|  |  |
| --- | --- |
| futer logo | ПРАВИЛНИК  О ДОПУНИ ПРАВИЛНИКА О ПЛАНУ И ПРОГРАМУ НАСТАВЕ И УЧЕЊА ГИМНАЗИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ СА ПОСЕБНИМ СПОСОБНОСТИМА ЗА РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКУ  ("Сл. гласник РС - Просветни гласник", бр. 10/2022) |



3) Правилником о наставном плану и програму предмета Верска настава за средње школе („Службени гласник РС – Про- светни гласник”, бр. 6/03, 23/04, 9/05 и 11/16).

Члан 3.

Даном почетка примене овог правилника престаје да важи Правилник о наставном плану и програму за гимназију за ученике са посебним способностима за рачунарство и информатику („Слу- жбени гласник РС – Просветни гласник”, бр. 5/17, 15/19 и 6/21), у делу који се односи на наставни план и програм за трећи разред.

Члан 4.

Овај правилник ступа на снагу наредног дана од дана обја- вљивања у „Службеном гласнику Републике Србије – Просветном гласнику”, а примењује се од школске 2022/2023. године.

На основу члана 67. став 1. Закона о основама система обра- зовања и васпитања („Службени гласник РС”, бр. 88/17, 27/18 – др. закон, 10/19, 6/20 и 129/21) и члана 17. став 4. и члана 24. Закона о Влади („Службени гласник РС”, бр. 55/05, 71/05 – исправка, 101/07, 65/08, 16/11, 68/12 – УС, 72/12, 7/14 – УС, 44/14 и 30/18 – др. закон),

Министар просвете, науке и технолошког развоја доноси

**ПРАВИЛНИК**

* **допуни Правилника о плану и програму наставе и учења гимназије за ученике са посебним способностима за рачунарство и информатику**

Члан 1.

У Правилнику о плану и програму наставе и учења гимназије за ученике са посебним способностима за рачунарство и информа- тику („Службени гласник Републике Србије – Просветни гласник”, бр. 7/20 и 6/21), после програма наставе за други разред, додаје се програм наставе за трећи разред, који је одштампан уз овај пра- вилник и чини његов саставни део.

Члан 2.

План и програм наставе и учења остварује се и у складу са:

1. Правилником о плану и програму наставе и учења за гим- назију („Службени гласник РС – Просветни гласник”, бр. 4/20, 12/20, 15/20, 1/21, 3/21 и 7/21), у делу који се односи на план и програм наставе и учења за предмете природно-математичког сме- ра за трећи разред:
   * Српски језик и књижевност;
   * Матерњи језик и књижевност;
   * Српски као нематерњи језик;
   * Физичко и здравствено васпитање;
   * Грађанско васпитање;
2. Правилником о плану и програму наставе и учења гимна- зије за ученике са посебним способностима за биологију и хемију („Службени гласник РС – Просветни гласник”, бр. 7/20 и 6/21), и то са планом и програмом за други и трећи разред за предмете:
   * Страни језик – трећи разред;
   * Ликовна култура – други разред;

# ПРОГРАМ НАСТАВЕ И УЧЕЊА ЗА ТРЕЋИ РАЗРЕД ГИМНАЗИЈЕ ЗА УЧЕНИКЕ СА ПОСЕБНИМ СПОСОБНОСТИМА ЗА РАЧУНАРСТВО И ИНФОРМАТИКУ

1. ЦИЉЕВИ ОПШТЕГ СРЕДЊЕГ ОБРАЗОВАЊА И ВАСПИТАЊА СУ:
   * развој кључних компетенција неопходних за даље образо- вање и активну улогу грађанина за живот у савременом друштву;
   * оспособљавање за самостално доношење одлука о избору занимања и даљег образовања;
   * свест о важности здравља и безбедности;
   * оспособљавање за решавање проблема, комуникацију и тимски рад;
   * поштовање расне, националне, културне, језичке, верске, родне, полне и узрасне равноправности, толеранције и уважавања различитости;
   * развој мотивације и самоиницијативе за учење, оспособља- вање за самостално учење, способност самовредновања и изража- вања сопственог мишљења;
   * пун интелектуални, емоционални, социјални, морални и физички развој сваког ученика, у складу са његовим узрастом, ра- звојним потребама и интересовањима;
   * развој свести о себи, стваралачких способности и критич- ког мишљења;
   * развијање ненасилног понашања и успостављање нулте то- леранције према насиљу;
   * развијање свести о значају одрживог развоја, заштите и очувања природе и животне средине и еколошке етикe;
   * развијање позитивних људских вредности;
   * развијање компетенција за разумевање и поштовање људ- ских права, грађанских слобода и способности за живот у демо- кратски уређеном и праведном друштву;
   * развијање личног и националног идентитета, развијање све- сти и осећања припадности Републици Србији, поштовање и него- вање српског језика и матерњег језика, традиције и културе српског народа и националних мањина, развијање интеркултуралности, по- штовање и очување националне и светске културне баштине.
2. ОПШТЕ УПУТСТВО ЗА ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА НАСТАВЕ И УЧЕЊА ОБАВЕЗНИХ ПРЕДМЕТА
3. Програми оријентисани на процес и исходе учења

Структура програма наставе и учења свих обавезних пред- мета је конципирана на исти начин. На почетку се налази циљ наставе и учења предмета за сва четири разреда општег средњег образовања и васпитања. Иза циља се налазе општа предметна и

специфичне предметне компетенције. У табели која следи, у првој колони наведени су стандарди који су утврђени за крај образов- ног циклуса, а који се делимично или у потпуности достижу на крају разреда, у другој колони дати су исходи за крај разреда, а у трећој се налазе теме/области са кључним појмовима садржаја. За предмете који немају утврђене стандарде за крај средњег образо- вања, у табели не постоји одговарајућа колона. Након табеле следе препоруке за остваривање наставе и учења предмета под насло- вом *Упутство за дидактичко-методичко остваривање програма.* Праћење напредовања и оцењивање постигнућа ученика је форма- тивно и сумативно и реализује се у складу са Правилником о оце- њивању ученика у средњем образовању и васпитању, а у оквиру Упутства за дидактичко-методичко остваривање програма налазе се препоруке за праћење и вредновање постигнућа ученика у од- носу на специфичности датог предмета.

Сви програми наставе и учења засновани су на општим ци- љевима и исходима образовања и васпитања и потребама ученика. Усмерени су на процес и исходе учења, а не на саме садржаје који сада имају другачију функцију и значај. Садржаји су у функцији остваривања исхода који су дефинисани као функционално знање ученика тако да показују шта ће ученик бити у стању да учини, предузме, изведе, обави захваљујући знањима, ставовима и вешти- нама које је градио и развијао током једне године учења конкрет- ног наставног предмета. Овако конципирани програми подразуме- вају да оствареност исхода води ка развијању компетенција, и то како општих и специфичних предметних, тако и кључних. Прегле- дом исхода који су дати у оквиру појединих програма наставе и учења може се видети како се постављају темељи развоја кључних компетенција које желимо да ученици имају на крају општег сред- њег образовања.

На путу остваривања циља и исхода, улога наставника је врло важна јер програм пружа простор за слободу избора и повезивање садржаја, метода наставе и учења и активности ученика. Оријен- тација на процес учења и исходе брига је не само о резултатима, већ и начину на који се учи, односно како се гради и повезује зна- ње у смислене целине, како се развија мрежа појмова и повезује знање са практичном применом.

Програми наставе и учења, наставницима су полазна основа и педагошко полазиште за развијање наставе и учења, за планирање го- дишњих и оперативних планова, као и непосредну припрему за рад.

1. Препоруке за планирање наставе и учења

Образовно-васпитна пракса је сложена, променљива и не може се до краја и детаљно унапред предвидети. Она се одвија кроз динамичну спрегу међусобних односа и различитих активно- сти у социјалном и физичком окружењу, у јединственом контексту конкретног одељења, конкретне школе и конкретне локалне зајед- нице. Зато, уместо израза реализовати програм, боље је рећи да се на основу датог програма планирају и остварују настава и учење који одговарају конкретним потребама ученика. Настава треба да обезбеди сигурну, подстицајну и подржавајућу средину за учење у којој се негује атмосфера интеракције и однос уважавања, сарад- ње, одговорности и заједништва.

Полазећи од датих исхода учења и кључних појмова садр- жаја, од наставника се очекује да дати програм контекстуализује, односно да испланира наставу и учење према потребама одељења имајући у виду карактеристике ученика, наставне материјале које ће користити, техничке услове, наставна средства и медије којима школа располаже, као и друге ресурсе школе и локалне средине.

Приликом планирања наставе и учења потребно је руководи- ти се:

* индивидуалним разликама међу ученицима у погледу начи- на учења, темпа учења и брзине напредовања;
* интегрисаним приступом у којем постоји хоризонтална и вертикална повезаност унутар истог предмета и различитих на- ставних предмета;
* партиципативним и кооперативним активностима које омо- гућавају сарадњу;
* активним и искуственим методама наставе и учења;
* уважавањем свакодневног искуства и знања које је ученик изградио ван школе, повезивањем активности и садржаја учења са животним искуствима ученика и подстицањем примене наученог и свакодневном животу;
* неговањем радозналости, одржавањем и подстицањем ин- тересовања за учење и континуирано сазнавање;
* редовним и осмишљеним прикупљањем релевантних пода- така о напредовању ученика, остваривању исхода учења и постиг- нутом степену развоја компетенција ученика.

Полазећи од датих исхода, наставник најпре, као и до сада, креира свој годишњи (глобални) план рада из кога касније разви- ја своје оперативне планове. Како су исходи дефинисани за крај наставне године, наставник треба да их операционализује прво у оперативним плановима, а потом и на нивоу конкретне наставне јединице. Од њега се очекује да за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања припреме за час, дефинише исходе за час који воде ка остваривању исхода прописаних програмом.

При планирању треба, такође, имати у виду да се исходи ра- зликују. Неки се лакше и брже могу остварити, али је за већину исхода потребно више времена и више различитих активности.

Посебну пажњу током непосредне припреме за наставу тре- ба посветити планирању и избору метода и техника, као и облика рада. Њихов избор је у вези са исходима учења и компетенцијама које се желе развити, а одговара природи предмета, конкретним садржајима и карактеристикама ученика. У том смислу на настав- нику је да осмишљава разноврсне активности, како своје, тако и активности ученика. Очекује се да ученици у добро осмишљеним и разноврсним активностима наставе развијају своје компетенције целоживотног учења кроз самостално проналажење информација, критичко разматрање, обраду података на различите начине, пре- зентацију, аргументовану дискусију, показивање иницијативе и спремности на акцију.

Од наставника се очекује да континуирано прати и вреднује свој рад и по потреби изврши корекције у свом даљем планира- њу. Треба имати у виду да се неке планиране активности у пракси могу показати као неодговарајуће зато што су, на пример, испод или изнад могућности ученика, не обезбеђују остваривање исхода учења, не доприносе развоју компетенција, не одговарају садржају итд. Кључно питање у избору метода, техника, облика рада, актив- ности ученика и наставника јесте да ли је нешто релевантно, чему то служи, које когнитивне процесе код ученика подстиче (са фоку- сом на подстицање когнитивних процеса мишљења, учења, памће- ња), којим исходима и компетенцијама води.

1. Препоруке за праћење и вредновање наставе и учења

Праћење и вредновање је део професионалне улоге наставни- ка. Од њега се очекује да континуирано прати и вреднује:

* + процес наставе и учења,
  + исходе учења и
  + себе и свој рад.

Оријентисаност нових програма наставе и учења на исходе и процес учења омогућава:

* + објективније вредновање постигнућа ученика,
  + осмишљавање различитих начина праћења и оцењивања,
  + диференцирање задатака за праћење и вредновање ученич- ких постигнућа и
  + боље праћење процеса учења.

Праћење напредовања и оцењивање постигнућа ученика је формативно и сумативно и реализује се у складу са Правилником о оцењивању ученика у средњем образовању и васпитању. У на- стави оријентисаној на остваривање исхода учења вреднују се и процес учења и резултати учења. Поред уобичајених начина пра- ћења и оцењивања ученика путем усменог и писменог испити- вања које даје најбољи увид у резултате учења, постоје и многи други начини које наставник може и треба да употребљава како би објективно проценио не само резултате већ и процес учења. У том смислу, путем посматрања, он може да прати следеће показатеље: начин на који ученик учествује у активностима, како прикупља по- датке, како аргументује и доноси закључке. Посебно поуздани по-

казатељи су квалитет постављених питања, способност да се нађе веза међу појавама, навођење примера, спремност да се промени мишљење у контакту са аргументима, разликовање чињеница од интерпретација, извођење закључака, прихватање другачијег ми- шљења, примењивање, предвиђање последица, давање креативних решења. Поред тога, наставник прати и вреднује како ученици ме- ђусобно сарађују у процесу учења, како решавају сукобе мишље- ња, како једни другима помажу, да ли испољавају иницијативу, како превазилазе тешкоће, да ли показују критичко мишљење уме- сто критицизам.

Како ни један од познатих начина вредновања није савршен, потребно је комбиновати различите начине оцењивања. Једино тако наставник може да сагледа слабе и јаке стране ученика. При- ликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну информацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Повратна информација треба да буде увре- мењена, дата током или непосредно након обављања неке актив- ности; треба да буде конкретна, да се односи на активности и про- дукте ученика, а не на његову личност.

Праћење напредовања ученика започиње иницијалном про- ценом нивоа на коме се он налази и у односу на који ће се про- цењивати његов даљи ток напредовања. Свака активност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а ученике треба оспособљавати и охрабривати да процењују соп- ствени напредак у остваривању исхода предмета, као и напредак других ученика.

Ученике треба континуирано, на различите начине, охрабри- вати да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Резултате целокупног праће- ња и вредновања (процес учења и наставе, исходе учења, себе и свој рад) наставник узима као основу за планирање наредних ко- рака у развијању образовно-васпитне праксе.

Наставу математичке и информатичке групе предмета и Фи- зике могу реализовати наставници са високошколских установа и научних института.

# ОБАВЕЗНИ ПРЕДМЕТИ

**ФИЗИКА**

Циљ наставе Физике јесте да ученици упознају природне по- јаве и основне природне законе, да стекну научну писменост, да се оспособе за активно стицање знања о физичким појавама кроз истраживање, оформе основу научног метода и да се усмере према примени физичких закона у свакодневном животу и раду.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Кроз опште средњошколско учење физике очекује се да уче- ници повежу физичке законе и процесе са практичном применом и тако постигну научну писменост која ће им омогућити праћење и коришћење информација у области физике, исказаних језиком физике (физичким терминима, симболима, формулама и једначи-

нама), дискусију и доношење одлука у вези с темама из области физике, значајним за појединца и друштво. На првом месту то се односи на безбедно руковање уређајима, алатима и комерцијалним производима и на бригу о животној средини. Поред тога, очекује се развијање истраживачког односа према окружењу кроз експе- риментални рад којим се упознаје научни метод, као и разумевање природе науке, научно-истраживачког рада и подржавање допри- носа науке квалитету живота појединца и развоју друштва.

# Основни ниво

Ученик објашњава појаве и процесе на основу познавања фи- зичких величина и законитости, решава једноставне проблеме и рачунске задатке уочавајући узрочно-последичне везе, користећи експлицитно дате податке и мерења; користи појмове и објашње- ња физичких појава за разматрање и решавање питања везаних за развој науке и технологије, коришћења природних ресурса и очу- вање животне средине; показује спремност да се ангажује и кон- структивно доприноси решавању проблема са којима се суочава заједница којој припада.

# Средњи ниво

Ученик објашњава и решава сложеније физичке проблеме, рачунске и експерименталне задатке издвајајући битне податке који се односе на дати проблем, успостављајући везе међу њима и користећи одговарајуће законе и математичке релације. Знање из физике користи при решавању и тумачењу проблема у другим областима науке, технологије и друштва. Уз помоћ упутства, уче- ник може да припрема, изводи и описује огледе, експерименте и једноставна научна истраживања.

# Напредни ниво

Ученик поседује научна знања из физике која му омогућава- ју решавање сложених физичких проблема и рачунских задатака, извођење експеримената и доношење закључака на основу позна- тих модела и теорија. Има развијене истраживачке способности и може да предвиђа ток и исход физичких процеса и експеримената повезујући знања и објашњења. Користи научну аргументацију и критички анализира добијене резултате. Зна да се до решења про- блема може доћи на више начина и бира најбоље у односу на зада- те услове.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције обухватају: природ- но-научну писменост, која је основ за праћење развоја физике као науке, разумевање повезаности физике и савремене технологије и развоја друштва; способност прикупљања података кроз испи- тивање физичких својстава и процеса посматрањем и мерењем; планирање и описивање поступака; правилно и безбедно руковање уређајима и мерним прибором; представљање резултата мерења табеларно и графички и извођење закључака.

