation of primary school children cognitive action. To achieve the aim of the research, the authors researched the learning content of the nature studies and the role of bionics in improvement of primary school nature study learning process. Authors was clarified the opinion of the primary school teachers about the integration of the elements of bionics into nature studies learning process for facilitation of primary school children cognitive action.*

Keywords: *bionics, cognitive action, nature studies, learning content.*

Ievads

Introduction

Skola ir institūcija, kura mērķtiecīgi izglīto jauno paaudzi, tāpēc izglītības procesam ir jābūt vērīgam uz nākotnes vajadzībām. Šodienas izglītības mērķi pedagogiem liek izvēlēties savā darbā tādas metodes un paņēmienus, kuri veicinātu izziņas darbību, paralēli dažādu prasmju attīstīšanai paaugstinātu arī skolēnu mācīšanās motivāciju (Balašova, 2011).

Starptautisko pētījumu OECD, PISA rezultāti parāda, ka Latvijā ir salīdzinoši neliels skolēnu ar augstiem sasniegumiem dabaszinātnēs īpatsvars, un šis skaits turpina samazināties. Tas vērtējams kā negatīvs faktors tautsaimniecības turpmākai attīstībai (Saeima, 2014). Veiktie pētījumi liecina, ka nepieciešams vairāk attīstīt skolēnu spējas izmantot skolā iegūtās zināšanas un prasmes reālās dzīves situācijās (ESF, 2005).

Mācoties jaunākajās klasēs, skolēniem nepieciešams vairāk attīstīt un nostiprināt pētniecisko prasmi. Par dabaszinību, kā arī citu mācību priekšmetu, mācību galveno uzdevumu kļūst prasme pielietot iegūtās zināšanas zināmās situācijās, kā arī izmantot zināšanas jaunās situācijās (Kalniņa, 2012). Vairākās valstīs dabaszinību mācībās uzsvārs tiek akcentēts uz pētniecisko prasmju attīstību. Lai skolēniem būtu izpratne un spēja apgūt zinātnisko domāšanu,

mācību procesam nevajadzētu norisināties kā gatavu zināšanu piedāvāšanai (Kalniņa, 2012). Dzīvojot pārmaiņu laikā, būtiski domāt plašāk un citādāk, interesēties, izzināt procesus un parādības, kas ir visapkārt mums. Skolēna mācīšanās ir cieši saistīta ar ikdienas dzīves pieredzes izmantošanu (VISC, 2012).

Liela loma mūsdienās tiek pievērsta jaunai zinātnei – bionikai. Bionika ir zinātnes nozare, kas pēta dabas realizētos procesus un struktūras un imitē tās, lai rastu ilgtspējīgus risinājumus cilvēku problēmām (Priesnitz, 2012). Bionika kā perspektīva zinātne šobrīd atrodas uz zinātniski tehniskā progresa lielceļa, kurā ātrums nepārtraukti palielinās (Соколова, 2009). Tā aptver visas dabaszinātnes un atklāj to savstarpējo saistību. Šī zinātņu nozare ir aizraujošs mācīšanās iedvesmas avots, bet dabaszinību mācību saturā tā netiek iekļauta. Autoru vēlme izpētīt bionikas nozares elementus un to integrēšanas iespējas dabaszinību mācību saturā noteica pētījuma tēmas izvēli: „Bionikas elementu integrācija dabaszinību mācību saturā”.

Pētījuma mērķis ir pētīt bionikas nozares elementu saistību ar sākumskolas mācību saturu, analizēt to pedagoģisko potenciālu dabaszinību satura pilnveidē un sākumskolas skolēnu izzināšanas darbības veicināšanā, kā arī apzināt pašreizējo situāciju bionikas elementu izmantošanā dabaszinību mācībās sākumskolā.

Pētījuma metodes: zinātniskās un metodiskās literatūras izpēte, mācību procesa modelēšana un skolotāju intervijas.