Разред Трећи

Недељни фонд часова **3 часа**

Годишњи фонд часова **99 часова теорије + 12 часова вежби**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  и  кључни појмови садржаја програма |
| **2.ФИ.1.1.1.** Описује и објашњава физичке појаве: равномерно праволинијско кретање, равномерно променљиво праволинијско кретање, пренос притиска кроз течности и гасове, пливање тела, механичка осциловања и таласи.  **2.ФИ.1.1.6.** Познаје услове за настајање звука и зна да наведе његова основна својства као механичког таласа. **2.ФИ.1.3.1.** Описује и објашњава физичке појаве: деловање електричног поља на наелектрисане честице и проводник, електростатичку заштиту, кретање наелектрисаних честица у електричном и магнетном пољу, магнетну интеракцију наелектрисања у кретању, узајамно деловање два паралелна праволинијска струјна проводника, појаву електромагнетне индукције, принцип рада генератора наизменичне струје.  **2.ФИ.1.3.3.**Познаје релације и физичке величине које описују деловање магнетног поља на наелектрисане честице и проводник са струјом (Лоренцова и Амперова сила).  **2.ФИ.1.3**.**4.** Разликује електромоторну силу и електрични напон, унутрашњу отпорност извора струје и електричну отпорност проводника и зна величине  од којих зависи отпорност проводника. Разликује отпорности у колу једносмерне и наизменичне струје (термогена отпорност, капацитивна и индуктивна отпорност).  **2.ФИ.1.3.5.** Уме да објасни појаву електромагнетне индукције и зна Фарадејев закон.  **2.ФИ.1.3.6.** Наводи примере практичне примене знања из физике о електричним и магнетним појавама и решава једноставне проблеме и задатке користећи Кулонов, Омов и Џул–Ленцов закон и примењује их у пракси.  **2.ФИ.1.4.1.**Разуме природу светлости и њена основна својства (електромагнетна природа, видљиви део спектра, таласна дужина, фреквенција и брзина); уме да наброји и опише физичке појаве везане за таласну природу светлости.  **2.ФИ.1.4.2.**Описује и објашњава спектар електромагнетних таласа у видљивом делу и боје предмета.  **2.ФИ.1.4.3.** Познаје основне законе геометријске оптике: праволинијско простирање светлости, закон одбијања и преламања светлости и индекс преламања; тотална рефлексија и привидна дебљина и дубина; веза између оптичке „густине” и индекса преламања.  **2.ФИ.1.4.4.** Познаје основна својства огледала и сочива и објашњава формирање лика; разуме принцип рада лупе, зна шта је увећање, оптичка јачина оптичког елемента. Зна шта су главна оптичка оса и  карактеристичне тачке сферних огледала и сочива и уме да нацрта лик предмета.  **2.ФИ.2.1.1.** Описује и објашњава физичке појаве: равномерно кружно кретање, равномерно променљиво кружно кретање, хоризонталан хитац, сударе тела, протицање идеалне течности, појам средње брзине, законе одржања, хармонијске пригушене осцилације. **2.ФИ.2.1.4.** Познаје основне величине којима се описују механички таласи; користи везе између ових величина за објашњење појава код таласа; објашњава својства звука.  **2.ФИ.2.1.5.** Користи уређаје и мерне инструменте за мерење физичких величина, на пример, густине,  средње брзине, убрзања, коефицијента трења клизања, константе еластичности опруге, брзинe звука у ваздуху...; уме да представи резултате мерења таблично и графички и на основу тога дође до емпиријске зависности, на пример, силе трења од силе нормалног притиска, периода осциловања математичког клатна од његове дужине, периода осциловања тега на опрузи од масе тега.  **2.ФИ.2.3.1.** Објашњава физичке појаве: електрично пражњење у гасовима, појаву индуковане ЕМС у различитим случајевима, самоиндукцију и међусобну индукцију, настајање, основне карактеристике и спектар електромагнетних таласа, својства магнетног поља Земље. | * објасни физичке појаве служећи се научним језиком; * објасни основне карактеристике магнетног поља сталних магнета и електричне струје применом одговарајућих појмова, величина и закона; * анализира кретање наелектрисаних честица у електричном и магнетном пољу; * објасни примену појаве кретање наелектрисаних честица у електричном и магнетном пољу у технологији ; * уочи појаву кретања наелектрисаних честица у електричном и магнетном пољу у космосу; * анализира заштитну функцију магнетног поља Земље; * опише деловање магнетног поља на струјни проводник и наведе примере примене у свакодневном животу; * разликује материјале према магнетним својствима; * повеже индуковану електромоторну силу са променом магнетног флукса и наведе њену примену (генератори, трансформатори, магнетне кочнице); * упореди физичке величине код једносмерне и наизменичне електричне струје; * упореди појмове активне и реактивне отпорности и снаге код наизменичне струје и примени у конкретним ситуацијама; * израчуна потрошњу електричне енергије; * анализира начин преношења електричне енергије на даљину (од генератора наизменичне струје до потрошача, степен корисног дејства); * анализира трансформације енергије код хармонијских, пригушених и принудних осцилација; * објасни и повеже процесе у електричном осцилаторном колу; * дефинише појам, услове настајања и примену механичке резонанције; * разликује механичке таласе на основу правца осциловања честица у односу на правац простирања таласа; * разликује стојеће и прогресивне таласе; * примени законе одбијања и преламања таласа у конкретним проблемима; * упореди звук, ултразвук и инфразвук помоћу фреквенције и дефинише њихову примену у свакодневном животу; * разликује карактеристике звука (висина, јачина, боја) у конкретним примерима (музички инструменти...); * анализира штетан утицај буке и мере заштите; * анализира Доплеров ефекат у различитим ситуацијама; * – објасни спектар електромагнетних таласа и навeде примере примене електромагнетног зрачења (пренос сигнала на даљину: мобилна телефонија, интернет, GPS; форензика...); * коментарише појаве које су последица таласне природе светлости и њихову примену (полариметар, спектрални апарати, интерферометри, холографија...); * објасни примере оптичких појава у природи (дуга, фатаморгана, боје предмета..); * примени законе геометријске оптике у конкретним проблемима; * опише физику људског ока и примену оптичких инструмената користећи одговарајуће физичке законе; * класификује штетне утицаје електромагнетног зрачења (сунце, соларијум, заваривање, далековод, трафо- станице, мобилни телефони…) и начине заштите; * реализује експеримент служећи се одговарајућим упутством, обради резултате мерења на одговарајући начин (табеларно, графички), прикаже тражену физичку величину са одговарајућом грешком мерења, анализира резултате експеримента и њихову сагласност са теоријским предвиђањима; * објасни значај и улогу експеримента и теорије у описивању физичких процеса и појава (историјски осврт на велике експерименте и значајне теоријске претпоставке); * примени апликације за мерење физичких величина; * примени рачунарске симулације и програме за обраду података приликом израде лабораторијске вежбе; * реши квалитативне и квантитативне проблеме, , објасни поступак решaвања и анализира добијени резултат; | **МАГНЕТНО ПОЉЕ**  Магнетно поље струјног проводника. Магнетна индукција и јачина  магнетног поља. Линије поља и магнетни флукс.  Лоренцова сила. Кретање наелектрисаних честица  у магнетном и електричном  пољу. Одређивање специфичног наелектрисања честица.  Амперова сила. Узајамно деловање два паралелна праволинијска струјна проводника.  Дијамагентици и парамагнетици. Феромагнетици.  Демонстрациони огледи:   * Ерстедов оглед. * Интеракција два паралелна струјна проводника. * Деловање магнетног поља на рам са струјом. *Лабораторијска вежба* * Одређивање хоризонталне компоненте Земљиног магнетног поља.   Предлог за пројекат   * Циклотрон. |
| **ЕЛЕКТРОМАГНЕТНА ИНДУКЦИЈА**  Појава електромагнетне индукције.  Електромагнетна индукција и Лоренцова сила.  Индуковање ЕМС у непокретном проводнику.  Фарадејев закон и Ленцово правило.  Узајамна индукција  и самоиндукција. Енергија магнетног поља у соленоиду. Демонстрациони огледи:  –Појава електромагнетне индукције (помоћу магнета, калема и галванометра).  – Ленцово правило. |
| **НАИЗМЕНИЧНА СТРУЈА**  Генератор наизменичне  струје. Синусоидални напон и струја. Отпорности у колу наизменичне струје и Омов закон за RLC коло.  Снага наизменичне струје. Ефективне вредности напона и струје.  Трансформатор. Демонстрациони огледи:   * Демонстрациони трансформатор.   *Лабораторијске вежба:*   * Примена Омовог закона за одређивање отпорности у RLC-колу.   Предлог пројекта   * Мерење индуктивитета калема помоћу RLC кола * Израда минигенератора |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2.ФИ.2.3.4.** Зна отпорности у колу наизменичне струје и разлику између њих; примењује Омов закон за серијско RLC коло и уме да изрази активну снагу преко ефективних вредности наизменичне струје и напона. **2.ФИ.2.3.5.** Решава проблеме и задатке примењујући законе електростатике, електродинамике и магнетизма; користи уређаје и мерне инструменте и на основу анализе добијених резултата долази до емпиријске зависности између физичких величина.  **2.ФИ.2.4.1.** Разуме и описује појаве таласне оптике (дифракцију и интерференцију, дисперзију, поларизацију, спектар).  **2.ФИ.2.4.2.** Зна Снелијус–Декартов закон као и апсолутни и релативни индекс преламања.  **2.ФИ.2.4.3.** Користи једначине сочива и огледала за објашњење и примену оптичких система (лупа, микроскоп, телескоп, спектроскоп).  **2.ФИ.2.4.4.** Уме да објасни недостатке (аберације) сочива и разуме основни начин исправљања далековидости и кратковидости људског ока.  **2.ФИ.2.4.5.** Разликује реалне од имагинарних ликова; уме да објасни преламање светлости кроз планпаралелну плочу и призму.  **2.ФИ.3.1.3.** Објашњава појаве везане за принудне осцилације; пригушене осцилације, Доплеров ефекат и слагање таласа; зна да решава сложене задатке о осцилацијама и таласима.  **2.ФИ.3.1.4.** Описује и објашњава физичке појаве: котрљање, равномерно променљиво кружно кретање, пренос механичких таласа кроз течности и гасове, динамичка равнотежа тела, механичка осциловања  и таласи;користи уређаје и мерне инструменте за одређивање физичких величина, на пример, коефицијент површинског напона, модул еластичности, фреквенција осциловања звучне виљушке, момент инерције, убрзање куглице која се котрља низ коси жлеб.  **2.ФИ.3.1.5.** Представља резултате мерења таблично и графички и на основу тога долази до емпиријске зависности: убрзања куглице од нагибног угла жлеба, силе трења од степена углачаности подлоге, периода осциловања физичког клатна од његове редуковане  дужине, амплитуде амортизованог осциловања тега на опрузи од времена.  **2.ФИ.3.3.1.** Објашњава физичке појаве: деловање спољашњег електричног поља на дипол, различито понашање дијамагнетика, парамагнетика и феромагнетика у спољашњем магнетном пољу и, на основу тога, наводи примере практичне примене феромагнетика, магнетни хистерезис, принцип рада  генератора наизменичне струје заснован на Фарадејевом закону електромагнетне индукције, принцип рада Теслиног трансформатора, притисак електромагнетних таласа.  **2.ФИ.3.3.**3. Разуме појам енергије електричног и магнетног поља и израчунава, на основу познатих релација, енергију електричног поља у плочастом кондензатору и магнетну енергију у соленоиду.  **2.ФИ.3.3.4.** Повезујући знања о макропојавама у области магнетизма са честичном структуром, односно атомом, разуме микропојаве, на пример, на основу познавања магнетног момента струјне контуре, разуме магнетни момент атома и његову везу са орбиталним моментом.  **2.ФИ.3.3.5**. Решава сложеније проблеме, рачунске и експерименталне задатке, и формулише научна  објашњења појава примењујући законе електростатике, електродинамике и магнетизма и истраживачки приступ, не само у оквиру наставног предмета, већ их препознаје и решава и у пракси и свакодневном животу. На пример, осмишљава начин решавања проблема у струјним колима са R, L, C елементима, експериментално их одређује и тумачи добијене резултате; разуме физичке процесе и релације у вези са осцилаторним LC колом.  **2.ФИ.3.4.1.** Уме да одреди зависност увећања сферних сочива и огледала од положаја предмета и користи оптичарску једначину за израчунавање параметара оптичких сочива.  **2.ФИ.3.4.2.** Зна да објасни конструктивну и деструктивну интерференцију.  **2.ФИ.3.4.4.** Објашњава дифракцију помоћу Хaјгенсовог принципа; двојно преламање, Брустеров и Малусов закон. | * анализира примере из свакодневног живота који потврђују значај физике за разумевање природних појава и развој природних наука и технологије; * идентификује проблем, истражи и предложи могућа решења, организује активности за решење проблема на нивоу школе или локалне заједнице. | **ХАРМОНИЈСКЕ ОСЦИЛАЦИЈЕ**  Механички хармонијски осцилатор и величине којима се описује његово кретање. Енергија хармонијског осцилатора.  Математичко и физичко клатно.  Пригушене осцилације. Принудне осцилације, резонанција.  Електрично осцилаторно коло. Демонстрациони огледи:  –Осциловање тега на опрузи.   * Математичко клатно. * Физичко клатно. * Хармонијске осцилације (методом сенке). * Пригушене осцилације. * Појава резонанције.   *Лабораторијске вежбе*:   * Математичко и физичко клатно. * Пригушене осцилације. Пројектни задатак:   –Одређивање вредности броја пи помоћу математичког клатна.  –Пригушене осцилације проводника у магнетном пољу (Фукоове струје ). |
| **МЕХАНИЧКИ ТАЛАСИ**  Таласно кретање и појмови  који га дефинишу. Врсте таласа. Једначина таласа.  Енергија и интензитет таласа. Одбијање и преламање таласа. Принцип суперпозиције.  Прогресивни и стојећи таласи. Демонстрациони огледи:   * Врсте таласа (помоћу таласне машине или водене каде). * Одбијање и преламање таласа (помоћу водене каде или WSP уређаја). |
| **АКУСТИКА**  Извори и карактеристике звука.  Пријемници звука, ухо. Инфразвук и ултразвук и њихове примене.  Доплеров ефекат. Демонстрациони огледи:   * Својства звучних извора (монокорд, звучне   виљушке, музички инструменти и сл.). Звучна резонанција.  *Лабораторијске вежбе*:   * Мерење брзине звука у ваздуху. |
| **ЕЛЕКТРОМАГНЕТНИ ТАЛАСИ**  Настајање и основне карактеристике електромагнетних таласа.  Спектар електромагнетних таласа. |
| **ТАЛАСНА ОПТИКА**  Интерференција светлости. Јунгов оглед и други примери интерференције.  Мајкелсонов интерферометар и друге примене интерференције. Дифракција светлости на пукотини. Дифракциона решетка. Разлагање полихроматске светлости. Поларизација таласа.  Дисперзија светлости (нормална и аномална). Разлагање беле светлости на компоненте. Расејање и апсорпција светлости.  Демонстрациони огледи:   * Дифракција ласерске светлости на оштрој ивици, пукотини и нити. * Поларизација светлости помоћу поларизационих филтера. * Дисперзија беле светлости помоћу стаклене призме.   *Лабораторијска вежба:*   * Мерење таласне дужине Дифракционом решетком. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | **ГЕОМЕТРИЈСКА ОПТИКА** |
| Мерење брзине светлости. Закони одбијања и |
| преламања светлости.Тотална рефлексија, оптички |
| каблови. Преламање светлости кроз призму и |
| планпаралелну плочу. Сферна огледала. Једначина |
| огледала.Сочива. Једначинe сочива. Недостаци сочива. |
| Демонстрациони огледи: |
| – Закони геометријске оптике. Тотална рефлексија |
| (оптика на магнетној табли). |
| – Формирање ликова и одређивање жижне даљине |
| огледала и сочива (магнетна табла и оптичка клупа). |
| Предлог пројекта |
| -Леонардова камера (од рециклираног материјала). |
| **ОПТИЧКИ ИНСТРУМЕНТИ** |
| Основни појмови (видни угао, увећање). |
| Око. Лупа. Микроскоп. |
| Телескоп. |
| Демонстрациони огледи: |
| – Принцип рада оптичких |
| инструмената. |
| – Око и корекције кратковидости и далековидости ока |
| (оптика на магнетној табли). |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Полазна опредељења при дефинисању исхода и конципирању програма Физике били су усвојени стандарди постигнућа учени- ка у општем средњем образовању, међупредметне компетенције и циљ учења Физике. Поред тога, она су утицала на избор програм- ских садржаја и метода логичког закључивања, демонстрационих огледа и лабораторијских вежби.

Програм наставе и учења у гимназији надовезује се струк- турно и садржајно на програм Физике у основној школи и даје добру основу за праћење програма Физике у даљем школовању, првенствено на природно-научним и техничким факултетима, али и на свим осталим на којима физика као фундаментална наука има примену у струци (медицина, стоматологија, ветерина...).

Ученици гимназије треба да усвоје појмове и законе физике на основу којих ће разумети појаве у природи и имати целовиту слику о значају и месту физике у образовању и животу уопште. Стицањем знања и вештина ученици се оспособљавају за решава- ње практичних и теоријских проблема, развој критичког мишљења и логичког закључивања.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

При планирању наставног процеса наставник, на основу де- финисаног циља предмета и исхода и стандарда постигнућа, са- мостално планира број часова обраде, утврђивања, као и методе и облике рада са ученицима.

Улога наставника је да при планирању наставе води рачуна о саставу одељења и резултатима иницијалног теста, степену опре- мљености кабинета за Физику, степену опремљености школе (ИТ опрема, библиотека...), уџбенику и другим наставним материјали- ма које ће користити.

Полазећи од датих исхода и кључних појмова садржаја на- ставник најпре креира свој годишњи−глобални план рада из кога ће касније развијати своје оперативне планове. Исходи дефиниса- ни по областима олакшавају наставнику даљу операционализацију исхода на ниво конкретне наставне јединице. Од њега се очекује да за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања при- преме за час, у односу на одабрани исход, дефинише исходе спе- цифичне за дату наставну јединицу. При планирању треба, тако- ђе, имати у виду да се исходи разликују, да се неки лакше и брже могу остварити, али је за већину исхода потребно више времена и више различитих активности. Препорука је да наставник планира и припрема наставу самостално, а у сарадњи са колегама обезбеди међупредметну корелацију.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Садржаји трећег разреда су подељени на десет тематских целина од којих свака садржи одређени број наставних јединица. Оријентациони број часова по темама и број часова предвиђених за израду лабораторијских вежби дат је у табели:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Редни број наставне теме | Наставне теме | Број часова по теми | Брoј часова за лабораторијске вежбе |
| 1. | Магнетно поље | 17 | 2 |
| 2. | Електромагнетна индукција | 9 | / |
| 3. | Наизменична струја | 11 | 2 |
| 4. | Хармонијске осцилације | 13 | 4 |
| 5. | Механички таласи | 11 | / |
| 6. | Акустика | 8 | 2 |
| 7. | Електромагнетни таласи | 4 | / |
| 8. | Таласна оптика | 14 | 2 |
| 9. | Геометријска оптика | 9 | / |
| 10. | Оптички инструменти | 3 | / |
| Укупно | 111 | 99 | 12 |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Лабораторијске вежбе | | Број вежби | Број часова | |
| 6 | 12 | |
| Редни број вежбе | Назив лабораторијске вежбе | | | Број часова по вежби |
| 1 | Одређивање хоризонталне компоненте магнетног поља Земље | | | 2 |
| 2 | Примена Омовог закона за одређивање отпорности у RLC-колу. | | | 2 |
| 3 | Математичко и физичко клатно | | | 2 |
| 4 | Пригушене осцилације | | | 2 |
| 5 | Мерење брзине звука у ваздуху | | | 2 |
| 6 | Мерење таласне дужине помоћу дифракционе решетке | | | 2 |

# Смернице за реализацију наставних тема

У оквиру наставних тема које су у програму трећег разреда, од сваког ученика се на крају средњошколског образовања очеку- је продубљено и проширено знање у односу на основношколски ниво. Већ познате појмове треба даље развијати и повезивати их са новим појмовима, физичким величинама и законитостима који се користе за објашњење физичких појава.

# Магнетно поље

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Магнетно поље струјног проводника. Маг- нетна индукција и јачина магнетног поља. Линије поља и магнетни флукс. Лоренцова сила. Кретање наелектрисаних честица у магнетном и електричном пољу. Одређивање специфичног наелектрисања че- стица. Амперова сила. Узајамно деловање два паралелна праволиниј- ска струјна проводника. Деловање магнетног поља на проводни рам (принцип рада електричних инструмената). Магнетници. Магнетни момент атома, дијамагентици и парамагнетици. Феромагнетици.

# Електромагнетна индукција

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Појава електромагнетне индукције. Елек- тромагнетна индукција и Лоренцова сила. Индуковање ЕМС у непо- кретном проводнику. Фарадејев закон и Ленцово правило. Узајамна индукција и самоиндукција. Енергија магнетног поља у соленоиду.

У оквиру наставних тема Магнетно поље и Електромагнетна индукција већ познате појмове треба даље развијати и повезивати их са новим појмовима, физичким величинама и законитостима.

Током обраде теме Магнетно поље посебно истицати да је магнетно поље последица кретања наелектрисаних честица. Дело- вање магнетног поља на проводнике кроз које протиче електрич- на струја искористити за објашњење принципа рада електричних инструмената. Истаћи сличности и разлике у понашању дијамаг- нетика и парамагнетика у магнетом пољу. Тему посвећену феро- магнетицима пожељно је обрадити само феноменолошки, без ула- жења у детаље локалних магнетних момената.

У оквиру теме Електромагнетна индукција посебну пажњу посветити самој појави, као и веома занимљивим феноменима уза- јамне индукције и самоиндукције.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних је ве- лики и могу да буду илустрација практичне примене. Електромаг- нетна индукција има примену у електротехници (генератор наи- зменичне струје ради на принципу електромагнетне индукције). Теме Магнетно поље и Електромагнетна индукција омогућавају извођење великог броја разноврсних демонстрационих огледа, и ту могућност треба користити у највећој могућој мери.

Практична знања се проверавају лабораторијском вежбом (Одређивање хоризонталне компоненте Земљиног магнетног поља) као и активним учешћем у дискусијама током извођења де- монстрационих огледа.

*Демонстрациони огледи* који могу да се ураде у оквиру ове две теме су:

## Есртедов оглед.

* + 1. ***Интеракција два паралелна струјна проводника.***
    2. ***Деловање магнетног поља на рам са струјом.***
    3. ***Електромагнетна индукција (уз помоћ магнета, калема и галванометра).***
    4. ***Ленцово правило.***

*Осмислити пројекат из области:*

**1) *Циклотрон.*** Историја, принцип рада, примена у различи- тим областима науке и технологије.

Препоручени број часова за обраду ове две теме са целим одељењем у гимназији је 28 часова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, приказати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један предложени пројекат. У за- висности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђивању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Наизменична струја

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхода за ову наставну тему су: Генератор наизменичне струје. Синусоидал- ни напон и струја. Отпорности у колу наизменичне струје и Омов закон за RLC коло. Снага наизменичне струје. Ефективне вредности напона и струје. Трансформатор. Појам о трофазној струји.

Полазећи од раније стечених знања о једносмерној струји, навести разлике и представити карактеристике наизменичне стру- је уз коришћење одговарајућих демонстрационих огледа. Нагласи- ти разлику између тренутне и ефективне вредности напона и јачи- не наизменичне електричне струје.

Указати на постојање електричне отпорности која није тер- могене природе. Користећи векторско представљање напона и јачине струје у колу наизменичне струје извести формулу за им- педансу. Посебно дискутовати појам снаге код наизменичне стру- је и преноса електричне енергије на даљину истичући предности употребе наизменичне у односу на једносмерну струју. Користе- ћи стечено знање о узајамној индукцији објаснити принцип рада трансформатора.

Показати аналогију везе напона и јачине електричне струје код једносмерне и наизменичне струје, односно Омов закон, у оквиру ове теме урадити лабораторијску вежбу *Омов закон за RLC коло*.

*Демонстрациони оглед* који може да се уради у оквиру ове теме је:

* + 1. ***Принцип рада трансформатора.*** Показати како је могу- ће променити карактеристике наизменичне струје уз помоћ транс- форматора.

*Осмислити пројекат из области:*

**1) *Мерење индуктивитета калема помоћу RLC кола.*** Ана- лизирати како резултати зависе од начина на који је коло повезано, како би се минимализовала грешка мерења, и слично.

Препоручени број часова за обраду ове теме је 13 часова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, при- казати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један пре- дложени пројекат. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђи- вању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Хармонијске осцилације

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених ис- хода за ову наставну тему су: Механички хармонијски осцилатор и величине којима се описује његово кретање. Енергија хармо- нијског осцилатора; Математичко и физичко клатно; Пригушене осцилације; Принудне осцилације, резонанција; Електрично осци- латорно коло.

У оквиру теме Хармонијске осцилације посебну пажњу по- светити апроксимацијама које су извршене да би се добило чисто хармонијско осциловање (занемарљива маса опруге, осциловање у области у којој за опругу важи Хуков закон, занемаривање трења и/ или отпора ваздуха). Сличну пажњу посветити моделима матема- тичког и физичког клатна, објаснити шта је све занемарено да би се добили изрази за период (без извођења). Демонстрирати квалитет модела математичког клатна при скраћивању његове дужине. Тиме ученици стичу врло добар увид у чињенице да апроксимација ма- тематичког клатна садржи скуп чињеница а да не представља само мало тело окачено о конац. Код пригушених и принудних осцила- ција нагласити утицај пригушења у резонатним процесима.

Приликом обрађивања електричних осцилација нагласити аналогију са механичким осцилацијама.

Посебно треба водити рачуна да су хармонијске осцилације увод у тему механичких таласа, и потребно је детаљно објаснити појмове и појаве које ће бити потребне за наредну тему.

У оквиру ове теме предвиђене су и две лабораторијске вежбе и читав низ демонстрационих огледа, али је прикладно користити и компјутерске симулације као допуну, посебно за појаву резонанције.

*Демонстрациони огледи* који могу да се ураде у оквиру ове две теме су:

* + 1. ***Осциловање тела на опрузи*** (хоризонтално на глаткој по- длози, вертикално).

## Математичко клатно.

* + 1. ***Физичко клатно.***
    2. ***Хармонијске осцилације*** (методом сенке).

## Пригушене осцилације.

* + 1. ***Појава резонанције.***

*Осмислити пројекат из области:*

1. ***Одређивање вредности броја* π *помоћу математичког клатна.*** Анализирати различите поставке експеримента, и каква поставка обезбеђује довољно квалитетан резултат.
2. ***Пригушене осцилације проводника у магнетном пољу.*** Фукоове струје. Сила која делује на осцилујући проводник. Ана- лизирати и како пригушене осцилације зависе од јачине магнетног поља, или врсте проводника који осцилује.

Препоручени број часова за обраду ове теме са целим одеље- њем у гимназији друштвено-језичког смера и општег типа је 17 ча- сова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огле- ди, приказати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један предложени пројекат. У зависности од структуре одељења предмет- ни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утвр- ђивању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Механички таласи

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених ис- хода за ову наставну тему су: Таласно кретање и појмови који га дефинишу; Врсте таласа; Једначина таласа; Енергија и интензитет таласа; Одбијање и преламање таласа; Принцип суперпозиције; Прогресивни и стојећи таласи.

Таласно кретање као сложенији облик кретања од осцила- торног захтева посебну пажњу при усвајању ових садржаја. Поред демонстрационих огледа, када има услова за њихову реализацију, погодно је користити и филмове и анимације, а све у циљу правил- ног разумевања овог феномена.

Уколико време и услови дозволе пожељно је показати на при- меру, у неком филму или анимацији, да таласи не морају да буду строго лонгитудинални или строго трансверзални, већ да могу да буду и сложени. Леп пример за сложене таласе су таласи на повр- шини воде (далеко од обале).

*Демонстрациони огледи* који могу да се ураде у оквиру ове две теме су:

* + 1. ***Врсте таласа*** (помоћу таласне машине или водене каде).
    2. ***Одбијање и преламање таласа*** (водена када или WSP уређај).

Препоручени број часова за обраду ове теме је 11 часова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, при- казати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један пре- дложени пројекат. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђи- вању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Акустика

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Извори и карактеристике звука; При- јемници звука, ухо; Инфразвук и ултразвук и њихове примене; До- плеров ефекат.

Величине којима се описују механички таласи, али и везе између ових величина могу се користити за објашњење појава у акустици. Тиме се на очигледан начин демонстрира применљивост стеченог знања из области механичких таласа.

Тема је захвална због могућности анализе многих примера и појава из свакодневног живота: од принципа по коме функциони- ше ухо (за различите животиње), преко музичких уређаја, инстру- мената, примене ултразвука у медицини, коришћење ултразвука код неких животиња. Области са којима се може повезати ова тема су: фонетика, биологија, музика итд.

У оквиру ове теме предвиђена је и лабораторијска вежба, али и низ демонстрационих огледа.

Кроз обраду ове теме, отвара се низ могућих корелација са другим предметима, што може помоћи ученицима да разумеју зна- чај знања стечених у оквиру физике.

*Демонстрациони огледи* који могу да се ураде у оквиру ове две теме су:

* + 1. ***Својства звучних извора*** (музички инструменти, моно- корд, звучна виљушка и сл.)
    2. ***Звучна резонанција*** (резонаторске кутије на инструменти- ма, звучна виљушка и резонаторска кутија, разбијање чаше звуком одређене фреквенције...)

Препоручени број часова за обраду ове теме је 10 часова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, при- казати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један пре- дложени пројекат. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђи- вању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Електромагнетни таласи

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Настајање и основне карактеристике електромагнетних таласа. Спектар електромагнетних таласа.

Повезујући стечена знања о осцилацијама у LC колу објасни- ти услове настанка и простирања електромагнетних таласа. Карак- теристике електромагнетних таласа обрадити кроз поређење елек- тромагнетног и механичког таласа. У оквиру дискусије о спектру истаћи својства појединих врста електромагнетних таласа и нагла- сити њихову улогу у свакодневном животу човека. Током обрађи- вања теме Спектар електромагнетних таласа посебну пажњу треба посветити ефекту стаклене баште и озонским рупама. Поред тога посебну пажњу заслужују и примери употребе електромагнетних таласа у телекомуникацијама, медицини...

Препоручени број часова за обраду ове теме је 4 часа. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, прика- зати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један пре- дложени пројекат. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђи- вању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Таласна оптика

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених ис- хода за ову наставну тему су: Интерференција светлости. Јунгов оглед и други примери интeрференције. Мајкелсонов интерферо- метар и друге примене интерференције. Дифракција светлости на пукотини. Дифракциона решетка. Разлагање полихроматске све- тлости. Поларизација таласа. Дисперзија светлости (нормална и аномална). Разлагање беле светлости на компоненте. Расејање и апсорпција светлости.

Појаве дифракције и интерференције искористити за извође- ње закључка о сложеној (дуалној) природи светлости. Конструк- тивну и деструктивну интереференцију демонстрирати користећи Јунгов оглед и одбијање преломљене светлости на клину. Услов за интерференциони максимум и минимум представити као после- дицу путне разлике два таласа. Принцип рада и историјски значај Мајкелсоновог интерферометра искористити и за његову употребу у савременој спектроскопији. Појаву дифракције светлости обја- снити на једном отвору као и на дифракционој решетци као и усло- ве за настајање дифракционих максимума и минимума. Излагање допунити демонстрацијом и објашњењем разлагања полихромат- ске светлости на дифракционој решетки. Поларизацију светлости демонстрирати, на пример, помоћу два пара наочара за сунце и ко- ристити као доказ да је светлост трансверзални талас. Приказати законе који важе при поларизацији светлости на кристалима и при одбијању и преламању. Објаснити значај појава двојног преламања на кристалима и обртања равни поларизације на кварцу, као и поја- ве дисперзије, расејања и апсорпције светлости.

*Демонстрациони огледи* који могу да се ураде у оквиру ове две теме су:

## Дифракција ласерске светлости на оштрој ивици, пуко- тини и нити.

* + 1. ***Поларизација светлости помоћу поларизационих фил- тера.***
    2. ***Дисперзија беле светлости помоћу стаклене призме.***

Препоручени број часова за обраду ове теме је 16 часова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, при-

казати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један пре- дложени пројекат. У зависности од структуре одељења предметни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утврђи- вању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

# Геометријска оптика

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених ис- хода за ову наставну тему су: Мерење брзине светлости. Закони одбијања и преламања светлости. Тотална рефлексија, оптички ка- блови. Преламање светлости кроз призму и планпаралелну плочу. Дуга. Сферна огледала. Једначина огледала. Сочива. Једначина со- чива. Недостаци сочива.

# Оптички инструменти

Садржаји којима се обезбеђује постизање предвиђених исхо- да за ову наставну тему су: Основни појмови (видни угао, увећа- ње). Око. Лупа. Микроскоп. Телескоп.

Значај ове две теме потиче од тога што познавање основних појава као што су преламање, одбијање светлости, тотална рефлек- сија, стварање ликова код огледала и сочива доприноси бољем ра- зумевању принципа рада многих оптичких инструмената и уређаја који су у свакодневној употреби. Поред тога неколико врло зани- мљивих атмосферских појава може добро да се објасни на основу основних закона геометријске оптике (дуга, фатаморгана...), као и савремене технологије за пренос сигнала путем оптичких каблова (тотална рефлексија и оптичка влакна).

Геометријска оптика пружа велике могућности за обогаћива- ње стандардних облика наставе великим бројем демонстрационих огледа, наставних филмова, симулација огледа и снимака који при- казују мноштво свакодневних појава. Због тога је пожељно кори- стити што је више могуће овакве додатке стандардним облицима наставе.

Избор задатака, како рачунских, тако и квалитативних је ве- лики и могу да буду илустрација практичне примене. Могуће их је такође комбиновати са огледима или лабораторијским вежбама и тиме би ученици добили прилику да упореде своје једноставне теоријске прорачуне са експерименталним резултатима.

*Демонстрациони огледи* који могу да се ураде у оквиру ове две теме су:

* + 1. ***Закони геометријске оптике -преламање, одбијање*** (маг- нетна табла)
    2. ***Тотална рефлексија*** (магнетна табла и/или провидна чаша са водом).
    3. ***Формирање ликова и одређивање жижне даљине огледа- ла и сочива*** (магнетна табла и оптичка клупа).

*Осмислити пројекат из области*:

**1) *Леонардова камера*** (*Camera obscura*. Принцип рада. Кон- струкција камере од рециклираних материјала. Анализа рада.).

Препоручени број часова за обраду ове две теме је 12 часова. У току ових часова се могу реализовати демонстрациони огледи, приказати симулације и/или образовни филмови у зависности од тога шта је на располагању наставницима у школама, као и један предложени пројекат. У зависности од структуре одељења предмет- ни наставник усклађује број часова који ће да додели обради, утвр- ђивању градива, изради пројеката и демонстрационим огледима.

Имајући у виду број часова на којима се ученици могу упо- знати са новим феноменима, физичким величинама којима се опи- сују и везама између њих, акценат би било пожељно ставити на квалитативне проблеме, пре свега на оне који се односе на реалне ситуације у којима се ученици могу наћи. Пожељно би било орга- низовати ученике за самостални рад у оквиру изабраних пројект- них задатака.

Предвиђене лабораторијске вежбе треба да омогуће постиза- ње специфичних исхода (мерење физичких величина, утврђивање везе и потврђивање закона, графичко и табеларно представљање измерених величина, израчунавање грешке мерења, представљање резултата мерења...) као и да оспособе ученике да безбедно рукују мерним уређајима и опремом.

Програмски садржаји доследно су приказани у форми која задовољава основне методске захтеве наставе Физике:

* *Поступност* (од простијег ка сложенијем) при упознавању нових појмова и формулисању закона.
* *Очигледност* при излагању наставних садржаја (уз сваку тематску целину побројано је више демонстрационих огледа, а треба користити и симулације).
* *Повезаност наставних садржаја* (хоризонтална и верти- кална).

Програм предвиђа да се унутар сваке веће тематске целине, после поступног и аналитичног излагања појединачних програм- ских садржаја, кроз систематизацију и обнављање изложеног гра- дива, изврши синтеза битних чињеница и закључака и да се кроз њихово обнављање омогући да их ученици у потпуности разумеју и трајно усвоје. Поред тога, сваку тематску целину требало би за- почети обнављањем одговарајућег дела градива из основне школе или претходног разреда*.* Тиме се постиже и вертикално повезива- ње програмских садржаја. Веома је важно да се кроз рад води ра- чуна о овом захтеву Програма, јер се тиме наглашава чињеница да су у физици све области међусобно повезане и омогућује се да ученик сагледа физику као кохерентну научну дисциплину у којој се почетак проучавања нове појаве наслања на резултате проучава- ња неких претходних.

Редослед проучавања појединих тема није потпуно обавезу- јући. Наставник може распоредити садржаје према својој процени. ***Методичко остваривање садржаја програма*** у настави Фи-

зике захтева да целокупни наставни процес буде прожет трима основним физичким идејама: структуром супстанције (на моле- кулском, атомском и субатомском нивоу), законима одржања (пре свега енергије) и физичким пољима као носиоцима узајамног де- ловања физичких објеката. Даљи захтев је да се физичке појаве и процеси тумаче у настави паралелним спровођењем, где год је то могуће, макроприлаза и микроприлаза у обради садржаја.

Физику је нужно представити ученицима као живу, недовр- шену науку, која се непрекидно интензивно развија и мења, а не као скуп завршених података, непроменљивих закона, теорија и модела. Зато је нужно истаћи проблеме које физика решава у са- дашњем времену.

Данас је физика експликативна, теоријска и фундаментална наука и њеним изучавањем, заједно са осталим природним наукама, стичу се основе научног погледа на свет. Идеја фундаменталности физике у природним наукама мора да доминира у настави Физике.

Ширењу видика ученика допринеће објашњење појмова и категорија, као што су физичке величине, физички закони, однос експеримента и теорије, веза физике са осталим наукама, са при- мењеним наукама и са техником. Стицање техничке културе кроз наставу Физике састоји се у примени знања при решавању технич- ких задатака и коришћењу техничких уређаја. Значајно је указати на везу физике и филозофије. Потребно је навести и етичке про- блеме који се јављају као последица развијања науке и технике. После изучавања одговарајућих тематских целина, нужно је ука- зати на потребу заштите животне средине и на тај начин развијати еколошке компетенције и свест ученика.

Овако формулисан концепт наставе Физике захтева појачано експериментално заснивање наставног процеса (демонстрациони огледи и лабораторијске вежбе, односно практични рад ученика).

Савремена настава Физике подразумева примену различи- тих метода и облика рада, разноврсних дидактичких поступака у наставном процесу (пројектна, проблемска, активна настава и ко- оперативно учење) који омогућавају остваривање циља и исхода наставе Физике.

Основне методе рада са ученицима у настави Физике су:

1. излагање садржаја теме уз одговарајуће демонстрационе огледе;
2. методе логичког закључивања ученика;
3. решавање проблема (квалитативни и квантитативни);
4. лабораторијске вежбе;
5. коришћење и других начина рада који доприносе бољем разумевању садржајa теме (домаћи задаци, семинарски радови, пројекти, допунска настава, додатна настава...)

***Демонстрациони огледи*** чине саставни део редовне наста- ве Физике. Они омогућавају развијање радозналости и интереса за физику и истраживачки приступ природним наукама. Како су уз сваку тематску целину планирани демонстрациони огледи, учени- ци ће непосредно учествовати у реализацији огледа, а на настав- нику је да наведе ученика да својим речима, на основу сопственог расуђивања, опише појаву коју демонстрира. Потом наставник, користећи прецизни језик физике, дефинише нове појмове (вели- чине) и речима формулише закон појаве. Када се прође кроз све етапе у излагању садржаја теме (оглед, учеников опис појаве, дефинисање појмова и формулисање закона), прелази се на пре- зентовање закона у математичкој форми. Оваква активна позици- ја ученика у процесу конструкције знања доприноси трајнијим и квалитетнијим постигнућима.

Пожељно је да једноставне експерименте изводе ученици (самостално или по групама) на часу или да их осмисле, ураде, анализирају и обраде код куће, користећи предмете и материјале из свакодневног живота. Наравно, наставници који имају могућно- сти треба да у настави користе и сложеније експерименте.

У настави свакако треба користити и рачунаре (симулације експеримената и појава, лабораторијске вежбе и обрада резултата мерења, моделирање, самостални пројекти ученика у облику се- минарских радова, тимски пројекти ученика и сл). Препорука је да се, уколико недостаје одговарајућа опрема у кабинетима, користе постојећи ИКТ алати који симулирају физичке појаве, обрађују и приказују резултате мерења.

Програм предвиђа коришћење разних ***метода логичког за- кључивања*** који су иначе присутни у физици као научној дисци- плини (индуктивни, дедуктивни, закључивање по аналогији итд). Наставник сам треба да одабере најпогоднији приступ у обради сваке конкретне теме у складу са потребама и могућностима уче- ника, као и наставним средствима којима располаже.

На садржајима програма може се у потпуности илустровати суштина методологије истраживачког приступа у физици и другим природним наукама: посматрање појаве, уочавање битних својста- ва система на којима се појава одвија, занемаривање мање значај- них својстава и параметара система, мерење у циљу проналажења међузависности одабраних величина, планирање нових експери- мената ради прецизнијег утврђивања тражених односа, формули- сање физичких закона. У неким случајевима методички је целис- ходно увођење дедуктивне методе у наставу (нпр. показати како из закона одржања следе неки мање општи физички закони и сл.).

***Решавање проблема*** је један од основних начина реализације наставе Физике. Наставник поставља проблем ученицима и пре- пушта да они самостално, у паровима или у тиму дођу до решења, по потреби усмерава ученике, подсећајући их питањима на нешто што су научили и сада треба да примене, упућује их на извођење експеримента који може довести до решења проблема и слично.

Решавање задатака је важна метода за увежбавање примене знања. Њоме се постиже: конкретизација теоријских знања; обна- вљање, продубљивање и утврђивање знања; кориговање ученич- ких знања и умећа; развијање логичког мишљења; подстицање ученика на иницијативу; стицање самопоуздања и самосталности у раду...

Оптимални ефекти решавања задатака у процесу учења фи- зике остварују се добро осмишљеним комбиновањем квалитатив- них (задаци−питања), квантитативних (рачунских), графичких и експерименталних задатака.

Вежбање решавања рачунских задатака је важна компонента учења физике. Како оно за ученике често представља вид учења са најсложенијим захтевима, наставник је обавезан да им да од- говарајуће инструкције, напомене и савете у вези са решавањем задатака. Напомене треба да се односе на типове задатака у датој теми, најчешће грешке при решавању таквих задатака, различите приступе решавању...

При решавању квантитативних задатака у задатку прво треба на прави начин сагледати физичке садржаје, па тек после тога пре- ћи на математичко формулисање и израчунавање. Наиме, реша- вање задатака одвија се кроз три етапе: физичка анализа задатка,

математичко израчунавање и дискусија резултата. У првој етапи уочавају се физичке појаве на које се односи задатак, а затим се набрајају и речима исказују закони по којима се појаве одвијају. У другој етапи се, на основу математичке форме закона, израчуна- ва вредност тражене величине. У трећој етапи тражи се физичко тумачење добијеног резултата. Ова дискусија на крају омогућава наставнику да код ученика развија критичко мишљење.

Потребно је пажљиво одабрати задатке који, ако је могуће, имају непосредну везу са реалним ситуацијама. Такође је важно да ученици правилно вреднују добијени резултат, као и његов пра- вилан запис. Посебно треба обратити пажњу на поступност при избору задатака, од најједноставнијих ка онима који захтевају ана- лизу и синтезу стечених знања.

Квалитативни (задаци−питања), задаци могу да буду врло корисни за проверу да ли су и колико, изложено градиво ученици прихватили и разумели. Поред тога ова форма је врло подесна за откривање погрешних концепата, и зато је треба што више кори- стити, било као посебне тестове било као кратке провере тек пре- ђеног градива.

Требало би перманентно повећати удео графичких задатака у суми свих задатака који се раде на часовима и дају за домаће задатке. Овакви задаци доприносе општој научној писмености. Укључују коришћење података са графика („читање” графика), анализу понашања физичких величина приказаних на графику, као и доношење закључака о законитостима које се могу уочити на графицима.

Уколико време и опрема дозволе било би пожељно увести бар један прави експериментални задатак. Задатак би се састојао од проблема који треба анализирати користећи приложену опрему. Ученици би требало да осмисле оглед, шта и како мерити, и онда из резултата мерења и постављеног модела дати објашњење про- блема. Наравно, треба водити рачуна о примереној тежини пробле- ма. Овакав задатак може да се ради и тимски, или као тимски про- јекат који не био био ограничен на један час (на пример: ученици се поделе у тимове, дају им се проблеми и на шта од опреме могу да рачунају, добију време од неколико недеља за осмишљавање ек- сперимента, онда на једном часу ураде мерења, затим добију време од недељу-две дана за сређивање резултата и доношење закључака, и коначно добију прилику за кратку одбрану резултата...). Такође при одбрани резултата сви ученици могу да учествују у дискуси- ји и оцењивању рада тимова. Овакав, нестандардни, тимски рад би значајно подстицао креативност појединаца као и јачао тимски дух унутар тимова. Такође, јавна одбрана би дала прилику свим уче- ницима да пажљиво слушају, постављају питања, уочавају добра и мање добра места у излагању и своја запажања укрсте са осталим слушаоцима, ауторима и наставницима, што би подстакло праву научну дискусију и критичко размишљање.

***Лабораторијске вежбе*** чине саставни део редовне наставе, а ученици вежбе раде у групама, 2-3 ученика.

За сваку вежбу ученици унапред треба да добију одговарају- ћа упутства.

Час експерименталних вежби састоји се из уводног дела, ме- рења и записивања резултата мерења и обраде добијених података. У уводном делу часа наставник проверава да ли су ученици спремни за вежбу, упознаје их са мерним инструментима и осталим деловима апаратуре за вежбу, указује на мере предострожности ко- јих се морају придржавати ради сопствене сигурности, при рукова-

њу апаратима, електричним изворима, разним уређајима и сл.

Док ученици врше мерења, наставник активно прати њихов рад, дискретно их надгледа и, кад затреба, објашњава и помаже.

При обради резултата мерења ученици се придржавају пра- вила за табеларни приказ података, цртање графика, израчунавање заокругљених вредности и грешке мерења (са тим правилима на- ставник треба да их упозна унапред или да она буду део писаних упутстава за вежбе).

Слободне активности ученика, који су посебно заинтересо- вани за физику, могу се организовати кроз разне секције младих физичара као и у сарадњи са центрима за таленте и промоцију и популаризацију науке.

Програм Физике омогућава примену различитих облика рада од фронталног, рада у тиму, индивидуалног рада, рада у пару или групи. Самостални рад ученика треба посебно неговати. Овај облик рада је ученицима најинтересантнији, више су мотивисани, па лакше усвајају знање. Уз то се развија и њихово интересовање и смисао за истраживачки рад, као и способност тимског рада и сарадње. Овакав приступ обради наставне теме захтева добру при- прему наставника: одабрати тему, припремити одговарајућа на- ставна средства и опрему, поделити ученике у групе тако да сваки појединац у групи може дати одговарајући допринос, дати неоп- ходна минимална упутства...

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У настави оријентисаној на достизање исхода вреднују се oстварени ниво постигнућа и напредовање током процеса учења. Да би вредновање било објективно и у функцији учења, потребно је да буде усклађено са принципима оцењивања (Правилник о оце- њивању у средњој школи).

Наставник је дужан да континуирано прати рад сваког уче- ника кроз непрекидно проверавање његових усвојених знања, сте- чених на основу свих облика наставе: демонстрационих огледа, предавања, решавања квантитативних и квалитативних задатака, лабораторијских вежби, семинарских радова и пројеката...

У сваком разреду треба континуирано проверавати и вред- новати компетенције (знања, вештине и ставове) ученика помоћу усменог испитивања, кратких писмених провера, тестова на крају већих целина, контролних рачунских вежби и провером експери- менталних вештина. Наставник треба да омогући ученицима да искажу алтернативна решења проблема, иновативност и критичко мишљење и да то адекватно вреднује.

На почетку школске године потребно је спровести иницијал- ни тест. Овај тест је инструмент провере предзнања и потенцијала ученика. На крају школске године, такође, треба спровести тест систематизације градива и проверити ниво постигнућа ученика и степен остварености образовних стандарда.

# МАТЕМАТИКА

Циљ учења Математике је да ученик, усвајајући математич- ке концепте, знања, вештине и основе дедуктивног закључивања, развије апстрактно и критичко мишљење, способност комуника- ције математичким језиком и примени стечена знања и вештине у даљем школовању и решавању проблема из свакодневног живота, као и да формира основ за даљи развој математичких појмова.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем математике ученик је оспособљен да мисли матема- тички, овладао је математичким знањима и концептима и критички анализира мисаоне процесе, унапређује их и разуме како они дово- де до решења проблема. Развио је истраживачки дух, способност критичког, формалног и апстрактног мишљења, као и дедуктивно и индуктивно мишљење и размишљање по аналогији. Развио је способност математичке комуникације и позитивне ставове према математици и науци уопште. Ученик примењује математичка зна- ња и вештине за решавање проблема из природних и друштвених наука и свакодневног живота, као и у професионалној сфери. Оспо- собљен је да стечена знања и вештине користи у даљем школовању.

Основни ниво

Ученик решава једноставнe математичке проблеме и описује основне природне и друштвене појаве. На основу непосредних ин- формација ученик уочава очигледне законитости, доноси закључке и директно примењује одговарајуће математичке методе за реша- вање проблема. Израчунава и процењује метричке карактеристике објеката у окружењу. Процењује могућности и ризике у једностав- ним свакодневним ситуацијама. Ученик користи основне матема- тичке записе и симболе за саопштавање решења проблема и тума- чи их у реалном контексту.

Средњи ниво

Ученик решава сложеније математичке проблеме и описује природне и друштвене појаве. Оспособљен је да формулише пи- тања и претпоставке на основу доступних информација, решава проблеме и бира одговарајуће математичке методе. Користи инфор- мације из различитих извора, бира критеријуме за селекцију по- датака и преводи их из једног облика у други. Анализира податке, дискутује и тумачи добијене резултате и користи их у процесу до- ношења одлука. Ученик просторно резонује (представља податке о просторном распореду објеката сликом или на менталном плану).

Напредни ниво

Ученик решава сложене математичке проблеме и описује комплексне природне и друштвене појаве. Разуме математички језик и користи га за јасно и прецизно аргументовање својих ста- вова. Комплексне проблеме из свакодневног живота преводи на математички језик и решава их. Користи индукцију, аналогију, де- дукцију и правила математичке логике у решавању математичких проблема и извођењу закључака. Користи методе и технике реша- вања проблема, учења и откривања која су базирана на знању и искуству за постављање хипотеза и извођење закључака.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Специфична предметна компетенција разврстана је у три доме- на: Математичко знање и резоновање, Примена математичких знања и вештина на решавање проблема и Математичка комуникација.

Основни ниво

*Домен 1. Математичко знање и резоновање*

Уочава правилности у низу података и догађаја. Уочава и ту- мачи међусобне односе (повезаност, зависност, узрочност) подата- ка, појава и догађаја. Разуме основне статистичке појмове и препо- знаје их у свакодневном животу.

*Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема*

Примењује једноставне математичке процедуре када су сви по- даци непосредно дати. Израчунава и процењује растојања, обиме, површине и запремине објеката у равни и простору. Израчунава веро- ватноћу одигравања догађаја у једноставним ситуацијама. Доноси фи- нансијске одлуке на основу израчунавања прихода, расхода и добити.

*Домен 3. Математичка комуникација*

Комуницира математичким језиком који се састоји од појмова, ознака, фигура и графичких репрезентација и разуме захтеве јед- ноставнијих математичких задатака. Саопштава решења проблема користећи математички језик на разне начине (у усменом, писаном или другом облику) и разуме изјаве изражене на исти начин. Ту- мачи изјаве саопштене математичким језиком у реалном контексту.