Bionika kā zinātnes nozare *Bionics as branch of science*

Dzīvojot pārmaiņu laikā, ir būtiski domāt plašāk un citādāk, interesēties, izzināt procesus un parādības, kas ir visapkārt mums. Skolēna mācīšanās ir cieši saistīta ar ikdienas dzīves pieredzes izmantošanu. Jau no seniem laikiem daba ir bijusi galvenais iedvesmas avots cilvēka meklējumos zinātnē un tehnikā. Tā ir nodrošinājusi inovatīvus un ilgtspējīgus risinājumus rūpniecības un pētniecības attīstībā. Tāpēc liela loma mūsdienās tiek pievērsta jaunai zinātnei – bionikai, kurai ir būtiska nozīme dabaszinātnēs (Worth, 2010).

Mācoties no dabas, mēs atklājam dabu kā informācijas, iedvesmas, radošas domāšanas un jaunu risinājumu avotu. Dabas pētīšana – tā ir liela daļa no zinātnes. Lai gan cilvēki ir daļa no dabas, cilvēka darbību bieži saprot kā atsevišķu kategoriju no citām dabas parādībām. Mūsdienās arvien vairāk cilvēku piedomā pie tā, kā labāk rūpēties par darbu, kā tai pietuvināties, kā mācīties no tās (Vale, 2016). Dabu var uzskatīt par smalku magnētismu, kas mūs vada, un mēs neapzināti, pakļaujoties tai, nonākam pie patiesības, jo pasaule ir pilna ar pārsteidzošām bioloģiskām inovācijām. Smeloties iedvesmu no dabas modeļiem un procesiem, pētnieki aizvien vairāk pārliecinās, ka daba ir neizsmeļams ideju avots, lai ilgtspējīgi atrisinātu cilvēku problēmas (Interface, 2013). Virzienu

zinātnē, kas pēta dabas realizētos procesus, struktūras un imitē tās, lai rastu ilgtspējīgus risinājumus cilvēku problēmām, ir nosaukuši par bioniku.

Jēdziens „Bionika” pirmo reizi parādījās zinātniskajā literatūrā 1962.gadā (Aziz & Amr, 2015). Lai sasniegtu veiksmīgu rezultātu bionikā, tajā piedalās visdažādāko jomu zinātnieki un inženieri: biologi, botāniķi, zoologi, antropologi, fiziķi, elektronikas un robotikas speciālisti, materiālu zinātnes pētnieki un militāro tehnoloģiju pārzinātāji (Соколова, 2009).

Daba ir ilgtspējīga, tā efektīvi pārstrādā atkritumus, izmanto atjaunojamo Saules enerģiju, ir noturīga pret negaidītām pārmaiņām, pielāgojas jauniem apstākļiem, tai piemīt pašregulācija. Bet mēs dzīvojam pasaulē, kur no gada gadā pieaug dabas resursu izmantošana ekonomikas attīstībai un preču ražošanai. Mēs vairs nevaram turpināt mūsu vajadzību un vēlmju apmierināšanu bez nozīmīgām mūsu ikdienas dzīvesveida un patēriņa izmaiņām. Tas nozīmē, ka nepieciešams veicināt mācīšanos, kas var mainīt ne tikai mūsu dzīvesveidu, bet arī ekonomiku un biznesu. Bionikas elementu integrēšana dabaszinību mācību saturā sākumskolā ir piemērs, kā sagatavot skolēnus aktīvai līdzdalībai videi draudzīgas ekonomikas un sabiedrības veidošanā, kā arī rosināt skolēnus domāt par dabu un tehnoloģijām, kā savstarpēji saistītām lietām (Mācoties no dabas, 2010).

Bionikas elementu pielietošana dabaszinību mācību satura pilnveidē *Using of bionics elements for improvement of learning content of natural studies*

Mūsdienās mācot dabaszinības, mācāmā tēma ir saistāma ar praktisko pielietojumu dzīvē. Tas skolēniem rada lielāku interesi par apgūstamo tēmu un palīdz vieglāk apgūt mācāmo tēmu.

Bionika uzsver pētniecības nozīmi mūsu dzīvē, kā arī pierāda to, ka mūsu zināšanas un izpratne par zinātņi mainās katru dienu (Biomimicry institute, 2014).

Skolotājiem jau sākumskolā dabaszinību mācību kursā vajadzētu vērst skolēnu uzmanību uz to, ka daba ir izcils fiziķis, inženieris, celtnieks, dizainers, mākslinieks. Skolēniem ir jāapzina tas, ka daba izceļas ne tikai ar savu skaistumu, bet arī lietderību, izturību un efektivitāti. Daba piedāvā cilvēkam daudz un dažādus veidus, kā ar vienkāršām, nedārgām metodēm radīt jaunas tehnoloģijas, kā arī uzlabot jau esošās (Соколова, 2009).

Bionika - tā ir zinātnes perspektīva ceļā uz straujo tehnoloģiju attīstību, tāpēc bionikas elementu iekļaušana dabaszinību saturā ir jāsāk jau sākumskolas posmā. Pētot dabaszinību mācību saturu, ir apzinātas iespējas integrēt bionikas elementus atbilstošās dabaszinību tēmās. 1.tabulā ir parādīts piemērs bionikas elementu iekļaušanai dabaszinību tēmās 4.klasē. Atbilstošajām tēmām ir piekārtoti aplūkojamie bioloģiskie objekti kā bioloģisku sistēmu paraugi un atbilstošie izstrādātie tehniskie risinājumi.

1.tab. **Bionikas elementi dabaszinību mācību saturā 4.klasē**
Table 1. The elements of bionics in learning content of nature studies at 4th grade

Nr.	Tēmas nosaukums	Bioloģiskie objekti	Tehniskais pielietojums
1.	Ievads • Bionika kā zinātne		
2.	Orientēšanās	Tauriņi, pūces, sikspārņi, kukaiņi, putni	Radari, kompass, kamera „Fly Eye”
3.	Dzīvnieki	Sauszemes dzīvnieki, ūdens dzīvnieki, termīti.	Aerodinamika, kuģu būvniecība, lidmašīna, rāvējslēdzējs, līme, tuneli, visurgājējs
4.	Cilvēks	Kauli, smadzenes, acs	Tilti, Eifeļa tornis, sistēmbloks
5.	Vielas un materiāli	Mārīte, gumijkoks	Brīdinājuma zīmes, luksofori, riepas
6.	Skaņa	Tauriņi, pūces, sikspārņi, delfīni	Radiolokatori, eholokotori
7.	Gaisma	Saulespuķe, polārlācis, termīti	Saules baterijas, siltuma izolācija, mikroklimate nodrošināšana ēkās
8.	Izgudrojumi, mehānismi • Bionikas nozīme tehnoloģiju un tehnikas attīstībā		

Bionika skolotājiem piedāvā pārliecinošu veidu kā iesaistīt skolēnus aktīvā mācību procesā, uzsver pētniecības nozīmi, kas dod skolēniem iespēju pielietot savas zināšanas un pieredzi, lai nonāktu pie jauniem atklājumiem. Pētniecībai ir daudz pozitīvu iezīmju, piemēram, skolēns gūst jaunas zināšanas, attīsta prasmi strādāt radoši un patstāvīgi, mācās meklēt un atlasīt nepieciešamo informāciju, apgūst praktiskās prasmes, tā sekmē personības izaugsmi (Logins, 2005).

Pētījuma organizācija un rezultāti *The organization and results of the research*

Lai apzinātu pamatizglītības skolotāju, kas māca dabaszinības sākumskolas klasēs, viedokļus par bionikas elementu izmantošanu dabaszinību mācībās, tika izmantota pētniecības metode strukturētā intervija. Skolotāju intervēšana tika īstenota 2015./2016.m.g. pavasara semestrī. Pētījuma veikšanai iepriekš tika izstrādāti intervijas jautājumi. Pētījumā tika iesaistīti dažādu Latvijas pilsētu un novadu 14 vispārizglītojošo skolu 22 pamatizglītības skolotāji, kas sākumskolas

klasēs māca dabaszinības. Intervijas tika īstenotas tieši tiekoties ar intervējamajiem skolotājiem.

Lai apzinātu skolotāju viedokli par bionikas elementu integrēšanu dabaszinību mācību saturā, skolotājiem tika uzdots šāds jautājums: Vai iepriekš Jūs esat saskārušies vai dzirdējuši par zinātnes nozari - bioniku?