Средњи ниво

*Домен 1. Математичко знање и резоновање*

Формулише математичка питања и претпоставке на основу доступних информација. Бира критеријуме зa селекцију и транс- формацију података у односу на модел који се примењује. Бира математичке концепте за описивање природних и друштвених по- јава. Представља сликом геометријске објекте, упоређује каракте- ристике и уочава њихове међусобне односе.

*Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема*

Уме да примени математичка знања у анализи природних и друштвених појава. Бира оптималне опције у животним и професи-

оналним ситуацијама користећи алгебарске, геометријске и анали- тичке методе. Уме да примени математичка знања у финансијским проблемима. Анализира податке користећи статистичке методе.

*Домен 3. Математичка комуникација*

Разуме захтеве сложенијих математичких задатака. Бира ин- формације из различитих извора и одговарајуће математичке пој- мове и симболе како би саопштио своје ставове. Дискутује о ре- зултатима добијеним применом математичких модела. Преводи математичке формулације на свакодневни језик и обратно.

Напредни ниво

*Домен 1. Математичко знање и резоновање*

Користи индукцију, аналогију и дедукцију у доказивању ма- тематичких тврђења и у анализирању математичких проблема.

Користи законе математичке логике и одговарајуће математичке теорије за доказивање и вредновање ставова и тврдњи формулиса- них математичким језиком. На основу података добијених личним истраживањем или на други начин формулише питања и хипотезе.

*Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема*

Уме да примени математичка знања у анализи комплексних природних и друштвених појава. Бира и развија оптималне страте- гије за решавање проблема.

*Домен 3. Математичка комуникација*

Користи математички језик при изношењу и аргументацији својих ставова и разуме захтеве сложених математичких проблема. Може да дискутује о озбиљним математичким проблемима.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **5 часа**

Годишњи фонд часова **185 часова**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА** и  кључни појмови садржаја програма |
| 2.МА.1.1.1. Користи природне, целе, рационалне и реалне бројеве, различите записе тих бројева и преводи их из једног записа у други.  2.МА.1.1.2. Израчунава вредност бројевног израза у коме се појављују сабирање, одузимање, множење, дељење, степеновање и кореновање и при томе по потреби користи калкулатор или одговарајући софтвер. 2.MA.1.1.3. Примењује правила заокругљивања бројева и процењује вредност израза у једноставним реалним ситуацијама.  2.МА.1.1.5. Решава једноставне проблеме који се своде на линеарне и квадратне једначине.  2.МА.1.1.6. Решава једноставне проблеме који се своде на линеарне неједначине и једноставне квадратне неједначине.  2.МА.1.1.7. Решава једноставне проблеме који се своде на систем две линеарне једначине са две непознате.  2.МА.1.2.1. Разуме концепте подударности и сличности геометријских објеката, симетрије, транслације и ротације у равни.  2.МА.1.2.2. Израчунава и процењује растојања, обиме и површине геометријских фигура у равни користећи формуле.  2.МА.1.2.3. Израчунава и процењује површине и запремине геометријских тела у простору, користећи формуле.  2.МА.1.2.4. Користи координатни систем за представљање једноставних геометријских објеката у равни.  2.МА.1.2.5. Препознаје криве другог реда.  2.МА.1.2.6. Разуме појам вектора, зна основне операције са векторима и примењује их.  2.МА.1.2.7. Примењује тригонометрију правоуглог троугла у једноставним реалним ситуацијама.  2.МА.1.3.2. Разуме појам, израчунава вредност, користи и скицира график линеарне, квадратне, степене, експоненцијалне, логаритамске и тригонометријских функција синуса и косинуса.  2.МА.1.4.6. Примењује основна математичка знања за доношење финансијских закључака и одлука.  2.МА.2.1.2. Разуме појам комплексног броја, представља га у равни и зна основне операције са комплексним бројевима.  2.МА.2.1.3. Израчунава вредност израза у коме се појављују и елементарне функције и при томе по потреби користи калкулатор или одговарајући софтвер. 2.МА.2.1.7. Решава квадратне и једноставне рационалне неједначине.  2.МА.2.1.8. Решава проблеме који се своде на системе линеарних једначина са највише три непознате.  2.МА.2.2.1. Решава проблеме и доноси закључке користећи основна геометријска тврђења, метричка својства и распоред геометријских објеката.  2.МА.2.2.2. Уочава равне пресеке геометријских фигура у простору и рачуна њихову површину.  2.МА.2.2.3. Решава једноставне проблеме користећи једначину праве и криве другог реда. | * разликује узајамне положаје тачака, правих и равни у простору; * разликује врсте правилних полиедара на основу њихових особина; * реши геометријски проблем користећи изометријске трансформације у простору; * израчуна површину и запремину призме, пирамиде и зарубљене пирамиде и примени их у различитим ситуацијама; * израчуна површину и запремину ваљка, купе, зарубљене праве купе и лопте, и примени их у различитим ситуацијама; * уочава равне пресеке тела и израчуна њихову површину; * примени Гаусов поступак и Крамерово правило за решавање система линеарних једначина са параметрима и без њих; * реши систем линеарних једначина применом матрица; * реши проблем који се своди на систем линеарних једначина; * примени својства скаларног, векторског и мешовитог производа при решавању проблема; * реши проблеме међусобних односа тачака и правих у координатној равни; * реши проблеме користећи једначине праве и кривих другог реда; * реши проблеме примењујући услов додира и једначину тангенте криве другог реда; * користи математичку индукцију као метод доказивања; * израчуна граничну вредност низа, анализира и интерпретира понашање низа; * представи комплексaн број у тригонометријском облику и израчуна степен и корен комплексног броја; * одреди нуле и растави на чиниоце полиноме у једноставним случајевима и користи Вијетове формуле; * анализира и образложи поступак решавања задатка и дискутује број решења; * користи математички језик за систематично и прецизно представљање идеја и решења; * доказује једноставније математичке теореме и аргументује решења задатака; * проблеме из свакодневног живота преведе на математички језик и добијени математички модел реши водећи рачуна о реалном контексту. | **ПОЛИЕДРИ**  Међусобни односи тачака, правих и равни. Угао праве према равни, теорема о три нормале. Диедар, триедар, рогаљ. Полиедар, правилан полиедар, Ојлерова теорема. Транслација, ротација и симетрија у простору. Површина и запремина полиедра (посебно призме, пирамиде и зарубљене пирамиде). Равни пресеци призме и пирамиде. Кавалијеријев принцип. |
| **ОБРТНА ТЕЛА**  Цилиндрична и конусна површ, обртна површ.  Ваљак, купа, зарубљена права купа и њихове површине и запремине.  Сфера и лопта. Површина сфере, сферне калоте и појаса. Запремина лопте и њених делова.  Уписана и описана сфера полиедра, правог ваљка и купе. |
| **СИСТЕМИ ЛИНЕАРНИХ ЈЕДНАЧИНА**  Системи линеарних једначина. Гаусов поступак. Примена Крамеровог правила на решавање система линеарних једначина са параметрима.  Решавање система линеарних једначина применом матрица. |
| **ВЕКТОРИ**  Правоугли координатни систем у простору, пројекције и координате вектора.  Скаларни, векторски и мешовити производ вектора. Примене вектора. |
| **АНАЛИТИЧКА ГЕОМЕТРИЈА У РАВНИ**  Растојање двеју тачака, површина троугла. Разни облици једначине праве, угао између две праве, растојање тачке од праве.  Линеарне неједначине с две непознате и геометријска интерпретација.  Криве линије другог реда (кружница, елипса, хипербола и парабола). Однос праве и криве другог реда. |
| **МАТЕМАТИЧКА ИНДУКЦИЈА. НИЗОВИ**  Принцип математичке индукције и његове примене. Гранична вредност низа. Збир бесконачног геометријског низа. Број *е*. |
| **КОМПЛЕКСНИ БРОЈЕВИ И ПОЛИНОМИ**  Поље комплексних бројева.  Тригонометријски облик комплексног броја, Моаврова формула. Полиноми над пољем реалних и комплексних бројева. Вијетове формуле. Системи алгебарских једначина вишег степена. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2.МА.2.2.4. Примењује својства вектора при решавању проблема.  2.МА.2.2.5. Примењује тригонометријске функције у једноставним реалним ситуацијама.  2.МА.2.3.1. Решава проблеме користећи својства аритметичког и геометријског низа, примењује математичку индукцију и израз за суму бесконачног геометријског низа у једноставним случајевима.  2МА.2.3.2. Разуме концепт конвергенције низа и израчунава граничну вредност низа у једноставним случајевима.  2.МА.2.4.6. Примењује математичка знања за доношење финансијских закључака и одлука.  2.МА.3.1.1. Комплексне бројеве представља у тригонометријском и експоненцијалном облику и рачуна вредност израза са комплексним бројевима.  2.MA.3.1.2. Израчунава вредност израза користећи својства операција и функција.  2.МА.3.1.4. Решава једначине са параметрима. 2.МА.3.1.6. Решава системе линеарних једначина са и без параметара и једноставне системе нелинеарних једначина.  2.МА.3.2.1. Примењује основне теореме планиметрије и њихове последице у решавању проблема и у доказивању геометријских тврђења.  2.МА.3.2.2. Решава геометријске проблеме и доноси закључке користећи изометријске трансформације у равни и простору.  2.МА.3.2.3. Решава проблеме користећи једначине кривих другог реда и њихових тангенти у координатом систему.  2.МА.3.2.4. Примењује рачун са векторима (скаларни и векторски производ...).  2.МА.3.2.5. Примењује тригонометријске функције у проблемима.  2.МА.3.3.1. Примењује математичку индукцију, аритметички и геометријски низ и израз за суму бесконачног геометријског низа у проблемским ситуацијама.  2МА.3.3.2. Израчунава граничну вредност низа, анализира и интерпретира понашање низа података, изводи и интерпретира закључке. |  |  |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Основа за писање исхода и избор садржаја били су програми математике за претходне разреде, стандарди постигнућа ученика за крај обавезног основног и општег средњег образовања, међупред- метне компетенције, циљ учења Математике као и чињеница да се учењем математике ученици оспособљавају за: решавање разно- врсних практичних и теоријских проблема, комуникацију матема- тичких језиком, математичко резоновање и доношење закључака и одлука. Сам процес учења математике има своје посебности које се огледају у броју година изучавања и недељног броја часова предме- та и неопходности континуираног стицања и повезивања знања.

Наставници у својој свакодневној наставној пракси, треба да се ослањају на исходе, јер они указују шта је оно за шта уче- ници треба да буду оспособљени током учења предмета у једној школској години. Исходи представљају очекиване и дефинисане резултате учења и наставе. Остваривањем исхода, ученици усва- јају основне математичке концепте, овладавају основним мате- матичким процесима и вештинама, оспособљавају се за примену математичких знања и вештина и комуникацију математичким је- зиком. Кроз исходе се омогућава остваривање и међупредметних компетенција као што су комуникација, рад са подацима и инфор- мацијама, дигитална компетенција, решавање проблема, сарадња и компетенција за целоживотно учење.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама. Приликом израде оперативних пла- нова наставник распоређује укупан број часова предвиђен за поје- дине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, понављање, проверавање и систематизација знања), водећи рачуна о циљу предмета и исходима.

Полиедри (30)

Обртна тела (20)

Системи линеарних једначина (14) Вектори (15)

Аналитичка геометрија у равни (45) Математичка индукција. Низови (25) Комплексни бројеви и полиноми (24)

Напомена: За реализацију 4 писмена задатка (у трајању од по два часа), са исправкама, планирано је 12 часова.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Програм усмерава наставника да наставни процес конципира у складу са дефинисаним исходима, односно да планира како да ученици остваре исходе, и да изабере одговарајуће методе, актив- ности и технике за рад са ученицима. Дефинисани исходи пока- зују наставнику и која су то специфична знања и вештине која су ученику потребна за даље учење и свакодневни живот. Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму разликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређене исходе потреб- но више времена, активности и рада на различитим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године. Наставу у том смислу треба усмерити на разви- јање компетенција, и не треба је усмерити само на остваривање појединачних исхода.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да уче- ници самостално откривају математичке правилности и изводе за- кључке. Основна улога наставника је да буде организатор настав- ног процеса, да подстиче и усмерава активност ученика. Ученике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини инте-

ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерак- тивних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, рад на референтном тексту, (истраживање по кључним речима, појмо- вима, питањима), дискусију, дебату и др. Заједничка особина свих наведених метода је да оне активно ангажују ученика током наста- ве, а процес учења смештају у различите и разнолике контексте. Избор метода и облика рада, као и планирање активности учени- ка зависи од наставних садржаја које треба реализовати на часу и предвиђених исхода, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

# Полиедри

Ученици већ поседују знања о основним појмовима простор- не геометрије, те би их на почетку области требало подсетити на аксиоматско заснивање геометрије (основни и изведени појмови и тврђења) и планиметријске последице аксиома. Затим обрадити стереометријске последице аксиома и већ познатих теорема.

Обрадити угао праве према равни и посебно услов нормално- сти праве на раван, као и теорему о три нормале и њену примену у задацима. Дефинисати диедар, триедар, рогаљ и илустровати их задацима. Увести појам полиедра и правилног полиедра и навести Ојлерову формулу. Извести формуле за површину и запремину одре- ђених полиедара у складу са исходима. Показати примену Кавалије- ријевог принципа. Обрадити равне пресеке призме и пирамиде.

# Обртна тела

Описати настанак цилиндричних и конусних површи. Обра- дити обртна тела: ваљак, купу, зарубљену праву купу и извести формуле за њихове површине и запремине у складу са исходима за одређени програм.

Увести појам сфере и лопте и навести формуле за површину сфере и запремину лопте.

Обрадити задатке у вези са међусобним положајима сфере и равни, уписаном и описаном сфером полиедра, правог ваљка и купе, као и задатке o равним пресецима сфере, односно лопте.

Ученицима би требало предочити да се својства полиедара и обртних тела користе у пракси, астрономији, географији, физици, хемији итд. Посебну пажњу треба посветити развијању апстракт- ног мишљења и просторних представа, чему у извесној мери може допринети позивање на очигледност, коришћење динамичких соф- твера и правилно скицирање просторних фигура.

# Системи линеарних једначина

Увођење појма система линеарних једначина требало би да се базира на познатим системима од две, односно три линеарне једна- чине са две, односно три непознате. Подсетити ученике на метод замене и метод елиминације и надовезати на то Гаусов алгоритам. Нагласити алгоритамску природу поступка, али обратити и пажњу на случајеве одступања од алгоритма које убрзавају решавање (на пример, за елиминацију бирамо ону променљиву код које је коефи- цијент 1, или делимо једначину заједничким делитељем свих кое- фицијената). Размотрити уз примере све могуће исходе алгоритма: случајеве несагласног, неодређеног и одређеног система.

Обновити Крамерово правило и решавање система линеар- них једначина применом матрица.

При решавању система линеарних једначина ученици треба да се служе Гаусовим поступком, Крамеровим правилом и решава- њем система линеарних једначина применом матрица. Обрадити и системе једначина са параметром, а у једноставнијим ситуацијама и са више параметара.

Примењивати системе линеарних једначина на решавање разних проблема.

# Вектори

Подсетити ученике на векторе у равни. Увести координат- ни систем у простору. Векторе увести као уређене парове тачака,

са идентификацијом помоћу паралелног преноса (транслације). Осврнути се на идентификацију тачака у простору, уређених трој- ки координата и радијус-вектора. Разлагати вектор у збир три ком- поненте – пројекције на координатне осе и координате посматрати као коефицијенте у разлагању. Геометријски извести формулу за интензитет вектора и растојање између тачака.

Скаларни, векторски и мешовити производ увести геометриј- ски и преко координата, повезати са детерминантама реда 2 и 3. Навести својства ових производа (адитивност, хомогеност, (анти) симетричност) и формуле које их повезују.

Примењивати векторе у геометријским (одређивање угла између два вектора, израчунавање површине и запремине фигура и др.) и физичким проблемима (сабирање и разлагање брзина и сила, момент силе и др.).

# Аналитичка геометрија у равни

Основни циљ увођења аналитичке геометрије је дубље по- везивање алгебарских и геометријских садржаја. Ученици првен- ствено треба добро да упознају Декартов правоугли координатни систем и приступ геометрији помоћу координата. При извођењу формула за одређивање растојања тачака, поделу дужи у датом од- носу и израчунавање површине троугла чија су темена задата, ис- користити одговарајуће већ познате чињенице и својства вектора. Неопходно је да ученици повежу линеарну једначину са две непо- знате са једначином праве у координатном систему и да упознају општи (имплицитни), експлицитни, сегментни и нормални облик једначине праве. Кроз задатке ученици треба да увежбају и форму- ле за једначину праве кроз две тачке, прамен правих и симетралу угла. При извођењу формула за одређивање величине угла између две праве, специјално услова за паралелност, односно нормалност правих, искористити знања из вектора и тригонометрије. Формулу за одстојање тачке од праве и растојање паралелних правих уче- ници треба да повежу са нормалним обликом једначине праве. Значајна је геометријска интерпретација скупа решења линеарне неједначине са две непознате као полуравни у координатном си- стему, а система оваквих неједначина као пресека полуравни.

Криве другог реда треба довести у везу са равним пресецима конусне површи а дефинисати их као геометријска места тачака у равни са одређеним својствима. Код одређивања међусобног од- носа праве и криве другог реда, користити знања из теорије ква- дратних једначина. Посебно обратити пажњу на случај када права додирује криву (услов додира), као и једначине тангенти. У свим ситуацијама инсистирати на геометријској интерпретацији (на пример код решавања система квадратних једначина).

# Математичка индукција. Низови

Ова наставна тема има велики значај за развијање математич- ке културе ученика, јер је математичка индукција веома чест, прак- тичан и ефикасан метод доказивања математичких тврђења. Увод у математичку индукцију треба направити коришћењем емпириј- ске индукције (као метода наслућивања тврђења) и указивањем на грешке које су могуће ако се користи непотпуна индукција (наве- сти неколико примера и неке грешке из историје математике). Код обраде математичке индукције посебну пажњу обратити на њену суштину, а нарочито на међусобну повезаност и обавезну компле- ментарност два доказна корака: базе индукције и индукцијског корака. Математичку индукцију треба увежбати на разноврсним и једноставним примерима једнакости, неједнакости, дељивости. Могу се обрадити и сложенији примери (суме и производи са при- родним бројевима, Бернулијева неједнакост, примери примене ма- тематичке индукције у геометрији...).

Пре свега треба обновити основна знања о низовима из првог разреда (дефиниција, начин задавања, аритметички и геометриј- ски низ...). Обрадити појмове монотоности и ограничености низа. Појам граничне вредности низа објаснити на што једноставнијим примерима, а тек након тога дати дефиницију. Обавезно треба ура- дити неколико примера доказа када је задати низ конвергентан, по дефиницији. Теореме о сагласности граничне вредности са опера-

цијама (гранична вредност збира, производа, количника конвер- гентних низова) могу се и доказати. Теорему о три низа обрадити кроз примере. Ученици треба да савладају формулу за збир свих чланова бесконачног геометријског низа и неке примере њене при- мене (периодични децимални разломци, једноставни примери из геометрије...). Дефинисати број *е* и образложити дефиницију тео- ремом о монотоном и ограниченом низу.

# Комплексни бројеви и полиноми

Ученике најпре подсетити на својства операција с комплек- сним бројевима задатим у алгебарском облику која су обрађена у другом разреду (специјално, да скуп комплексних бројева у одно- су на операције сабирања и множења чини поље). Затим увести тригонометријски запис комплексног броја, при чему ученици треба добро да увежбају претварање једног записа у други. Изве- сти правила за множење и дељење комплексних бројева у триго- нометријском запису и, као специјалан случај, Моаврову формулу. Истаћи предност таквог степеновања комплексних бројева у од- носу на алгебарско, али и показати како се комбинацијом та два приступа могу извести неке тригонометријске идентичности. Уве- сти појам *n*-тог корена комплексног броја као решења одговарају- ће једначине, без коришћења ознаке за корен. Користећи Моавров образац показати да за сваки комплексан број различит од нуле по- стоји тачно *n* таквих бројева и одредити њихов тригонометријски запис, као и одговарајућу геометријску интерпретацију.

Подсетити ученике на својства полинома с реалним коефи-

цијентима и реалном променљивом обрађена у првом разреду, а затим показати која се од тих својстава преносе на полиноме с комплексним коефицијентима и комплексном променљивом (по- себно дељивост и дељење полинома, Безуова теорема, НЗС и НЗД полинома). Навести затим основни став алгебре и, као његову по- следицу, теорему о факторизацији полинома у пољу комплексних бројева. Истаћи да ефективно налажење нула произвољног по- линома (па тако и његова факторизација) нису могући у општем случају, али илустровати неке једноставније ситуације када је то могуће. Посебно обрадити случај полинома с реалним, односно целобројним коефицијентима. По аналогији с квадратном једначи- ном извести Вијетове везе за полиноме трећег и четвртог степена и увежбати њихово коришћење. На неким једноставнијим приме- рима илустровати решавање система једначина вишег степена.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Саставни део процеса развоја математичких знања у свим фазама наставе је и праћење и процењивање степена остварености исхода, које треба да обезбеди што поузданије сагледавање развоја и напредовања ученика. Тај процес започети иницијалном проценом нивоа на коме се ученик налази. Прикупљање информација из различитих извора (сва- кодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у групи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остваре- ности исхода. Свака активност је добра прилика за процену напредова- ња и давање повратне информације, а важно је ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају до- маћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повремену проверу од стране наставника), анализа задатака које ученици нису умели да реше, педагошка мотивација ученика који редовно раде домаће задатке... помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода.

# ДИСКРЕТНА МАТЕМАТИКА

Циљ учења Дискретне математике је да ученик, усвајајући математичке концепте, знања, вештине и основе дедуктивног за- кључивања, развије апстрактно и критичко мишљење, способност комуникације математичким језиком и примени стечена знања и вештине у рачунарству и даљем школовању, решавању проблема из свакодневног живота, као и да формира основ за даљи развој математичких појмова.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем математике ученик је оспособљен да мисли матема- тички, овладао је математичким знањима и концептима и критички анализира мисаоне процесе, унапређује их и разуме како они дово- де до решења проблема. Развио је истраживачки дух, способност критичког, формалног и апстрактног мишљења, као и дедуктивно и индуктивно мишљење и размишљање по аналогији. Развио је способност математичке комуникације и позитивне ставове према математици и науци уопште. Ученик примењује математичка зна- ња и вештине за решавање проблема из природних и друштвених наука и свакодневног живота, као и у професионалној сфери. Оспо- собљен је да стечена знања и вештине користи у даљем школовању.

Основни ниво

Ученик решава једноставнe математичке проблеме и описује основне природне и друштвене појаве. На основу непосредних ин- формација ученик уочава очигледне законитости, доноси закључке и директно примењује одговарајуће математичке методе за реша- вање проблема. Израчунава и процењује метричке карактеристике објеката у окружењу. Процењује могућности и ризике у једностав- ним свакодневним ситуацијама. Ученик користи основне матема- тичке записе и симболе за саопштавање решења проблема и тума- чи их у реалном контексту.