Jēdziens „bionika” ikdienā tiek lietots reti, kā arī mācību saturā tas netiek bieži izmantots, tāpēc lielākais respondentu skaits (68%) atbildēja, ka nav dzirdējuši vai drīzāk nav dzirdējuši un saskārušies ar šādu zinātnes nozari. Daļa respondenti (23%) uzskata, ka drīzāk ir dzirdējuši un zina, kas ir bionika un zina par tās saistību ar dabu. Un tikai (9%) pārliecinoši atbild uz jautājumu ar apstiprinošu atbildi, ka ir zināms jēdziens „Bionika”.

Bionikas pamatā ir ideja, ka visoptimālākie praktisku problēmu risinājumi nav jāizdomā no jauna – tos jau ir atrisinājusi daba. Respondentiem tika uzdots jautājums: Vai varat nosaukt dažādus piemērus, kuros dabas sistēmas principi ir pielietoti sadzīvē vai tehnikā?

Neskatoties uz to, ka respondentiem ir ierobežotas zināšanas par bionikas nozari, tomēr viņi var nosaukt piemērus, kuros dabas sistēmas principi tiek pielietoti. Liela daļa respondentu (63%) atbildot ar jā vai drīzāk jā, spēj nosaukt piemērus, kur dabas sistēmas principi tiek pielietoti cilvēku dzīvē. Tomēr 37% respondentu nespēj minēt šos piemērus, kur dabas sistēmas principi ir pielietoti un izmantoti dzīvē. Lai arī mēs ikdienā izmantojam tik daudz lietu, kas ir izgudrotas pateicoties tieši dabai, tomēr arī daļa skolotāju nespēj ieraudzīt šos piemērus un izprast to sakarību ar dabu. Tā arī ir viena no problēmām, kāpēc dabas un tehnikas saistība netiek pienācīgi skatīta dabaszinību mācībās.

Sākumskolā dabaszinību saturā ir daudz tēmu, kurās ir iespējams iekļaut bionikas elementus, tāpēc respondentiem tika uzdots šāds jautājums: Vai varat minēt bionikas piemērus, kādus apskatāt dabaszinību stundās?

Vairāk kā puse respondentu nespēja minēt nevienu piemēru, kas tiktu saistīts ar bioniku. Daļa atbildēja, ka netiek apskatīta neviena bionikas tēma dabaszinību stundās, vai arī apgalvoja, ka uzreiz ir grūti minēt piemērus, bet nenoliedz to, ka dabaszinību stundās tie tiek minēti. Pārējie respondenti minēja dažādus piemērus (putns un lidmašīnas modelis, pieneņpūka un izpletņis, kukaiņu dzēliens un adata u.c.), kurus apskata dabaszinību stundās noteiktu tēmu ietvaros. Daži respondenti minēja piemērus, kas, viņuprāt, varētu būt saistīti ar bioniku (fotosintēzes process, gaisa balons, ko Mikelandželo uzkonstruēja pēc sava iedomāta zīmējuma, dabas parādību attēlošana, atbalss u.c.). Kopumā skolotājiem trūkst informācijas un zināšanu par dabas un tehnikas likumsakarībām, tāpēc tas netiek pienācīgi mācīts arī dabaszinību stundās. Dabaszinību mācību apgūvē būtu nepieciešams ieviest vairāk piemērus no dabas, lai skolēniem jaunākajās klasēs būtu izpratne par dabas nozīmi viņu dzīvē.

Pētījumi pierāda, ka Latvijā ir salīdzinoši neliels skolēnu ar augstiem sasniegumiem dabaszinātnēs īpatsvars, un šis skaits turpina samazināties, tāpēc

respondentiem tika uzdots šāds jautājums: Kas ir tie iemesli, kas traucē skolēniem sasniegt augstus rezultātus dabaszinībās?

Katram respondentam bija iespēja izvēlēties 3 svarīgākos iemeslus, kas traucē sasniegt augstus rezultātus dabaszinībās. Pēc anketas rezultātiem kā svarīgākie iemesli tika atzīmēti - nepietiekami mācību līdzekļi (28%), motivācijas trūkums (17%), nepietiekoša interese (15%) un skolēnu mācīšanās grūtības (15%). Kā ne mazāk svarīgi iemesli tika atzīmēti - neatbilstoša darba vide (12%) un vienveidīgas mācību metodes (11%).