Средњи ниво

Ученик решава сложеније математичке проблеме и описује природне и друштвене појаве. Оспособљен је да формулише пи- тања и претпоставке на основу доступних информација, решава проблеме и бира одговарајуће математичке методе. Користи инфор- мације из различитих извора, бира критеријуме за селекцију по- датака и преводи их из једног облика у други. Анализира податке, дискутује и тумачи добијене резултате и користи их у процесу до- ношења одлука. Ученик просторно резонује (представља податке о просторном распореду објеката сликом или на менталном плану).

Напредни ниво

Ученик решава сложене математичке проблеме и описује комплексне природне и друштвене појаве. Разуме математички језик и користи га за јасно и прецизно аргументовање својих ста- вова. Комплексне проблеме из свакодневног живота преводи на математички језик и решава их. Користи индукцију, аналогију, де- дукцију и правила математичке логике у решавању математичких проблема и извођењу закључака. Користи методе и технике реша- вања проблема, учења и откривања која су базирана на знању и искуству за постављање хипотеза и извођење закључака.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Специфична предметна компетенција разврстана је у три доме- на: Математичко знање и резоновање, Примена математичких знања и вештина на решавање проблема и Математичка комуникација.

Основни ниво

*Домен 1. Математичко знање и резоновање*

Уочава правилности у низу података и догађаја. Уочава и ту- мачи међусобне односе (повезаност, зависност, узрочност) подата- ка, појава и догађаја. Разуме основне статистичке појмове и препо- знаје их у свакодневном животу.

*Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема*

Примењује једноставне математичке процедуре када су сви подаци непосредно дати. Израчунава и процењује растојања, оби- ме, површине и запремине објеката у равни и простору. Израчуна- ва вероватноћу одигравања догађаја у једноставним ситуацијама. Доноси финансијске одлуке на основу израчунавања прихода, рас- хода и добити.

*Домен 3. Математичка комуникација*

Комуницира математичким језиком који се састоји од појмо- ва, ознака, фигура и графичких репрезентација и разуме захтеве једноставнијих математичких задатака. Саопштава решења про- блема користећи математички језик на разне начине (у усменом, писаном или другом облику) и разуме изјаве изражене на исти начин. Тумачи изјаве саопштене математичким језиком у реалном контексту.

Средњи ниво

*Домен 1. Математичко знање и резоновање*

Формулише математичка питања и претпоставке на основу доступних информација. Бира критеријуме зa селекцију и транс- формацију података у односу на модел који се примењује. Бира математичке концепте за описивање природних и друштвених по- јава. Представља сликом геометријске објекте, упоређује каракте- ристике и уочава њихове међусобне односе.

*Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема*

Уме да примени математичка знања у анализи природних и друштвених појава. Бира оптималне опције у животним и про- фесионалним ситуацијама користећи алгебарске, геометријске и аналитичке методе. Уме да примени математичка знања у финан- сијским проблемима. Анализира податке користећи статистичке методе.

*Домен 3. Математичка комуникација*

Разуме захтеве сложенијих математичких задатака. Бира ин- формације из различитих извора и одговарајуће математичке пој- мове и симболе како би саопштио своје ставове. Дискутује о ре- зултатима добијеним применом математичких модела. Преводи математичке формулације на свакодневни језик и обратно.

Напредни ниво

*Домен 1. Математичко знање и резоновање*

Користи индукцију, аналогију и дедукцију у доказивању ма- тематичких тврђења и у анализирању математичких проблема. Користи законе математичке логике и одговарајуће математичке теорије за доказивање и вредновање ставова и тврдњи формулиса- них математичким језиком. На основу података добијених личним истраживањем или на други начин формулише питања и хипотезе.

*Домен 2. Примена математичких знања и вештина на решавање проблема*

Уме да примени математичка знања у анализи комплексних природних и друштвених појава. Бира и развија оптималне страте- гије за решавање проблема.

*Домен 3. Математичка комуникација*

Користи математички језик при изношењу и аргументацији својих ставова и разуме захтеве сложених математичких проблема. Може да дискутује о озбиљним математичким проблемима.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **2 часа**

Годишњи фонд часова **74 часа**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА** и  кључни појмови садржаја програма |
| 2.МА.1.1.1. Користи природне, целе, рационалне и реалне бројеве, различите записе тих бројева и преводи их из једног записа у други.  2.МА.1.1.2. Израчунава вредност бројевног израза у коме се појављују сабирање, одузимање, множење, дељење, степеновање и кореновање и при томе по потреби користи калкулатор или одговарајући софтвер. 2.МА.1.1.5. Решава једноставне проблеме који се своде на линеарне и квадратне једначине.  2.МА.1.1.7. Решава једноставне проблеме који се своде на систем две линеарне једначине са две непознате.  2.МА.1.1.8. Зна и разуме основне логичке и скуповне операције и користи их.  2.МА.1.4.1. Пребројава могућности (различитих избора или начина) у једноставним реалним ситуацијама.  2.МА.2.1.9. Зна и користи логичке и скуповне операције, исказни рачун и појам релације (посебно поретка и еквиваленције).  2.МА.2.4.1. Примењује правила комбинаторике за пребројавање могућности (различитих избора или начина).  2.МА.3.4.1. Решава сложеније комбинаторне проблеме. | * користи појмове у вези са графовима; * разликује врсте графова; * испита да ли је граф Ојлеров; * представи решења проблема помоћу графова; * примени алгоритме за налажење најкраћег пута и минималног скелета; * користи потпун систем исказних везника; * формира ДНФ и КНФ за исказне формуле; * користи Карноове мапе; * примени метод резолуције; * изведе операције у Буловој алгебри; * одреди класе еквиваленције исказних формула; * докаже ваљаност аргумента помоћу Ојлеровог дијаграма; * примени својства релација дељивости и конгруенције; * реши систем линеарних конгруенција; * реши једноставније Диофантове једначине; * примени елементе комбинаторике у сложенијим реалним ситуацијама; * реши проблеме у којима се користе својства биномних коефицијената; * примени биномну формулу за решавање проблема; * реши једноставнију диференцну једначину; * користи математички језик за систематично и прецизно представљање идеја и решења; * доказује једноставније математичке теореме и аргументује решења задатака; * проблеме из свакодневног живота преведе на математички језик и добијени математички модел реши водећи рачуна о реалном контексту. | **ГРАФОВИ**  Граф, основни појмови и типови графова. Степен чвора и последице.  Ојлерови графови. Проблем најкраћег пута и Дајкстрин алгоритам. Минимални скелет и Краскалов алгоритам. Теорема о четири боје. |
| **ЛОГИКА И СКУПОВИ**  Аксиоматски систем, докази и извођења. Потпун систем везника.  Дисјунктивна нормална форма (ДНФ) и конјунктивна нормална форма (КНФ). Карноове мапе. Метод резолуције.  Уређени скупови.  Булове алгебре и аксиоме.  Квантификатори. Ваљане формуле. Ојлеров дијаграм. |
| **ЕЛЕМЕНТАРНА ТЕОРИЈА БРОЈЕВА**  Конгруенције, својства, рачун остатака, Мала Фермаова теорема и примене. Кинеска теорема о остацима.  Диофантове једначине. |
| **КОМБИНАТОРИКА**  Формула укључења и искључења. Варијације и пермутације. Комбинације.  Биномна формула и биномни коефицијенти. Хомогене линеарне диференцне једначине највише другог реда са константним коефицијентима. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Основа за писање исхода и избор садржаја били су програ- ми математичких предмета за претходне разреде, стандарди по- стигнућа ученика за крај обавезног основног и општег средњег образовања, међупредметне компетенције, циљ учења Дискретне

математике, као и чињеница да се учењем дискретне математике ученици оспособљавају за: решавање разноврсних практичних и теоријских проблема, комуникацију математичких језиком, мате- матичко резоновање и доношење закључака и одлука.

Наставници у својој свакодневној наставној пракси, треба да се ослањају на исходе, јер они указују шта је оно за шта уче- ници треба да буду оспособљени током учења предмета у једној

школској години. Исходи представљају очекиване и дефинисане резултате учења и наставе. Остваривањем исхода, ученици усва- јају основне математичке концепте, овладавају основним мате- матичким процесима и вештинама, оспособљавају се за примену математичких знања и вештина и комуникацију математичким је- зиком. Кроз исходе се омогућава остваривање и међупредметних компетенција као што су комуникација, рад са подацима и инфор- мацијама, дигитална компетенција, решавање проблема, сарадња и компетенција за целоживотно учење.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама. Предложени редослед тема није оба- везујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела. Приликом израде оперативних планова наставник распо- ређује укупан број часова предвиђен за поједине теме по типовима часова (обрада новог градива, утврђивање и увежбавање, пона- вљање, проверавање и систематизација градива), водећи рачуна о циљу предмета и исходима.

Графови (16)

Логика и скупови (20) Елементарна теорија бројева (15) Комбинаторика (17)

Напомена: За реализацију 2 писмена задатка (у трајању од по два часа), са исправкама, планирано је 6 часова.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Програм усмерава наставника да наставни процес конципира у складу са дефинисаним исходима, односно да планира како да ученици остваре исходе, и да изабере одговарајуће методе, актив- ности и технике за рад са ученицима. Дефинисани исходи пока- зују наставнику и која су то специфична знања и вештине која су ученику потребна за даље учење и свакодневни живот. Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму разликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређене исходе потреб- но више времена, активности и рада на различитим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године. Наставу у том смислу треба усмерити на разви- јање компетенција, и не треба је усмерити само на остваривање појединачних исхода.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да уче- ници самостално откривају математичке правилности и изводе за- кључке. Основна улога наставника је да буде организатор настав- ног процеса, да подстиче и усмерава активност ученика. Ученике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерак- тивних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, рад на референтном тексту, (истраживање по кључним речима, појмо- вима, питањима), дискусију, дебату и др. Заједничка особина свих наведених метода је да оне активно ангажују ученика током наста- ве, а процес учења смештају у различите и разнолике контексте. Избор метода и облика рада, као и планирање активности учени- ка зависи од наставних садржаја које треба реализовати на часу и предвиђених исхода, али и од специфичности одређеног одељења и индивидуалних карактеристика ученика.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

# Графови

Упознати ученике са тим да теорија графова проучава везе међу објектима и дати неколико примера коришћења ове теорије у стварном свету (на пример: мобилне мреже, интернет и претра-

живање, за проучавање молекула итд.). Увести просте, усмерене и мултиграфове и дефинисати појмове као што су скуп суседа чвора и степен чвора. Бавити се простим графовима, уз коментаре шта све важи и за усмерене графове. Дати примере важних класа гра- фова (путеви, контуре, комплетни графови, бипартитни графови и комплетни бипартитни графови, *k*-регуларни графови, стабла). Показати да је збир степена свих чворова простог графа једнак двоструком броју ивица, као и последице овог тврђења (као што је, нпр. лема о руковању). Показати примере у којима је потреб- но конструисати граф са неким условима, као и примере где такав граф не постоји, на пример, због неке од последица леме о руко- вању. Дефинисати изоморфизам графова, као и појмове подграфа, разапињућег подграфа и комплемента графа. Као један од начина да се докаже (не)постојање графа може се показати алгоритам Ха- вел-Хакими о графичком низу степена чворова графа.

Увести појам повезаног графа. Поменути проблем „Седам мостова Кенигсберга”, увести појам Ојлеровог графа и доказати теорему о карактеризацији Ојлерових графова. Могу се дефини- сати Хамилтонови графови, показати да су сва Платонова тела, по- сматрана као графови, Хамилтонови, и навести примере графова који немају ово својство (нпр. Петерсенов граф).

Дефинисати растојање између чворова и показати Дајкстрин алгоритам за налажење најкраћег растојања између два чвора. Увести појмове разапињуће дрво, разапињућа шума и минимал- ни скелет. Показати Краскалов алгоритам за тражење минималне разапињуће шуме неоријентисаног тежинског графа. На неколи- ко примера илустровати кораке ових алгоритама. Не очекује се да ученици знају све кораке алгоритма, акценат треба да буде на примени алгоритма који је дат ученицима. Примери визуелизације могу се пронаћи на адреси https://algorithms.discrete.ma.tum.de/.

Формулисати теорему о четири боје и дефинисати планаран граф. Може се дефинисати хроматски број графа и на примерима показати алгоритам који у линеарном времену одређује да ли је граф обојив у две боје.

# Логика и скупови

На почетку треба обновити оно што су ученици учили у пр- вом разреду из садржаја ове теме: превођење исказа из природног језика у математички запис и обрнуто уз обнављање логичких опе- рација, таблице истинитости са не више од четири исказа, логичке еквиваленције (закон идемпотенције, двострука негација, Де Мор- ганови закони, особине комутативности, особине асоцијативно- сти, дистрибутивне особине, еквиваленција контрапозиције).

Дедукција из претходно прихваћених или већ изведених истинитих тврђења доводи до закључка чију ваљаност испиту- јемо. За доказивање ваљаности аргумента користити две методе: прављење таблица истинитости и доказивање да је закључак тачан кад год су све хипотезе тачне; коришћење правила извођења за до- казивање исправности закључка.

Као примере потпуних система везника навести негацију, конјукцију, као и негацију, дисјункцију. Увести дисјунктивну и конјуктивну нормалну форму и увежбати проналажење исказа на основу задатих таблица истинитости. Обрадити Карноове мапе ради свођења добијеног исказа у простији облик. Посебно обради- ти метод резолуције.

Обновити градиво првог разреда из скупова (једнакост и ин- клузија, скуповне операције, партитивни скуп, Декартов производ, доказивање скуповних релација помоћу таутологија) и релација (граф бинарне релације, релација поретка, еквиваленције и класе еквиваленције). Увести уређени скуп и показати примере потпуно и делимично уређених скупова. Обновити квантификаторе и об- радити предикатски рачун ради провере ваљаности аргумента Ој- леровим дијаграмом. За примере користити највише три тврђења.

Упоређивањем особина скупова и логике уопштити заједнич- ке особине Буловом алгебром. Указати на дуалност теорема.

# Елементарна теорија бројева

На почетку обраде ове теме обновити знања из првог разреда о својствима релације дељивости у скупу целих бројева, Еуклидо-

вом алгоритму за одређивање НЗД, простим бројевима и основној теореми аритметике. Затим дефинисати релацију конгруенције по модулу и извести њена најважнија својства (да је релација екви- валенције, сагласност са операцијама). Увежбати коришћење кон- груенција у разноврсним задацима (одређивање остатка степена датог броја, могућих остатака квадрата по датом модулу, извођење критеријума дељивости). Посматрати потпуне и сведене системе остатака и искористити их за извођење Мале Фермаове теореме. Од Диофантових једначина обрадити линеарне (са две непознате) и Питагорину, као и системе линеарних конгруенција са највише три једначине (и у вези с тим извести кинеску теорему о остаци- ма). Сем тога, инсистирати на разноврсним примерима у којима се користе претходно научена знања о целим бројевима.

# Комбинаторика

Истаћи да је циљ комбинаторних садржаја пребројавање ко- начних скупова који су настали, или су издвојени, од скупова са задатим бројем елемената. Најпре треба поновити, као садржај пр- вог разреда, правило производа и правило збира и урадити неколи- ко примера који се решавају применом ових правила.

На погодно изабраним примерима користити формулу укљу- чења и искључења у случајевима када број посматраних скупова није већи од три.

Варијације са и без понављања, као и пермутације скупа об- радити као сродне теме. Увести појам факторијела. Комбинације са и без понављања увежбати на разноврсним задацима. Обради- ти Паскалов троугао и навести нека његова својства. Доказати би- номну формулу и илустровати је примерима.

Обновити појам низа и рекурентну везу и повезати је са ре- шавањем једноставнијих диференцних једначина (хомогене ли- неарне највише другог реда са константним коефицијентима) и увежбати њихову примену у комбинаторици. Обрадити пример Фибоначијевог низа и извести експлицитну формулу за општи члан овог низа.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Саставни део процеса развоја математичких знања у свим фазама наставе је и праћење и процењивање степена остварености исхода, које треба да обезбеди што поузданије сагледавање развоја и напредовања ученика. Тај процес започети иницијалном проце- ном нивоа на коме се ученик налази. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације, а важно је ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају до- маћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повремену проверу од стране наставника), анализа задатака које ученици нису умели да реше, педагошка мотивација ученика који редовно раде домаће задатке... помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода.

# БИОЛОГИЈА

Циљ учења Биологије је да ученик развије биолошку, општу научну и jeзичку писменост, способности, вештине и ставове ко- рисне у свакодневном животу, да развије мотивацију за учење и интересовања за биологију као науку, уз примену концепта одр- живог развоја, етичности и права будућих генерација на очувану животну средину.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учећи биологију у општем средњем образовању, ученик ће овладати знањима и вештинама које ће му омогућити да разуме

структуру, филогенију и еволуцију живог света, човеково место и његову улогу у природи, као и огромну човекову одговорност за очување животне средине и биолошке разноврсности на Земљи. Овако стечена знања из биологије и биолошких вештина приме- њиваће у свакодневном животу за побољшање сопственог здравља и одабир животног стила и учествовање у друштвеним дебатама ради доношења важних одлука, као што су одрживи развој и за- штита животне средине, заштита природе и биодиверзита и упо- треба биотехнологија. Бавећи се биологијом развијаће способност критичког мишљења, формираће научни поглед на свет, разумеће сличности и разлике између биолошког и других научних присту- па и развиће трајно интересовање за биолошке феномене.

Основни ниво

Разуме основне принципе структуре и функције живих ор- ганизама, њихове филогенетске међуодносе и еволутивни развој живота на Земљи на основу Дарвиновог учења; разуме и примере- но користи биолошке термине који су у широј употреби; разуме и примерено користи стечена знања и вештине за практичну приме- ну у свакодневном животу, као што су лична хигијена, исхрана и животне навике и заштита животне средине.

Средњи ниво

Разуме и адекватном терминологијом исказује чињенице о типичним механизмима и процесима у биолошким системима, везама између структуре и функције у њима, и разуме основне узрочно-последичне везе које у тим системима владају; стечена знања активно користи у личном животу у очувању здравља и жи- вотне средине; учествује у друштвеним акцијама и дебатама са те- мом очувања животне средине и биолошке разноврсности; свестан је потребе одрживог развоја друштва и уме да процени које одлуке га омогућују, а које угрожавају.

Напредни ниво

Уме да анализира, интегрише и уопштава биолошке феноме- не и процесе, чак и на атипичним примерима; примењује стечена знања у решавању широког спектра животних ситуација; критич- ки анализира информације и ризике одређених понашања, и јасно аргументује ставове и животне навике који служе позитивном ра- звоју; разуме и користи језик биолошке струке, и може да прати усмену и писану биолошку комуникацију у медијима, иницира и учествује у друштвеним акцијама и дебатама са темом очувања животне средине и одрживог развоја, природе и биолошке разно- врсности, и на основу биолошких знања и критичког погледа на свет користи и разуме савремене биотехнологије (вакцине, матич- не ћелије, генетски модификована храна, генетске основе наслед- них болести).

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА: Грађа,

функција, филогенија и еволуција живог света

Ова компетенција омогућава ученику да овлада знањима и ве- штинама које ће му омогућити да разуме структуру, филогенију и еволуцију живог света, човеково место и његову улогу у природи.

Основни ниво

Зна основе еволуционе биологије и основне чињенице о по- реклу, јединству и биолошкој разноврсности живота на Земљи.

Средњи ниво

Примењује знања из еволуционе биологије у објашњењу фи- логенетских промена које су довеле до настанка постојеће биоло- шке разноврсности на Земљи.

Напредни ниво

Дискутује и аргументује предности еволуционе теорије у од- носу на друга мишљења о пореклу и развоју живота на Земљи.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА: Молекуларна биологија, физиологија и здравље

Ова компетенција омогућава ученику да стечена знања примењује у свакодневном животу за побољшање сопственог здравља и ода- бир животног стила, као и доношење информисане одлуке о примени савремених биотехнологија.

Основни ниво

Зна основе молекуларне биологије, а посебно организацију генетичког материјала и основна правила генетике и наслеђивања, као и генетичку основу наследних болести; зна основне механизме одржавања хомеостазе, нарочито у односу на променљивост спољашње средине, и основне последице нарушавања хомеостазе организама на примеру човека.

Средњи ниво

Разуме значај молекуларне биологије и генетике у процесу настанка наследних болести; зна грађу и физиологију човека у и активно примењује та знања у свакодневном животу за очување сопственог здравља.

Напредни ниво

Уме да дискутује и аргументује физиолошке и неуроендокрине основе адаптивног понашања, а посебно са аспекта функционалне интеграције организама.

СПЕЦИФИЧНА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА: Екологија, заштита животне средине и биодиверзитета, одрживи развој

Ова компетенција омогућава ученику да учествује у друштвеним дебатама ради доношења важних одлука, као што су одрживи ра- звој и заштита животне средине, заштита природе и биодиверзитета.

Основни ниво

Разуме основне принципе заштите животне средине и природе.

Средњи ниво

Зна основне механизме дејства загађујућих материја и мере за отклањање последица загађења животне средине, као и основне фак- торе угрожавања природе и биодиверзита и мере за заштиту природе.

Напредни ниво

Разуме сложене функционалне и хијерархијске везе између живих бића и њихове неживе околине у еко-системима и биосфери, а посебно улогу и место човека у природи и његову одговорност за последице сопственог развоја.

Разред

Недељни фонд часова Годишњи фонд часова

**Трећи 3 часа**

**111 часова**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **СТАНДАРДИ** | **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМA** и кључни појмови садржаја |
| 2.БИ.1.6.2. Разуме шта су основни постулати истраживачких процедура; разуме појам контролисаног истраживањa; схвата како се у науци спроводи контрола и уме да, по упутству и уз помоћ наставника, реализује једноставно истраживање, попуни формулар, прикаже резултате у табели/графикону и извести о резултату.  2.БИ.1.6.3. Уме да прочита једноставно приказане податке и зна како да се понаша у лабораторији и на терену као и правила о раду и безбедности на раду1. 2.БИ.2.6.4. Уме, на задатом примеру, уз помоћ наставника, да постави хипотезу, формира и реализује једноставан експеримент и извести о резултату.  2. БИ. 3.6.1. Разуме значај и уме самостално да реализује систематско и дуготрајно прикупљање података 2.БИ.3.6.2. Уме да осмисли једноставан протокол прикупљања података и формулар за упис резултата. 2.БИ.3.6.3. Уме самостално да прави графиконе и табеле према два критеријума уз детаљан извештај.  2.БИ.2.1.1. Уме да објасни основна својства живих бића у мање типичним и атипичним случајевима.  2.БИ.3.1.1. Разуме како основна својства живих бића указују на јединство живота.  2.БИ.2.3.1. Повезује структуре и функције важних биолошких макромолекула (нуклеинских киселина и протеина).  2.БИ.2.2.1. Уме да објасни структурну и функционалну повезаност основних ћелијских процеса и разуме разлоге ћелијске диференцијације.  2.БИ.3.2.1. Разуме да динамику ћелијских процеса условљавају како чиниоци ван ћелије (унутар организма али и из спољашње средине) тако и унутарћелијски чиниоци (генетска регулација метаболизма).  2.БИ. 3.3.1. Разуме молекуларне основе наслеђивања. | * осмисли поступак истраживања на задато истраживачко питање, креира и прати истраживачки протокол; * прикупи, прикаже и тумачи податке добијене истраживањем; * изнесе и вреднује аргументе на основу доказа; * закључује о јединству живота и његовом заједничком пореклу на основу заједничких особина живих бића; * доведе у везу основна својства живих бића са просторним и временским распоредом чинилаца њиховог окружења; * разврста биолошки важне макромолекуле према њиховој улози у остварењу животних функција; * упоређује прокариотску и еукариотску ћелију на основу биохемијских, анатомских и морфолошких карактеристика; * доведе у везу утицај чинилаца из спољашње и унутрашње средине са динамиком ћелијских процеса * доведе у везу механизме преноса и експресије генетичке информације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма; * примерима илуструје примену савремених приступа, метода и техника у биотехнологији; * анализира главне метаболичке путеве и њихову улогу у одржавању равнотеже производње и потрошње енергије на нивоу ћелије и организма; * доведе у везу механизме унутарћелијске и међућелијске комуникације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма; * повеже основне механизме покретљивости и транспорта на ћелијском нивоу са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма; | **Биологија као природна наука**  Биологија као наука. Појам научних теорија. Научна методологија.  Заједничке особине живих бића: ћелијска организација, метаболизам, хомеостаза, раст, развиће и размножавање (животни циклус), осетљивост и покретљивост (одговор на промену средине/стимулусе), биолошка еволуција.  Нивои организационе сложености и организациони ступњеви живих организама  (молекули-органеле-ћелије-ткива- органи-организам).  **Хемијска основа живота**  Значај воде за одржавање основних животних функција; значај појаве слободног кисеоника у Земљиној атмосфери; угљеник као главни састојак биолошких молекула.  Структура и функција биомолекула: угљени хидрати, липиди, протеини и нуклеинске киселине.  **Основе ћелијске грађе и функције**  Ћелија као основна јединица живота; грађа и улога ћелијских мембрана; прокариотска ћелија и еукариотска ћелија.  Разлике и сличности између прокариотске и еукариотске ћелије; теорија о ендосимбиози.  Промет кроз ћелијску мембрану. **Структура, пренос и експресија наследне информације**  Геном, репликација, експресија гена, синтеза протеина, регулација активности гена; мутације; репарација; савремени трендови у геномици - секвенцирање генома, мулти-омике, употреба биоинформатике и вештачке интелигенције у истраживањима и примени, синтетичка биологија.  **Метаболизам на нивоу ћелије** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 2.БИ. 1.5.1. Познаје основне заразне болести, њихове изазиваче, одговарајуће мере превенције и личне мере хигијене; разуме основне узрочно-последичне односе у овој области.  2.БИ. 2.5.1. Зна које су и како се примењују колективне хигијенске мере и разуме смисао тих мера.  2.БИ.1.3.3. Уме да објасни организацију генетичког материјала у ћелији (укљ. појмове ген, алел, хромозом, геном, генотип, фенотип); примењује основна правила наслеђивања у решавању једноставних задатака и зна да наведе неколико наследних болести.  2.БИ.2.3.3. Зна како настаје варијабилност генетичког материјала и основне принципе популационе генетике (еволуционе генетике) и примењује та знања у решавању конкретних задатака.  2.БИ. 3.3.3 Примењује знања из генетике у методски одабраним ситуацијама, посебно у генетици човека2 и конзервационој биологији.  2.БИ.2.3.4. Зна основне еволуционе механизме, основне типове селекције разуме како природна селекција наследне варијабилности доводи до настанка нових врста. | * тумачи шеме ћелијског циклуса и ћелијских деоба еукариота у контексту раста и размножавања; * повеже Менделове законе наслеђивања са карактеристикама мејотичке поделе хромозома, посебно на примерима генетике човека; * разликује генетичку и фенотипску варијабилност; * графички прикаже и анализира одабране примере фенотипске варијабилности; * идентификује начин на који основни еволуциони механизми утичу на генетичку структуру популације; * идентификује след догађаја током процеса адаптација на одабраним примерима; * повеже деловање природне селекције са настанком нових врста; * сарађује у тиму, поштујући разлике у мишљењу и интересима, дајући лични допринос постизању договора; * критички процени сопствени рад и рад сарадника у групи. | Метаболизам ћелије, енергија у метаболичким реакцијама, усвајање и ослобађање угљеника, ензими, коензими, регулација активност (улога ензима) и,интеграција кључних биохемијских процеса, анаболички и катаболички путеви, Хемоаутотрофија, фотоаутотрофија, хетеротрофија, ћелијско дисање, врење, фотосинтеза.  **Осетљивост, комуникација и покретљивост на ћелијском нивоу**  Пренос сигнала унутар и између ћелија, облици сигнала, сигнални/регулаторни молекули, мембрански потенцијал, рецептори, синапсе.  Кретање и транспорт на ћелијском нивоу.  **Ћелијски циклус и деобе**  Ћелијска деоба и ћелијски циклус. Митоза. Улога митозе у повећању броја ћелија (растењу) и обнављању ћелија вишећелијских организама.  Мејотичке деобе: биолошки смисао и значај; формирање хаплоидних од диплоидних ћелија. Значај мејозе  као извора (генетичке) варијабилности организама. Регулација ћелијског циклуса.  **Основи генетике**  Tеорија мешаног наслеђивања. Особина и варијанта особине. Наследни фактор и ген. Tеорија партикуларног наслеђивања- Менделова правила наслеђивања. Алел. Генотип. Фенотип – генетички и средински узроци варијабилности особина.  Квалитативне и квантитативне особине. Комплексне особине и фенотипска пластичност. Хромозомска теорија наслеђивања и хромозомске мутације.  **Увод у еволуциону б**иологију Променљивост врста.  Ламаркова теорија еволуције Дарвинова теорија еволуције. Харди - Вајнбергова равнотежа. Популација. Генски фонд. Генетичка структура популације.  Еволуциони механизами (фактори еволуције). Неслучајно укрштање и учесталост генотипова. Адаптација. Специјација. Биолошки концепт врсте. Еволуција под утицајем човека. |

1. Примењује се само означени део стандарда
2. Примењује се само означени део стандарда

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Програм Биологије у трећем разреду математичке гимна- зије изучавању живих бића приступа са филогенетског аспекта и оријентисан је на достизање образовних исхода. Достизање исхо- да води развоју предметних, кључних и општих међупредметних компетенција. Исходи као описи интегрисаних знања, вештина, ставова и вредности ученика и груписани су у девет наставних тема: *биологија као природна наука*, *хемијска основа живота*, *основе ћелијске грађе и функције*, *структура, пренос и експресија наследне информације*, *метаболизам на нивоу ћелије*, *осетљивост, комуникација и покретљивост на ћелијском нивоу*, *ћелијски циклус и деобе*, *основи генетике* и *увод у еволуциону биологију.*

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Полазећи од исхода и кључних појмова садржаја наставник најпре креира свој годишњи-глобални план рада из кога ће касни- је развијати своје оперативне планове. Потребно је да наставник за сваку наставну јединицу, у фази планирања и писања припреме за час, у односу на одабрани исход, дефинише исходе специфичне за наставну јединицу. При планирању треба, такође, имати у виду да се исходи разликују, да се неки лакше и брже могу остварити, али је за већину исхода потребно више времена и више различи- тих активности. У фази планирања наставе и учења веома је ва- жно имати у виду да су уџбеници наставна средства и да они не одређују садржаје предмета. Зато је потребно садржајима у уџбе- ницима приступити селективно, водећи се предвиђеним исходима које треба достићи. Ученике би требало упућивати на различите изворе сазнавања, наравно уз развијање способности ученика да препознају поуздане изворе. Препорука је да наставник планира и припрема наставу самостално и у сарадњи са колегама због успо- стављања корелација међу предметима.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У остваривању наставе потребно је подстицати радозналост, аргументовање, креативност, рефлексивност, истрајност, одговор- ност, аутономно мишљење, сарадњу, једнакост међу половима. Препоручује се максимално коришћење ИКТ решења јер се могу превазићи материјална, просторна и друга ограничења (платформе за групни рад нпр. Pbworks, платформа Moodle, сарадња у „обла- ку” као Гугл, Офис 365...; за јавне презентације могу се користити веб решења нпр. креирање сајтова, блогова – Weebly, Wordpress...; рачунарске симулације као нпр. https://phet.colorado.edu/sr/ и апли- кације за андроид уређаје; домаћи и међународни сајтови и порта- ли, нпр. [www.cpn.rs,](http://www.cpn.rs/) [www.scientix.eu,](http://www.scientix.eu/) [www.go-lab-project.eu,](http://www.go-lab-project.eu/) [www.](http://www/) scienceinschool.org, [www.science-on-stage.eu](http://www.science-on-stage.eu/) и други).

# Биологија као природна наука

У реализацији теме Биологија као природна наука, тј. до- стизању исхода *осмисли поступак истраживања на задато ис- траживачко питање, креира и прати истраживачки протокол*, *прикупи, прикаже и тумачи податке добијене истраживањем* и *изнесе и вреднује аргументе на основу доказа*, важно је да ученици уоче да научна теорија или научни модел, који представља везе из- међу променљивих параметара неке природне појаве (биолошког феномена), мора бити у складу са опажањима и чињеницама које су доступне у датом тренутку, као и да омогући проверљива пред- виђања. Требало би да ученици разумеју да свака научна теорија или модел, као објашњење, важи у датом тренутку и да је подло- жна ревизији, уколико се, захваљујући сталном увећавању знања и напретку технологије, дође до нових сазнања и чињеница (чак и у случајевима када је теорија у прошлости давала задовољава- јућа објашњења и била у складу са тада доступним сазнањима). Препорука је да се ова начела приближе ученицима у комбинацији објашњења на уопштеном нивоу и примене на конкретним, њима познатим примерима, као што је нпр. развој људског сазнања о

бактеријама и њиховим улогама у нашем животу и здрављу. Ва- жно је да ученици разумеју да биолошка писменост постаје пред- услов опстанка човека као појединца и човечанства у целини, како би закључке доносили искључиво на основу доказа и аргумената (нпр. проблеми исцрпљивања ресурса, неодржива/одржива прои- зводња хране, употреба и злоупотреба биотехнологије и власни- штво над њом, здраве и нездраве животне навике, заштита здра- вља вакцинацијом итд). Оваквим приступом се омогућава и развој међупредметних компетенција Одговоран однос према околини, Одговорно учешће у демократском друштву и Одговоран однос према здрављу. Развој ставова који проистичу из оваквог присту- па биологији као науци, омогућиће ученицима да праве разлику између научних и ненаучних теорија и препознају ситуације када су биолошке чињенице селективно употребљене ради постизања ненаучних циљева, што може имати етичке, друштвене, економске и политичке последице.

Истраживачко-експериментални приступ би требало да се ослони на ученичку радозналост, која се манифестује кроз по- стављање питања и тражење одговора о реалним објектима и фе- номенима живог света. Реализација ове теме требало би да буде усмерена на откривање нових и повезивање старих знања и иску- става кроз лични ангажман ученика у истраживању. Тежиште ових активности је на осмишљавању истраживања од стране ученика, развијању вештине постављања питања и тражења одговора на основу опажених чињеница и мерења, као и критичкој анализи и тумачењу добијених резултата. У најједноставнијем случају, неоп- ходно би било да ученици, на очигледним примерима, науче да ра- зликују када се до задовољавајућих објашњења појава може доћи процесом питање-хипотеза/експеримент-закључак, а када одгова- рајући приступ подразумева систематично и пажљиво планира- но посматрање, пребројавање, мерење (уз што мањи субјективни утицај истраживача). После обављене анализе података, уочавања образаца и правилности, следи извођење закључака и непристра- сно тумачење добијених резултата. Очекивани и неочекивани ре- зултати су подједнако важни за доказивање хипотезе јер могу да укажу на пропусте у раду и формулисању истраживачког питања. Било би погрешно инсистирати на томе да постоји само један је- динствени „научни метод”, у смислу постављања и експеримен- талне провере хипотеза. Кроз разноврсне примере, ученици би требало да науче да различите појаве у природи, па и оне у живом свету, захтевају различите приступе и методе истраживања.

Важно је да ученици науче да научно истраживање подра- зумева систематско прикупљање података по унапред одређеном сценарију и на строго контролисан начин (праћењем одговарајућег протокола), одговорно понашање и поштовање мера сигурности у раду у односу на себе и друге учеснике. Jедноставнa истражива- ња се могу остварити и без већих материјалних захтева и додатних улагања. У току истраживачких активности, потребно је подстица- ти ученике да предлажу решења и критички преиспитују тврдње, у сарадњи са другим ученицима и наставником као модератором.

У складу са потребама и материјално-техничким могућно- стима којима школа и наставник располажу, ученици би требало да осмисле и изведу једноставно истраживање на задату тему, ради потврђивања или одбацивања постављене претпоставке, нпр: да ли биотехнолошка достигнућа имају позитиван утицај на про- дужетак животног века људи (истраживање и анализа података добијених коришћењем интернета и ИКТ); да ли ћелијску мембра- ну изграђују липиди (експеримент са црвеним купусом и течним детерџентом); да ли биљке дишу и ослобађају угљен-диоксид (ек- сперимент са кречном водом или са свећом); да ли постоји транс- порт кроз полупропустљиву мембрану (оглед са прозирном фо- лијом и обојеним сланим раствором); да ли вода циркулише кроз биљку и излази кроз поре у спољашњу средину (доказивањем да количина воде унете у биљку заливањем у дужем периоду није у сразмери са увећањем масе биљке у истом периоду); има ли разли- ка између значења термина теорија у биологији и у свакодневном животу (истраживање и анализа података коришћењем литера- туре из историје науке, интернета и коришћењем ИКТ); имају ли биолошке појаве и биолошки објекти утицај на развој уметности

(истраживање литературе из историје уметности, коришћењем интернета и коришћењем ИКТ) итд. Препорука је да у савлада- вању теме наставник припреми неколико примера реализованих и објављених научних истраживања, како би ученицима показао редослед корака у истраживању неког феномена и припремио их за самосталан рад.

Ученици би требало да открију постојање позитивне поврат- не спреге између развоја науке и научних сазнања и технолошких достигнућа, тј. да некада научна сазнања претходе и омогућавају технолошку примену, а понекад напредак технологије омогући ра- звој нових научних сазнања. На пример, сазнања из генетике су омогућила напредак технологија у производњи хране, а развој мо- лекуларно-биолошких техника је омогућио боља сазнања и дубље разумевање функције генома; такође, развој сателита и ГПС-а су омогућили боље разумевање еколошких феномена, итд. Захваљују- ћи савременим сазнањима о структури биолошких макромолекула, универзалности ћелијске организације живих бића и универзално- сти генетског кода, као и технолошком унапређењу истраживач- ких поступака у лабораторијама (научници су овладали техникама гајења ћелија ван организама – in vitro – и техникама изолације и манипулације њиховим генетичким материјалом), данас је могу- ће имати у лабораторијама ћелијске културе разних организама и премештати гене из једног организма у други, чак и када су они јако различити (филогенетски веома удаљени). Развој техника ге- нетичког инжењерства омогућио је клонирање гена и организама, производњу хуманог инсулина, хуманог хормона раста у генетички модификованим ћелијама бактерија. Биотехнологија налази при- мену, између осталог, у лечењу раније неизлечивих и смртоносних обољења, али, као у случају свих великих научних достигнућа, примена биотехнологије, ван самих научних истраживања, отвара бројне етичке недоумице које би требало да буду предмет сталне, отворене, критичке и, на чињеницама, утемељене дебате.

У активностима на достизању исхода *закључује о јединству живота и његовом заједничком пореклу на основу заједничких осо- бина живих бића* потребно је направити квалитативни отклон од досадашње праксе да се биологији приступа као низу изолованих, фрагментарних дескриптивних знања. Један од ефикасних начина је да наставник ученицима, ослањајући се на њихово предзнање, понуди одговарајуће биолошке едукативне или научно-популарне текстове или филмове, да их ученици у индивидуалном и групном раду проуче и кроз дискусију идентификују све заједничке особине живих бића које се у датом материјалу могу препознати, као нпр. метаболизам, развиће, раст, хомеостаза, адаптација и еволуција.

Хомеостазу би требало представити као својство и других ни- воа организационе сложености живих бића, а не само нивоа једин- ке. Појам повратне спреге требало би обрадити уз хомеостазу као основни принцип регулације. Метаболизам би требало представи- ти као претварање супстанце (материје) и промет/проток и претва- рање енергије и повезати, пре свега, са исхраном, дисањем и из- лучивањем. Исхрану би требало класификовати по критеријумима порекла и облика усвојеног угљеника и порекла и облика енергије (аутотрофија и хетеротрофија, фототрофија и хемотрофија).

Еволутивне адаптације би требало приказати као настанак особина путем природне селекције. Суштина је да се уклоне за- блуде у вези са механизмима настанка еволутивних промена, који често укључују циљаност, усмереност и сврху (нпр. да би нешто постигли, организми су се у еволуцији развили на одређени начин) и слично.

Као начин провере достигнутости исхода, сваки ученик би могао, уз помоћ наставника, да одабере једну биолошку врсту и на њој истражи и објасни све наведене особине. Препорука је да врсте буду изабране тако да на нивоу одељења буде што шира по- кривеност различитих група према моделу „дрво живота”.

# Хемијска основа живота

У активностима на достизању исхода *ученик ће бити у ста- њу да доводи у везу основна својства живих бића са просторним и временским распоредом чинилаца њиховог окружења* нагласити да је једна од заједничких особина живих бића присуство воде у

организму и да она има велики значај за опстанак живих бића. Да би се разумело зашто је баш вода супстрат за одигравање жи- вотних процеса, а не нека друга супстанцa, треба сликовито обја- снити како из структурних особености молекула воде, произилазе њене биолошке функције. Илустрације структуре молекула воде и њених својстава су свима доступне на интернету у облику видео клипова и кратких филмова (youtube), због чега је могуће да на- ставник води и надгледа процес учења код ученика који би сами прикупљали и приказивали занимљиве појаве у вези структуре и својстава воде.

За еволуцију живих бића на Земљи слободни кисеоник је не- обично значајан. Према зависности од кисеоника, жива бића се могу условно поделити на аеробне и анаеробне. Аеробни органи- зми живе у присуству кисеоника и користе га за ефикасније ис- коришћавање енергије из процеса разградње органских молекула (хране) него што су то чинили, и данас чине, анаеробни органи- зми. Ову чињеницу би требало објаснити као адаптацију, особи- ну обликовану природном селекцијом. С друге стране, кисеоник у облику озона образује слој у високим слојевима атмосфере који смањује продор ултраљубичастог зрачења са Сунца до површине Земље и тако штити велике органске молекуле, присутне у живим бићима, од разарања. Тако је појава фотосинтетичких организама, довела до настанка Земљине атмосфере какву познајемо данас и посредно, кроз образовање озонског омотача, омогућила прелазак живих организама из водене средине на копно. Овакав приступ значају кисеоника, омогућава ученицима разумевање степена ин- тегрисаности живих бића са окружењем и значаја ангажовања у активностима везаним за заштиту животне средине од загађивања, конкретно, од загађења материјама које уништавају озон у атмо- сфери. У обради ове теме требало би подстицати ученике да при- мењују знања која су стекли на настави хемије.

Сва специфичност материје која чини живи свет, директна је последица специфичних структурних својстава угљениковог ато- ма, која га чине способним да гради велики број разноврсних ве- ликих молекула, тзв. органске (биолошке) молекуле.

У активностима на достизању исхода *разврста биолошки ва- жне макромолекуле према њиховој улози у остваривању живот- них функција,* тежиште је на основним својствима макромолекула која омогућавају њихову биолошку функцију. Присуство биома- кромолекула указује на заједничко порекло и биохемијско једин- ство живог света. Требало би обрадити хемијски састав ћелије на елементарном нивоу: микро и макроелементе, основне улоге ли- пида уз показивање илустрација њихове грађе; појмове мономер и полимер (за објашњавање њиховог односа и чињенице да су сва жива бића грађена од истих градивних блокова који се комбинују на различите начине, могу се користити анимације, илустрације, лего коцкице итд.); основне биолошке улоге угљених хидрата уз показивање илустрација њихове грађе (моно-, ди- и полисахари- ди; глукоза, скроб, гликоген, целулоза, хитин); основне улоге про- теина (на интернету је доступно обиље илустрација и анимација које могу да се употребе за вођено учење о директној вези изме- ђу улоге у ћелији-организму и просторне организације протеина, њихове величине, еластичности и специфичности; основна свој- ства и улоге нуклеинских киселина (структура РНК ланца се може приказати као једноланчани полинуклеотид са окосницом и кодом као чешаљ); способност различитих РНК да кодирају/декодирају примарну структуру себи сличних молекула - ДНК и од себе ра- зличитих молекула - протеини, може се илустровати принципом комплементарности азотних база два ланца нуклеотида, РНК-РНК и РНК-ДНК; комплементарност РНК нуклеотида се може предста- вити као просторно уклапање А са У и Г са Ц формирањем слабих водоничних веза између њих; илустрације структуре и анимаци- је процеса у којима учествују различити РНК молекули у синтези протеина су доступне на интернету, тако да о структури и функ- цији РНК ученици могу да сазнају кроз процес вођеног, релатив- но самосталног учења; просторна структура ДНК, као двострука спирала, репликација, транскрипција и транслација, уз коришћење израза дуплирање, преписивање и превођење наследне информа- ције, могу се обрадити коришћењем доступних илустрација, мо-

дела и анимација на интернету; требало би увести појам мутација као могућу грешку током дуплирања). У циљу успешнијег разуме- вања структуре и функције ових молекула, препорука је подстица- ње ученика да, користећи различите материјале, самостално или у тиму, моделирају ове молекуле, као и да на моделима приказују мутације и њихове ефекте (ово се може одрадити и кроз пројектну активност).

# Основе ћелијске грађе и функције

У реализацији теме *Основе ћелијске грађе и функције,* тј. до- стизању исхода *упоређује прокариотску и еукариотску ћелију на основу биохемијских, анатомских и морфолошких карактеристика* и *доведе у везу утицај чинилаца из спољашње и унутрашње сре- дине са динамиком* ћелијских процеса*,* с обзиром да су се учени- ци у основној школи упознали са елементима грађе, потребно је више пажње посветити различитим структурама ћелија у контексту њихове функције и разноврсности, као и основним биохемијским разликама прокариотских и еукариотских ћелија. Потребно је по- везати функције делова еукариотске ћелије са ћелијским метаболи- змом, истаћи филогенетско порекло појединих делова ћелије, као што су хлоропласти, митохондије (теорија ендосимбиозе) и уну- тарћелијског система мембрана. Требало би структурне и физичке особине мембране довести у везу са функцијом: транспорт у ћели- ју и ван ње, флексибилност у функцији промене облика мембране (егзо и ендоцитоза, кретање). Основне облике кретања кроз мем- брану би требало обрадити уз доста примера и задатка. Селективну пропустљивост мембране и значај осмозе би требало повезати са знањима физике и хемије. Требало би увести појмове осмотски по- тенцијал и тургор и обрадити плазмолизу код биљне ћелије.