Viens no svarīgākajiem iemesliem, kas traucē skolēniem sasniegt augstus rezultātus dabaszinībās, ir nepietiekami mācību līdzekļi. Mācību procesā izmantojot daudzveidīgus mācību līdzekļus, skolēniem ir iespēja pilnīgāk apgūt mācību saturu. Pašlaik Latvijā skolotājiem nav pieejami mācību līdzekļi, metodiskie materiāli, lai sekmīgi varētu integrēt bionikas elementus dabaszinību mācību procesā.

Bionika aptver visas dabaszinātnes un atklāj to savstarpējo saistību. Šī zinātņu nozare ir aizraujošs mācīšanās iedvesmas avots, bet dabaszinību mācību saturā tā netiek iekļauta. Lai noskaidrotu viedokli par bionikas integrēšanu dabaszinību mācību saturā, respondentiem tika uzdots šāds jautājums: Kā bionikas integrēšana dabaszinību mācību saturā sākumskolā var mainīt skolēnu attieksmi pret dabaszinātnēm?

Vairākums respondentu uzskata, ka bionikas integrēšana dabaszinību mācību saturā spētu aizraut skolēnus vēl vairāk mācīties par dabu un tajā notiekošajiem procesiem. Skolēniem būtu lielāka motivācija apgūt šo mācību kursu. Respondenti domā, ka tas rosinātu skolēnu interesi, kā arī attīstītu novērošanas prasmi. Eksperimentējot skolēni iemācītos vairāk analizēt un apkopot rezultātus, kā arī skolēniem vieglāk būtu izprast daudzas likumsakarības, kuras varētu saistīt ar dzīvi. Ieviešot jaunas novitātes skolā, mācību process kļūtu interesantāks gan skolēniem, gan skolotājiem. Daļa respondentu uzsver, ka, lai to realizētu, ir nepieciešami atbilstoši mācību līdzekļi. Tomēr, ne visi respondenti piekrīt tam, ka bionikas integrēšana dabaszinību saturā varētu mainīt skolēnu attieksmi pret šo mācību priekšmetu. Kāds no skolotājiem atzīmē to, ka bionika ir jānāca vidusskolā, kad tiek apgūta fizika, jo dabaszinībās sākumskolā vairāk jādarbojas praktiski vai āra nodarbībās.

Apkopojot respondentu atbildes, var secināt, ka kopumā skolotāji atbalsta ideju par bionikas elementu integrēšanu sākumskolas dabaszinību kursā, jo tas veicinās skolēnu izziņas darbību, skolēniem paaugstināsies interese par mācību priekšmetu, tiks veicināta mācīšanās motivācija. Tas arī palīdzēs attīstīt prasmi vērot, analizēt, apkopot, kā arī argumentēt. Lai realizētu bionikas elementu integrēšanu dabaszinību mācībās sākumskolā, skolotājiem ir nepieciešami arī atbilstoši mācību līdzekļi.

Secinājumi **Conclusions**

1. Mūsdienās dabaszinību mācībās, aplūkojamās tēmas ir skatāmas ikdienas dzīves kontekstā, atklājot praktisko pielietojumu dzīvē, atainojot dabas un tehnikas saistību.
2. Bionikas elementu integrēšana dabaszinību mācību saturā sākumskolā ir piemērs, kā sagatavot skolēnus aktīvai līdzdalībai videi draudzīgas ekonomikas un sabiedrības veidošanā, kā arī rosināt skolēnus domāt par dabu un tehnoloģijām, kā savstarpēji saistītām lietām.
3. Veiktā pētījuma rezultāti norāda uz to, ka skolotāji apzinās bionikas elementu integrācijas mācību procesā pedagoģisko potenciālu, tomēr pašlaik šie elementi netiek aplūkoti dabaszinībās sākumskolā, jo vairāk kā puse pētījumā iesaistīto skolotāju nespēj tos minēt kontekstā ar dabaszinībās apgūstamajām tēmām.
4. Lai realizētu bionikas elementu integrēšanu dabaszinību mācībās sākumskolā, ir nepieciešams izstrādāt atbilstošus mācību līdzekļus un metodiskos materiālus.

Summary

The problem of the research: there is rather small proportion of pupils with high nature sciences results in Latvia, and it continues to decrease. That is evaluated as a negative factor of national economy future development.