Кроз практичан рад или демонстрацију уз осмозу могу се обрадити: посматрање плазмолизе на мироскопском препарату биљних ћелија, мерење осмозе (нпр. комадиће кромпира исте ве- личине и облика убацујемо у растворе различите концентрације соли, па их меримо). Кроз истраживање се може обрадити питање: Зашто конзервирамо месо сољењем?

# Структура, пренос и експресија наследне информације

У активностима за достизање исхода *ученик ће бити у ста- њу да доведе у везу механизме преноса и експресије генетичке информације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма* се треба ослонити на стечена знања о структури, преносу и експресији наследне информације, укључујући и грађу и улоге протеина. Нагласак треба да буде на томе да ученици разумеју механизме репликације, транскрипције, транслације и регулације активности гена као основе за разуме- вање процеса развића и физиолошке регулације функционисања сложеног вишећелијског организма. У првом плану треба да буде концепт да се физиолошка хомеостаза у ћелијама сложених орга- низама регулише на молекуларном нивоу, путем сукцесивног акти- вирања и инхибиције транскрипције појединих гена, под утицајем различитих сигнала унутар ћелије, примљених од других ћелија или спољашње средине. Механизме репарације ДНК треба обра- дити информативно, при чему треба више истаћи значај репара- ције, нарочито код сложених организама, који имају дуже време генерације и мању стопу променљивости.

У достизању исхода *ученик ће бити у стању да примерима илуструје примену савремених приступа, метода и техника у био- технологији,* ученици би требало да истраже убрзани развој моле- куларне биологије, и биотехнологија које из ње происходе. Притом им треба посебно скренути пажњу на значај конвергенције разво- ја савремених метода и техника молекуларне биологије (одређи- вања структуре нуклеинских киселина и протеина), са развојем рачунарске технике (процесорске снаге, меморије, мрежа и cloud- computing-a, вештачке интелигенције…), јер је управо у томе кључ експоненцијалног тренда у достигнућима савремене биологије. Препоручује се да ученици проуче главне аспекте и фазе у Про- јекту секвенцирања људског генома (The Human Genome Project), а нарочито кључне пробоје који су постигнути употребом вештачке

интелигенције. Области као што су секвенцирање генома, мета- геномика, мулти-омике (геномика, транскриптомика, протеомика, метаболомика, епигеномика…), анализа микробиома, употреба вештачке интелигенције у истраживањима и примени, биоинфор- матика, синтетичка биологија - захтевају интердисциплинарну са- радњу биолога, хемичара, физичара, математичара (статистичара, *data-scientists*) и IT-стручњака. Кроз различите облике активног учења о овим областима, ученици треба да стекну увид управо у ту интердисциплинарност, али и да је, кроз одговарајуће активно- сти, искусе. У групном раду, ученици могу да истраже најсавреме- нија достигнућа у овој области, као и њихову примену у индиви- дуализованој медицини (превентивној бризи о здрављу, заснованој на индивидуалним подацима, али и лечењу болести са већом или мањом наследном предиспозицијом…), пољопривреди и прои- зводњи хране, заштити и унапређењу животне средине, добијању нових материјала, енергетици итд. То је истовремено добра прили- ка да се ученици подстакну да размишљају о потенцијално новим применама ових достигнућа и технологија.

С обзиром на бројна етичка и друштвена питања која се ја- вљају при развијању и применама ових технологија, препоручује се да се посебна пажња посвети подизању свести код ученика о тим питањима, путем организовања дебата или на друге пригодне начине.

# Метаболизам на нивоу ћелије

У реализацији теме *Метаболизам на нивоу ћелије*, тј. у до- стизању исхода *ученик ће бити у стању да анализира главне ме- таболичке путеве и њихову улогу у одржавању равнотеже прои- зводње и потрошње енергије на нивоу ћелије и организма* треба се ослонити на стечена знања о принципима метаболизма, ензимима, фотосинтези и дисању. Сврсисходно је да се јасно истакне да ме- таболички процеси (биохемијске реакције) нису само трансформа- ције супстанци, тј. промене у домену хемијских веза и молекула, већ да је са њима нераскидиво повезан промет и трансформација енергије. Ученици треба да повежу катаболичке и анаболичке про- цесе главних метаболичких макромолекула (угљени хидрати, ма- сти, протеини) са ослобађањем и коришћењем хемијске енергије у катаболичким процесима, односно улагањем хемијске енергије (АТП и других облика) у анаболичким процесима. Треба истаћи особину ензима да међусобно спрегну егзергоне и ендергоне ре- акције, чиме се обезбеђује неопходна енергија за анаболичке реак- ције, као и за друге важне ендергоне процесе, као што су мембран- ски транспорт или механичко кретање. Није неопходно улазити у дефинисање појмова и изучавање једначина хемијске енергетике, већ овај део треба представити феноменолошки. Пре разматрања најважнијих метаболичких путева, добро је прво објаснити главне облике (складиштења) енергије у ћелији (редукциони потенцијал органских једињења и коензима, АТП и друга фосфорилисана је- дињења и електро-хемијске градијенте на мембранама, као посе- бан вид енергије). Потребно је истаћи улогу редокс-коензима, као важних енергетских преносилаца редокс-потенцијала (електрона) и енергије. Потом би требало обрадити најважније метаболичке процесе: светлу и тамну фазу фотосинтезе, гликолизу, Кребсов циклус, ланац дисања и оксидативну фосфорилацију, млечноки- селинско и алкохолно врење, β-оксидацију масних киселина. Уче- ници који желе могу да ураде и примере C4 и CAM фотосинтезе, глиоксилатни циклус, асимилацију и редукцију азота и сумпора. Не треба инсистирати да ученици меморишу називе интермедије- ра биохемијских путева по редоследу. Фокус треба ставити на ана- лизу биохемијских путева, при којој, посматрајући одговарајуће биохемијске шеме, ученици могу да препознају кључне догађаје.

Најважнији критеријуми за такву анализу су (у заградама су дати примери):

* везивање/асимилација новог угљениковог атома (прва, RubisCO реакција Калвиновог циклуса), насупрот ослобађања C атома (декарбоксилација пирувата и две реакције у Кребсовом циклусу) или скраћења угљеничног низа („сечење” фруктозо-бис-

фосфата у гликолизи или скраћење масне киселине за једну C2 је- диницу у β-оксидацији),

* оксидација или редукција угљеникових атома помоћу ре- докс коензима (у гликолизи, Кребсовом циклусу, β-оксидацији, Калвиновом циклусу),
* трансформације облика енергије у светлој фази фотосинте- зе, односно у оксидативној фосфорилацији или гликолизи (из све- тлости у редокс потенцијал, из редокс-потенцијала у градијент H+ јона, па потом у АТП...);
* испитивање зависности брзине алкохолне ферментације од температуре, мерене преко количине ослобођеног угљен-диоксида. Завршна активност (систематизација) би могла бити да уче- ници анализирају и пореде, како би стекли ширу слику о повеза- ности метаболичких процеса, нпр: енергетски ефекат гликолизе и Кребсовог циклуса наспрам врења (кроз број АТП-а који се доби- ју/обнове катаболизмом једног молекула глукозе); колико је фото- на и електрона потребно да прође кроз ланац светле фазе, за ства-

рање једног молекула глукозе и слично.

# Осетљивост, комуникација и покретљивост на ћелијском нивоу

У реализацији теме осетљивост, комуникација и покретљи- вост на ћелијском нивоу тј. достизању исхода *ученик ће бити у стању да доведе у везу механизме унутарћелијске и међућелијске комуникације са физиолошким процесима и процесима у развићу сложеног вишећелијског организма* активности би требало усме- рити тако да ученици направе разлику између сигнала који треба да произведу брзи ефекат (нпр. реакција чулне или нервне ћелије) и оних чије дејство треба да буде дуготрајније (нпр. дејство пол- них хормона или морфогена током развића). Требало би на одгова- рајућим примерима обрадити, без инсистирања на детаљима:

* 1. пренос сигнала са спорим/дуготрајнијим ефектом, који обично делује посредством промене у активности гена (нпр. деј- ство неког стероидног хормона или морфогена у развићу),
  2. пренос „брзих” сигнала, где су рецептори обично на мем- брани, а механизам подразумева секундарне унутарћелијске гла- снике и биохемијску или биофизичку промену (нпр. у ћелијама мрежњаче, мишића или при дејству инсулина/глукагона на ћели- је јетре). Посебно треба обрадити потенцијал мировања, акциони потенцијал и његово преношење, као и функсционисање синапси. За биљне ћелије, погодни примери су фитохромски систем, гибе- релини и регулација раста/мировања односно вегетативне/репро- дуктивне фазе (за „споре” преносе и реакције), односно фототро- пин, фототропизам/ фотонастије и рад ћелија стоминог апарата (за

„брзи” пријем, трансдукцију сигнала и реакцију).

Посебно се препоручује сарадња са наставницима математи- ке и програмирања у планирању интердисциплинарних часова и/ или пројектне наставе на теме неуронских мрежа и вештачке инте- лигенције, као и бионике, укључујући повезивање нервног систе- ма са рачунаром (нпр. у помоћи људима с ограниченом покретљи- вошћу - *BCI - brain-computer interface*). Слично као и код теме о молекуларно-биолошким технологијама, и овде је важно посвети- ти пажњу етичким и друштвеним аспектима.

У достизању исхода *ученик ће бити у стању да повеже основне механизме покретљивости и транспорта на ћелијском нивоу са физиолошким процесима и процесима у развићу сложе- ног вишећелијског организма* ученици би требало да истраже: ме- ханизам којим миозин, актин и други придружени протеини коор- динисано функционишу у претварању хемијске енергије АТП-а у механичко кретање (мишићне ћелије), функцију елемената ћелиј- ског скелета при амебоидном кретању, цитокинези, кретању хро- мозома, покретању бичева и трепљи, везикуларном транспорту и сл. Ученицима треба указати на разноврсност функција на нивоу организма, које се све заснивају на малом броју специфичних ће- лијских механизама.

# Ћелијски циклус и деобе

У активностима за достизање исхода *ученик ће бити у стању да тумачи шеме ћелијског циклуса и ћелијских деоба еукариота у контексту раста и размножавања*, тежиште је на променама које

се одвијају током ћелијског циклуса, највише на активностима ДНК и начину расподеле наследног материјала током деоба. Уче- ници би помоћу шема ћелијског циклуса или анимација били у стању да разумеју процесе који се одвијају током ћелијских деоба (митозе, мејозе) и периода између деоба и да их посматрају као континуиран след догађаја.

Важно је да ученици у оквиру ове теме проуче организацију генетичког материјала у ћелији: хроматин, хромозом (хроматиде; хаплоидан и диплоидан број). Требало би нагласити важност ре- пликације ДНК као предуслова за поделу ћелија, односно зашто је важно да ћелије после деобе имају прецизно ископиране молекуле ДНК. Митозу би требало обрадити у функцији раста и регенера- ције ткива код вишећелијског организма. Мејозу би требало обра- дити у функцији настанка хаплоидних ћелија (гамета, односно га- метофита) са нагласком на рекомбинацијама, као узроку генетичке варијабилности, случајном комбиновању при одвајању хомолог- них хромозома и редукцији броја хромозома.

При изучавању ћелијског циклуса и његове регулације, по- себну пажњу треба посветити улози регулације у развићу, размно- жавању и физиологији вишећелијског организма.

# Основи генетике

У реализацији теме Основи генетике, тј. за достизање исхода *ученик ће бити у стању да повеже Менделове законе наслеђива- ња са карактеристикама мејотичке поделе хромозома, посебно на примерима генетике човека,* потребно је почети са историјом иде- је о наслеђивању особина са освртом на теорију мешаног наслеђи- вања, са акцентом на Менделова истраживања и законитости која су означила почетак класичне генетике. Свакако треба споменути и каснија значајна открића везана за ову област као откриће хро- мозома и секундарне структуре ДНК.

У обради треба повезати знања о ћелијским деобама и Мен- делова правила у погледу поделе хромозома у мејози и њиховим комбиновањем. Поред генских, треба обрадити и о хромозомске мутације на нивоу феномена (на примерима објаснити промене у структури и броју аутозома и броју полних хромозома, без улаже- ња у детаље). Потребно је увести нове појмове као: алел, генотип, фенотип генски локус, хомозигот, хетерозигот, кариотип, карио- грам, геном, структурни и регулаторни гени у геному еукариота, генетичко инжењерство, клонирање. У обради интеракције алела, поред доминантно рецесивне треба говорити и о непотпуној доми- нанси и кодоминанси, на примерима.

Ученици могу да раде задатке примене Менделових правила у наслеђивању особина пре свега код људи, израдом генетичких дијаграма или родослова:

* одређивање могућих генотипова особа у оквиру стабла, ако су познати фенотипови неких чланова,
* предвиђање пропорције генотипова/ фенотипова или мо- гућност њихове појаве у потомству, а игром са куглицама различи- тих боја које извлаче из две посуде, може се потврдити пропорција добијених генотипова у потомству, предвиђену употребом гене- тичког дијаграма,
* анализа присуства доминантних и рецесивних особина (фенотипова) код сваког ученика у одељењу кроз индивидуалан рад, одређивање могућих генотипова и анализа на нивоу одељења (Који преовлађују? Зашто?). У овој активности је важно анализи- рати учесталост и образац наслеђивања облика скалпа обзиром да је рецесивна варијанта (раван скалп) чешћа. Тако ће се појаснити да су доминантност и рецесивност појмови везани за интеракције између алела у генотипу, а не за учесталост варијанте особине у популацији.

У достизању исхода *ученик ће бити у стању да разликује ге- нетичку и фенотипску варијабилност*, треба ставити акценат на изворе генетичке варијабилности, мутације и рекомбинације. Ва- жно је истаћи значај постојања генетичке варијабилности у кон- тексту еволуције.

Путем интернета се могу истражити најчешћи синдроми код човека који су последица промене у броју или структури хромозо- ма (клиничка слика, учесталост, пренатална дијагностика).

Што се тиче фенотипске варијабилности, треба истаћи утицај средине на развиће особина. Треба увести појам фенотипске пла- стичности, као опште својство фенотипа, као могућност да један генотип може у различитим условима средине да оствари више фенотипова, са примерима (хетерофилија, телесна висина...).

У активности на достизању исхода *ученик ће бити у стању да графички прикаже и анализира одабране примере фенотипске варијабилности* треба увести појмове квалитативих и квантита- тивних особина, као и начине дистрибуције особина у популацији. Треба их илустровати примерима кроз задатке, као на пример:

* израда и спровођење анкете у вези са присуством неке ква- литативне особине код свих ученика у одељењу (кружно/уздужно савијање језика, укрштање шака, облик скалпа...),
* мерење дужине нпр. средњег прста или телесне висине свих ученика, формирање неколико категорија дужине и евиден- тирање броја ученика у оквиру сваке категорије; израчунавање средње вредности и графичко приказивање расподеле вредности у одељењу; омогућавање ученицима да уоче да квалитативне особи- не имају дискретну, а квантитативне континуирану дистрибуцију,
* графичко приказивање оба истраживања са закључцима у вези варирања ових особина.

# Увод у еволуциону биологију

Као увод у тему, еволуциону теорију ученицима треба пре- дочити на начин који прати историјски развој сазнања, јер им омогућава да увиде да различите научне теорије (нпр. Ламаркова и Дарвинова) објашњавају исте појаве на различите начине. Тако- ђе, овакав приступ омогућава да ученици схвате да је Дарвинова теорија еволуције прихваћена у научној заједници уз много отпо- ра. Прихваћена је после подробног преиспитивања и после много времена, тек после синтезе са Менделовом теоријом, доприноса Хардија и Вајнберга и, коначно, савремених генетичких и других открића. Прихваћена је због тога што је савремена наука најбоље објаснила чињенице и податке до којих је дошао Дарвин и то после 100 и више година од њиховог објављивања у „Постанку врста”.

Обрада градива може да започне кратким упознавањем уче- ника са историјом идеја о непроменљивости, односно, променљи- вости врста, закључно са објашњењем хипотеза изнетим у Ламар- ковој и Дарвиновој теорији као комплетним теоријама еволуције насталим у доба савремене науке. Дарвинову теорију је важно пре- дочити као 5 независних хипотеза изложених у „Постанку врста” (1859): Хипотеза о еволуцији, Хипотеза о заједничком пореклу (претку) свих врста, Хипотеза о природној селекцији као главном механизму еволуције, Хипотеза о популационој специјацији и Хи- потеза о постепености промена (градуализму).

На припремљеном обрасцу (табели), ученици могу да наведу Ламаркове и Дарвинове хипотезе о: променљивости врста, ини- цијатору промена особина, механизму промена особина, начину настанка врста, изумирању врста и међусобној повезаности врста. Затим, кроз дискусију/дебату, на основу онога што већ знају о вр- стама, ученици треба самостално да вреднују Ламаркове и Дар- винове одговоре на питања: Да ли су врсте изумирале у историји света? Да ли су врсте међусобно повезане? Да ли се свака врста неминовно усложњава и расте? итд.

Активности у достизању исхода *ученик ће бити у стању да идентификује начин на који основни еволуциони механизми утичу на генетичку структуру популације* повезане су са кључним пој- мовима: Харди - Вајнбергова равнотежа, Популација, Генски фонд, Генетичка структура популације и Неслучајно укрштање и учеста- лост генотипова. Важно је да наставник ученицима предочи савре- мену теорију еволуције као синтезу Дарвинове теорије еволуције путем природне селекције са Менделовом теоријом партикуларног наслеђивања, у којој су велику улогу одиграли Харди и Вајнберг. Односно, да се Харди – Вајнбергов принцип објасни као одговор на тврдњу Дарвинових савременика да је еволуција путем природ- не селекције немогућа због предвиђања (тада прихваћене) теорије мешаног наслеђивања, по којој се наследна варијабилност особина (предуслов за дејство природне селекције на еволуцију) брзо губи у популацијама у којима је присутна. Харди-Вајнбергов принцип

смештен у историјски контекст треба да омогући ученицима да ра- зумеју зашто савремена теорија еволуције третира популације као генске фондове и еволуцију као промену генетичке структуре по- пулације, услед дејства различитих еволуционих механизама.

Међу еволуционим механизмима важно је поменути неслу- чајно укрштање, иако оно не мења учесталости алела, због дејства које има на учесталост генотипова. Тако би ученицима било ка- сније јасно зашто код већине врста (биљака и животиња) чешће запажамо странооплодњу, односно, дејство селекције против са- мооплодње и укрштања у сродству.

Ученицима треба омогућити да разумеју како различити на- чини нарушавања предуслова за остваривање Харди-Вајнбергове равнотеже генеришу различите еволуционе механизме (факторе еволуције), као и да различити фактори еволуције мењају генетич- ку структуру популације на различите начине. Прикладна табела (образац, игра) треба да има за циљ да ученици сваки еволуциони механизам (природна селекција, сексуална селекција, генетички дрифт, проток гена, мутације, неслучајно укрштање) повежу са начином на који нарушава предуслове Харди-Вајнбергове равно- теже и начином на који мења генетичку структуру популације (на пример, генетички дрифт – узрок: родитељски гамети нису репре- зентативни узорак генетичке структуре популације у датом тре- нутку – последица: учесталости алела се кроз генерације мењају насумично). За ученике с посебним способностима за математику је свакако прикладно да еволуционе механизме разумеју кроз од- говарајуће математичке моделе, ради чега се препоручује сарадња с наставницима математичких предмета. Притом, треба водити ра- чуна да се стално имају на уму биолошки контекст и специфично- сти, јер једноставни модели могу да их потцене или занемаре.

Активности у достизању исхода *ученик ће бити у стању да идентификује след догађаја током процеса адаптација на ода- браним примерима* су повезане са кључним појмом адаптација. Наставник треба да осмисли активности које ученицима олакша- вају разумевање процеса адаптације као еволуцију под дејством природне селекције у датим срединским околностима. Ученици треба да уоче да је след догађаја у адаптивној еволуцији следећи: промена средине иницира промену учесталости постојећих вари- јанти особина, што, ако се варијанте наслеђују, доводи до еволу- ције (мењања популације). Такође, важно је појаснити да је термин адаптација резервисан само за оне особине врста које обликује природна селекција тако што повећава њихову учесталост због по- зитивног ефекта који имају на преживљавање/репродукцију у да- тим околностима. Односно, да еволуцију многих, селективно не- утралних особина, воде други еволуциони механизми (на пример, облик скалпа еволуира путем генетичког дрифта).

Један од најпознатијих добро документованих примера ево- луције путем природне селекције је „индустријски меланизам”, промена боје лептира *Biston betularia* у Енглеској од краја 19. века до данас, из светле у тамну па опет у светлу. Ова појава се може симулирати игром. Ученици треба да припреме два велика хамера, један шарени један бели, и педесетак или више шарених и белих кругова (или лептира) на картонској подлози. Игра би на часу за- почињала разбацивањем једнаког броја белих и шарених кругова по једном од хамера. Задатак сваког играча (предатора) би био да за 5 секунди ухвати што више кругова. После сваког изловљавања, на хамер треба додати неки број кругова у боји која је боље „пре- живљавала” (симулација „круга” репродукције) и, на крају, диску- товати промену која се уочава. Исто треба да се понови и са дру- гим хамером (са другом групом ученика); треба да се укључи што више играча на сваком од хамера, док се скоро потпуно не „истре- бе” шарени кругови на белом и бели кругови на шареном хамеру. Оваква, или слична, игра би помогла ученицима да разумеју и да су адаптације условљене контекстом, односно, да иста варијанта особине може да буде адаптација у једној и штетна особина (мала- даптација) у другој средини.

Активности у достизању исхода *ученик ће бити у стању да повеже деловање природне селекције са настанком нових врста* повезано је са кључним појмовима: специјација, биолошки кон- цепт врсте и вештачка селекција. Специјацију треба представити

ученицима као трајну поделу делова истог генског фонда (попу- лације) услед процеса адаптације на различите еколошке нише (станишта) и као кључни догађај у настанку биодиверзитета. При томе је важно објаснити улоге селекције наследне варијабилности у различитим еколошким нишама и прекида или смањења протока гена у еволуцији пре и постзиготних механизама изолације. Ова- кав приступ може да омогући ученицима да разумеју зашто биоло- шки концепт дефинише врсту као изолован генски фонд.

При обради садржаја везаних за еволуцију под утицајем човека, поред доместикације и вештачке селекције, треба обра- тити пажњу и на спонтану еволуцију, без људске намере (појава синантропних врста, патогених организама и вируса и сл.), али и потпуно ново поље људског деловања - утицај савремених био- технологија, а посебно синтетичке биологије. Неке од кључних речи за претагу су: *synthetic biology, transgenic organisms, synthetic/ designed proteins, synthetic/designed biochemical pathways, synthetic/ designed organisms, organoids, bioprinted organs, xenobots.*

У сарадњи са колегама других стручних већа треба осмисли- ти начин да се повежу догађаји у историји живота са догађајима у историји Планете, путем нпр. израде паноа, постера или табеле. Самосталан рад ученика коришћењем ИКТ на прикупљању фото- графија фосила, допринео би развоју и многих међупредметних компетенција (целоживотно учење, дигитална компетенција, са- радња, рад са подацима и информацијама, комуникација). Осим фосилних налаза, који документују нестанак врста и прелазне облике у настанку постојећих, важно је да наставник нађе начин да, у контекст доказа еволуције, смести и еволуцију отпорности бактерија на антибиотике, инсеката и биљака на пестициде, и ве- штачку селекцију (паса, говеда, кокошака...).