The aim of the research: to research connection between elements of bionics and primary school learning process, and to analyze its significance for nature studies learning process improvement and facilitation of primary school children cognitive action.

To achieve the aim of the research, the authors researched the content of the nature studies and the role of bionics in improvement of primary school nature studies learning process. During the research authors was clarified the opinion of the primary school teachers about the integration of the elements of bionics into nature studies learning process for facilitation of primary school children cognitive action.

The results of the research are the following:

The integration of bionics into primary school learning process will give children a little notion of the necessity of acquisition of knowledge in natural sciences, so as human kind could be able to develop and solve global problems. The pupils will become more interested in the subject as well as their motivation will grow. That will help to develop observation, analyzing, summarization and arguing skills. When pupils will continue to learn physics, chemistry and biology in secondary school, they will already have the fundamentals to base on in order to continue researching in detail and to find regularities.

Literatūra Bibliography

- Aziz, S., M., Amr, Y. El (2015). *Biomimicry as an approach for bio-inspired structure with the aid of computation*. http://ac.els-cdn.com/S1110016815001702/1s2.0S1110016815001702main.pdf?_tid=3eee2630fd0b11e580d200000aacb35f&acdnat=1460066224_6eb0379e82c7984912dfbda0a8a91071
- Balašova, T. (2011). *Jaunāko pusaudžu mācību motivācijas veicināšanas iespējas latviešu valodas stundās*. http://www.dukonference.lv/files/proceedings_of_conf/53konf/pedagogija/Balasova.pdf
- Biomimicry institute (2014). *Biomimicry in Youth Education: A resource toolkit for k – 12 educators*. http://biomimicry-static.s3.amazonaws.com/digital_toolkit/index.html#p=1
- ESF (2005). *Mācību kvalitātes uzlabošana dabaszinātņu, matemātikas un tehnoloģiju priekšmetos vidējā izglītībā*. <http://www.lu.lv/materiali/biblioteka/es/pilnieteksti/izglitiba/ES%20strukturfondu%20nacionala%20programma%20Macibu%20kvalitates%20uzlabosana%20dabaszinatnu,%20matemáticas%20un%20tehnoloģiju%20priekšmetos%20videja%20izglitiba'.pdf>
- Interface (2013). *The genius of nature & science of biomimicry*. http://interfaceinc.scene7.com/is/content/InterfaceInc/Interface/Americas/Website%20%20Content%20Assets/Documents/Brochures/Biomimetic%20Brochure/wc_biomimicrybrochure2013spreads.pdf
- Kalniņa, D. (2012). *Pētnieciskās prasmes attīstība dabaszinībās*. Rīga: RaKa.
- Logins, J. (2005). *Skolēnu pētniecības darbs dabaszinātnēs*. http://estudijas.lu.lv/pluginfile.php/236694/mod_folder/content/0/petn_darbs_met_lidz.pdf?forcedownload=1
- Mācoties no dabas (2010). *Daba - jaunu risinājumu avots nākotnei*. http://www.lessonsfromnature.org/lv/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=60
- Priesnitz, W. (2012). *Unschooling is Education Inspired by Nature*. http://www.lifelearningmagazine.com/1102/education_inspired_by_nature.htm
- Saeima (2014). *Izglītības attīstības pamatnostādnes 2014.-2020.gadam*. <http://likumi.lv/doc.php?id=266406>
- Vale, R. (2016). *Learning from nature*. <http://richmondvale.org/learning-from-nature/>
- VISC (2011). *Rokasgrāmata dabaszinātņu un matemātikas skolotājam*. https://www.google.lv/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwj2mZimjI7MAhVD1SwKHQaTCYUQFggBMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.dzm.lu.lv%2Finc%2Fretrieve.file.www.php%3Ffileid%3D574&usg=AFQjCNGSignYGprBOfeYF0MdNT0MAIYScA&sig2=QTGga2WVBqQ2jlEzzlu_sg
- Worth, K. (2010). *Science in Early Childhood Classrooms: Content and Process*. <http://ecrp.illinois.edu/beyond/seed/worth.html>
- Соколова, В.П. (2009). *Бионика в начальной школе. Окружающий мир и внеклассная работа*. <https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://pedportal.net/attachments/000/843/238/843238.doc?1427841836&a=v>