Исходи *ученик ће бити у стању да сарађује у тиму, пошту- јући разлике у мишљењу и интересима, дајући лични допринос постизању договора* и *критички процени сопствени рад и рад са- радника у групи* су развојни, предметни и међупредметни и треба их планирати и радити на њиховом достизању уз остале исходе.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У настави оријентисаној ка достизању исхода прате се и вреднују процес наставе и учења, постигнућа ученика (продукти учења) и сопствени рад. Наставник треба континуирано да прати напредак ученика, који се огледа у начину на који ученици парти- ципирају, како прикупљају податке, како аргументују, евалуирају, документују итд.

Да би вредновање било објективно и у функцији учења, по- требно је ускладити нивое исхода и начине оцењивања,

|  |  |
| --- | --- |
| Ниво исхода | Одговарајући начин оцењивања |
| Памћење (навести, препознати, идентификовати...) | Објективни тестови са допуњавањем кратких одговора, задаци са означавањем, задаци вишеструког избора, спаривање појмова |
| Разумевање (навести пример, упоредити, објаснити, препричати...) | Дискусија на часу, мапе појмова, проблемски задаци, есеји |
| Примена (употребити, спровести, демонстрирати...) | Лабораторијске вежбе, проблемски задаци, симулације |
| Анализирање (систематизовати, приписати, разликовати... | Дебате, истраживачки радови, есеји, студије случаја, решавање проблема |
| Евалуирање (проценити, критиковати, проверити...) | Дневници рада ученика, студије случаја, критички прикази, проблемски задаци |
| Креирање (поставити хипотезу, конструисати, планирати...) | Експерименти, истраживачки пројекти |

као и оцењивање са његовом сврхом:

|  |  |
| --- | --- |
| Сврха оцењивања | Могућа средства оцењивања |
| Оцењивање наученог (сумативно) | Тестови, писмене вежбе, извештаји, усмено испитивање, есеји |
| Оцењивање за учење (формативно) | Посматрање, контролне вежбе, дијагностички тестови, дневници рада ученика, самоевалуација, вршњачко оцењивање, практичне вежбе |

За сумативно оцењивање разумевања и вештина научног ис- траживања ученици би требало да решавају задатке који садрже неке аспекте истраживачког рада, да садрже новине тако да учени- ци могу да примене стечена знања и вештине, а не само да се при- сете информација и процедура које су запамтили, да садрже захте- ве за предвиђањем, планирањем, реализацијом неког истраживања и интерпретацијом задатих података. У вредновању наученог, по- ред усменог испитивања, најчешће се користе тестови знања. На интернету, коришћењем кључних речи *outcome assessment (testing, forms, descriptiv/numerical)*, могу се наћи различити инструменти за оцењивање и праћење.

У формативном вредновању наставник би требало да про- мовише групни дијалог, користи питања да би генерисао податке из ђачких идеја, али и да помогне развој ђачких идеја, даје уче- ницима повратне информације, а повратне информације добијене од ученика користи да прилагоди подучавање, охрабрује ученике да оцењују квалитет свог рада. Избор инструмента за формативно вредновање зависи од врсте активности која се вреднује. Када је у питању нпр. практичан рад (тимски рад, пројектна настава, терен- ска настава и слично) може се применити чек листа у којој су при- казани нивои постигнућа ученика са показатељима испуњености, а наставник треба да означи показатељ који одговара понашању ученика.

У процесу оцењивања добро је користити портфолио (збиркa дoкумeнaтa и eвидeнциja o прoцeсу и прoдуктимa рада ученика, уз кoмeнтaрe и прeпoрукe) као извор података и показатеља о напре- довању ученика. Предности коришћења потрфолија су вишестру- ке: омогућава кoнтинуирaнo и систeмaтско прaћeњe нaпрeдoвaњa, подстиче развој ученика, представља увид у прaћeњe рaзличитих аспеката учења и развоја, представља подршку у оспособљавању ученика за самопроцену, пружа прецизнији и поузданији увид у различите oблaсти постигнућа (јаке и слабе стране) ученика.

Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је уче- нику дати повратну информацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Ако наставник са ученицима до- говори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, а који су у складу са *Правилником о оцењивању ученика у средњем образовању и васпитању*, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје инструмент за напредо-

вање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, зајед- но са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Важно је да наставник континуирано прати и вреднује, осим постигнућа ученика, процес наставе и учења, себе и сопствени рад. Све што се покаже добрим и ефикасним треба и даље кори- стити у наставној пракси, а све што се покаже као недовољно ефи- касно требало би унапредити.

# ПРИМЕНА РАЧУНАРА

Циљ учења Примене рачунара је стицање знања, овладава- ње вештинама и формирање вредносних ставова који доприносе развоју информатичке писмености неопходне за даље школовање, живот и рад у савременом друштву. Ученик развија способност апстрактног и критичног мишљења о аутоматизацији послова уз помоћ информационо–комуникационих технологија и развија спо- собност ефективног коришћења технологије на рационалан, ети- чан и безбедан начин.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем наставног предмета Примена рачунара ученик је оспособљен да примени стечена знања и вештине из области ин- формационо–комуникационих технологија ради испуњавања постављених циљева и задатака у свакодневном животу, даљем школовању и будућем раду. Развио је способност апстрактног и критичног мишљења уз помоћ информационо–комуникационих технологија. Развио је дигиталну писменост и позитивне ставове према рачунарским наукама.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције представљају опис специфичних способности ученика које му омогућавају да развије општу предметну компетенцију. Подразумевају способност за од- говорно коришћење информационо–комуникационих технологија уз препознавање потенцијалних ризика и опасности. Специфич- не компетенције обухватају способност за брзо, ефикасно и ра- ционално проналажење информација коришћењем рачунара, као и њихово критичко анализирање, складиштење и преношење и представљање у графичком облику.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **2 часа**

Годишњи фонд часова **74 часа**

|  |  |
| --- | --- |
| **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  и кључни појмови садржаја програма |
| * користи одабрано програмско окружење за математичка израчунавања; * врши основна математичка израчунавања користећи променљиве, изразе, уграђене математичке функције; * користи елементе програмирања у програму за математичка израчунавања; * врши израчунавања у линеарној алгебри: множи векторе и матрице, израчунава инверз матрице, решава системе линеарних једначина и израчунава детерминанте уз помоћ програма за математичка израчунавања; * креира визуелизације математичких функција и параметарски задатих кривих и површи у равни и простору; * препознаје појам и примене полиномијалне интерполације и апроксимације; * примењује интерполацију и апроксимацију приликом обраде експерименталних резултата и решавања сродних проблема уз помоћ програма за математичка израчунавања; * одређује приближна решења нелинеарних једначина са једном променљивом уз помоћ програма за математичка израчунавања; * објасни значење и примени основне дескриптивне статистике: просек, медијану, стандардну девијацију (варијансу); * објасни класичну дефиницију вероватноће и појам расподеле вероватноће дискретне случајне променљиве и њеног математичког очекивања; * примењује програм за математичка израчунавања у статистици: израчунавање дескриптивних статистика, вероватноће, математичког очекивања; * програмира и примењује једноставне симулације (тј. методе Монте Карло) ради процене непознате вредности у програму за математичка израчунавања; * класификује појам и значај и одреди основне карактеристике IoT и паметног окружења; * наведе поједине електронске услуге које нуде институције и органи државе и користи их у свакодневном животу; * критички процењује значај и утицај инфраструктуре паметног окружења на животну средину; * уочи значај приватности и сигурности података који се користе у концептима паметног окружења; * кроз истраживачки рад осмисли различите начине трансформације свог окружења у паметно окружење и изради једноставан план развоја паметног окружења на конкретном примеру; * објасни основну сврху истраживања података; * објасни укратко области које истраживање података обухвата, као и кораке које подразумева; * објасни појмове вештачке интелигенције и машинског учења; * објасни појам и опише неке моделе машинског учења; * разликује видове машинског учења и основне проблеме машинског учења; * наведе и објасни принцип рада неких алгоритама машинског учења; * препознаје реалне системе који су засновани на вештачкој интелигенцији и машинском учењу и њихове могућности и потенцијале у свакодневном животу; * наведе разлику између аутономног робота и даљински контролисане машине; * наведе врсте робота и опише примере примене робота у свакодневном животу; * наведе предности и мане примене мобилне технологије у савременом друштву; * објасни разлику између различитих генерација развоја мобилне технологије; * креира једноставну апликацију за мобилни уређај; * објасни шта обухвата појам криптографија и где се примењује; * објасни основне карактеристике симетричних и асиметричних криптографских система; * објасни примену теорије бројева у криптографији; * објасни начин решавања проблема доставе кључа код симетричних система; * објасни начин решавања проблема идентификације пошиљаоца и аутентичности јавног кључа код асиметричне криптографије; * објасни шта обухвата појам биомедицинска информатика; * наведе и илуструје на примерима различите области примене ИКТ у медицини; * наведе примере примене ИКТ у образовне сврхе; * наведе најзначајније системе за управљање учењем; * користи неки од система за управљање учењем; * објасни појам и значај предузетништва и препознаје карактеристике и особености предузетника; * објасни специфичности дигиталног стартапа; * тимски или индивидуално испита потребе локалног тржишта за ИТ производима и услугама; * тимски или индивидуално изради једноставан бизнис план за сопствену бизнис идеју заснован на ИТ иновативним производима и услугама; * тимски развије план рада и начин праћења успешности реализације плана; * креира презентацију и презентује решење пројектног рада; * вреднује своју улогу при изради пројектног задатка и активности за које је био задужен; * објасни међузависност друштвених промена и развоја ИКТ–а; * идентификује позитивне и негативне ефекте савремених технологија и процени њихов утицај на друштво и квалитет живота; * аргументовано дискутује о утицају савремених технологија на друштво и квалитет живота; * поштује правне и етичке норме при коришћењу интернета; * прихвати одговорност за сопствено деловање на мрежи; | **Примена рачунара у математици**  Окружење за рад у програму за математичка израчунавања.  Типови података, променљиве, изрази, уграђене математичке функције. Контрола тока, гранање, петље. Кориснички дефинисане функције. Скриптови. Рад са векторима и матрицама, множење вектора, множење и дељење матрица, израчунавање детерминанти и инверзних матрица, решавање система линеарних једначина, израчунавање детерминанти.  Исцртавање графика математичких функција, фигура у равни, параметарски задатих кривих и површи у равни и простору.  Полиномијална интерполација и апроксимација функција. Примена приликом обраде експерименталних резултата и решавања сродних проблема.  Нумеричко решавање једначина. Одређивање приближних решења нелинеарних једначина са једном променљивом.  Дескриптивне статистике: просек, медијана, стандардна девијација (варијанса). Класична дефиниција вероватноће и појам расподеле вероватноће дискретне случајне променљиве и њеног математичког очекивања. Израчунавање дескриптивних статистика, вероватноће, математичког очекивања. Обрада узорака, оцене параметара расподеле.  Примери примене Монте Карло симулација помоћу генератора случајних бројева у различитим областима: геометрија, физика, финансије и сл. |
| **Примена рачунара у разним областима** Упознавање са различитим областима: **Паметни градови**  Интернет ствари (енг. IoT – Internet of Things) – паметни уређаји, апликације и сервиси, инфраструктура, хардвер итд.  Паметни градови и компоненте њиховог развоја (концепт паметних градова, трансформација савременог окружења у паметне средине, одрживост паметних градова, паметно управљање водом, паметни путеви, јавни превоз, памети паркинзи, комуналије итд.).  Еколошки аспекти паметних градова (утицај на животну средину).  Аспекти приватности, етике и безбедности у паметним градовима (подаци и анализа података).  Паметно окружењe, улога појединца и институција (паметни: градови, куће учионице, канцеларије, саобраћај, индустрија, пољопривреда, економија, е-здравство, е-управа). **Истраживање података (**Data mining**)**  Сврха истраживања података, проналажење односа међу подацима, повећање њихове употребљивости и трансформација података у корисно знање.  Области које истраживање података обухвата, кораци које подразумева (сакупљање података, филтрирање података и трансформација, креирање и избор модела, процена квалитета модела, креирање извештаја, оцењивање модела, имплементација *data mining* модела у апликацију, управљање моделом).  **Вештачка интелигенција и машинско учење.**  Вештачка интелигенција (појам, примери савремених система, етичка питања). Машинско учење (појам, примена и значај).  Модели машинског учења (појам, генерализација модела, евалуација модела, мерење квалитета модела).  Софтвер за машинско учење (програмски језици и библиотеке). Прикупљање и организација података.  Алгоритми машинског учења. Побољшање и визуелизација резултата. **Роботика**  Развој роботике (појам, историја). Врсте робота.  Основне карактеристике робота (механика, погон, сензори, управљање и програмирање).  Примена робота у свакодневном животу (медицина, ауто-индустрија, прехрамбена индустрија, итд.).  **Мобилна технологија**  Увод у мобилну технологију, историјат, примена; Алати за креирање мобилних апликације; Креирање једноставне мобилне апликације.  **Криптографија и заштита података** Криптографија – историјат, основни појмови. Симетрични и асиметрични криптографски системи.  Решавање проблема доставе кључа код симетричних система.  Проблем идентификације пошиљаоца аутентичности јавног кључа код асиметричне криптографије.  **Биомедицинска информатика**  Биомедицинска информатика – историјат, области примене ИКТ у медицини, веза са биомедицинским инжењерингом.  Информациони системи за примену у експериментима, истраживањима, медицинским  „имиџинг” системима, дијагностици, подршци одлучивању, анализи података, терапији, медицинској документацији, администрацији, комуникацији, образовању, стручном усавршавању итд.  **Примена у образовању**  Употреба ИКТ у образовању и стручном усавршавању. Систем за управљање учењем.  Конкретан пример онлајн курса. |

|  |  |
| --- | --- |
| – препознаје интелектуалну својину и одговорно се односи према поштовању својих | Практичан рад у изабраној области: |
| и туђих ауторских права; | **ИТ иновације и дигитални стартап:** |
| – познаје технологију израде софтвера; | Рад на пројекту који се односи на примену рачунара у некој од наведених области. |
| – познаје и поштује софтверске лиценце. | Пројекат може да укључи и програмирање физичког уређаја или рад са виртуелном |
|  | симулацијом програмабилног физичког уређаја. |
|  | Фазе пројектног задатка од израде плана до представљања решења. |
|  | Предузетништво (појам и развој, врсте, значај). |
|  | Дигитални стартап – специфичности. |
|  | Иновација – базни инструмент предузетништва (појам, извори иновативног |
|  | понашања, процес иновације, заштита интелектуалне својине). |
|  | Кораци у реализацији предузетничке идеје: покретање компаније, креирање бизнис |
|  | плана, имплементирање идеје, презентовање. |
|  | Друштвено одговорно и еколошки одговорно пословање. |
|  | Израда пројектног задатка. |
|  | Презентација пројектног рада. |
|  | **Рачунарство и друштво** |
|  | Паралела развоја људског друштва и ИКТ. |
|  | Утицај ИКТ на друштво. |
|  | Етичка питања. |
|  | Индустрија софтвера. |
|  | Софтверске лиценце. |
|  | Квалитет, тестирање и одржавање софтвера. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО–МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Настава се изводи на спојеним часовима, са половином оде- љења у рачунарском кабинету, у групама не већим од 12 ученика.

На почетку наставе урадити проверу нивоа знања и вештина ученика, која треба да послужи као оријентир за организацију и евентуалну индивидуализацију наставе.

При реализацији програма дати предност пројектној, про- блемској и активно оријентисаној настави, кооперативном учењу, вршњачкој процени, изградњи знања и развоју критичког мишље- ња. Ангажовати се на стварању услова за реализацију хибридног модела наставе – комбинација традиционалне наставе и електрон- ски подржаног учења коришћењем неког од система за управљање учењем, поготово у случајевима када је због разлика у предзнању потребна већа индивидуализација наставе. Посебно се за дискуси- је и вршњачку процену препоручује употреба форума у безбедном окружењу школског система за електронски подржано учење.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму ра- зликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређе- не исходе потребно више времена, активности и рада на различи- тим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да уче- ници самостално откривају правилности и изводе закључке. Уче- нике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а ученици оспосо- бљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерак- тивних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, ди- скусије, дебате и др, како би ученици били што више ангажованом током наставе. У зависности од могућности ученика и рачунарске опреме, комбиновати на часовима различите облике рада као што су самостални рад ученика (по принципу један ученик – један ра- чунар), рад у паровима (два ученика истовремено и заједно реша- вају конкретне задатке), рад у мањим групама (почетна анализа и идеје за методе решавања), као и рад са целом групом када настав- ник објашњава, приказује, демонстрира и кроз дискусију уводи ученике у нове области. Избор метода и облика рада, као и плани- рање активности ученика ускладити са наставним садржајем који

треба реализовати на часу у складу са предвиђеним исходима, али и са специфичностима одељења и индивидуалним карактеристи- кама ученика.

Предложени број часова по тематским целинама је оквирни, на наставнику је да процени потребан и довољан број часова по темама узимајући у обзир знања и вештине који ученици имају из претходног школовања и животног искуства. Предложени редо- след тема није обавезујући за наставнике, већ само представља је- дан од могућих модела, који наставник може прилагодити у скла- ду са изабраним програмима и методолошким опредељењем.

У оквиру теме „Примена рачунара у разним областима” ради се пројектни задатак.

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

# Примена рачунара у математици (40)

За реализацију ове тематске целине користити одговарајући софтвер (на пример Octave, Matlab, Mathematica, Scilab и сл. или програмски језик Python уз библиотеке NumPy, SymPy, Matplotlib и слично). Већина тема захтева математичко предзнање, а у неким темама је потребно да наставник најпре представи математичке основе. Препоручује се сарадња и заједничко планирање са наста- вом математике тамо где је то могуће. У оквиру ове теме реализо- вати корелацију са математиком и физиком.

Тежиште рада би требало да буде на практичним примерима које ће ученици самостално или у паровима решавати. При изради задатака (у школи или домаћих задатака) захтевати од ученика да кôд урађених задатака и добијене резултате предају као текстуалне документе на платформу за електронски подржано учење како би наставник могао да провери тачност решења.

Најпре представити окружење за рад користећи једноставне примере употребе променљивих и основних аритметичких опера- ција. Типове података, променљиве, изразе и уграђене математич- ке функције увести кроз што више конкретних примера које уче- ници самостално раде. Рад са векторима, матрицама и системима једначина засновати на примерима које су ученици радили из ма- тематике (уколико је остварена корелација, у супротном је потреб- но на часу дати укратко теоријске основе) и из физике (слагање брзина и убрзања, сабирање сила). Цртање дводимензионалних и тродимензионалних графикона увести цртањем најпре графикона који су ученицима од раније познати и на њима илустровати ра- зличите опције за подешавање боје, врсте линије, означавања оса и других својстава графикона. Посебну пажњу посветити исцр- тaвању фигура у равни, кривих и површи у простору. При обради и вежбању контроле тока, гранања, петљи, кориснички дефиниса- них функција и скриптова препоручује се задавање проблемских, текстуалних задатака из различитих области примене математике

(проблемски задаци из физике, геометрије, низови и редови и сл.). При креирању визуелизације математичких функција оствари- ти корелацију са математиком и физиком (графички приказ кон- тинуалних и дискретних функција са којима се срећу у физици). Ученицима најпре објаснити основне елементе нумеричке матема- тике, анализу грешке, интерполацију и апроксимацију функција, нумеричко решавање једначина, на нивоу алгоритма, без улажења у непотребне детаље и формализме. Могућа корелација са физи- ком: повезати са експерименталним вежбама где на основу изме- рених вредности ученици цртају график који је обично линеаран па онда на основу коефицијента правца рачунају неку физичку величину, анализа грешке би могла да се повеже са обрадом ре- зултата мерења у оквиру експерименталних вежби. За примену у статистици ученицима треба објаснити појам класичне дефини- ције вероватноће, случајне величине, очекивања, дисперзије итд. такође без улажења у непотребне детаље, па тек онда прећи на за- датке који се тичу примене програма у овој области. Показати како се понављањем једноставне симулације помоћу генератора случај- них бројева, тј. методом Монте Карло може доћи до приближне вредности непознате величине (нпр. очекивано растојање између две тачке са униформно расподељеним координатама на јединич- ној дужи или јединичним квадрату, или процена цене пројекта по- новљеним случајним избором цена рада и материјала и случајним избором потребног времена и количина материјала са различитим претпостављеним расподелама). За посебно заинтересоване уче- нике препоручује се да се оствари корелација са физиком у домену молекулско кинетичке теорије (хаотично кретање молекула).

# Примена рачунара у разним областима (28)

Ова тематска целина обухвата 8 области и пројектни задатак. Препорука је да се на 10 часова обраде све области на информа- тивном нивоу. Ово се може, на пример, реализовати кроз истра- живачки рад и дискусије на форуму. Наставник на форуму запо- чиње осам дискусионих нити. Ученици прикупљају информације из различитих извора и своје налазе представљају као одговоре на започету дискусију (6 часова). Сваки ученик поставља своје ди- скусије на свих осам започетих тема. У зависности од платформе, погодно је да ученици не виде излагања других ученика на фору- му док не поставе своје дискусије. Затим, у другом кругу, ученици коментаришу излагања других ученика (2 часа). У трећем кругу ученици на основу повратних информација врше корекције сво- јих почетних дискусија (2 часа). У току сва три круга, наставник даје повратне информације. На крају, наставник допуњује и даје додатна објашњења уколико у дискусијама нису покривени сви ва- жни аспекти теме. На овај начин изграђује се динамична заједница учења кроз сарадњу, развија критичко мишљење, а повратне ин- формације које међусобно дају једни другима су у служби даљег напретка. У дискусијама инсистирати на поштовању ауторских права, правилима цитирања и дигиталном правопису.

Оквирно, у уводу наставник даје основна обележја за сваку наведену област и смернице за интернет–истраживање на сваку од тема:

Паметни градови – упознати ученике информативно са иде- јом паметних градова и циљем очувања животне средине кроз истовремени технолошки и друштвени напредак грађана једног таквог града. Од ученика тражити да дефинишу области на који- ма би такав један напредак требало очекивати и да разраде кораке интегрисања и формирања концепта паметног града.

Истраживање података (Data mining) – потребно је да уче- ници разумеју основну сврху истраживања података и пронала- жења односа међу подацима, повећање њихове употребљивости и трансформацију у корисно знање. Излистати које све области истраживање података обухвата, као и кораке које подразумева (сакупљање података, филтрирање података и трансформација, креирање и избор модела, процена квалитета модела, креирање из- вештаја, оцењивање модела, имплементација *data mining* модела у апликацију, управљање моделом).

Вештачка интелигенција и машинско учење – објаснити по- јам вештачке интелигенције и навести успешне примере савреме-

них система вештачке интелигенције. Упутити ученике да истраже изворе и упознају се са појмом неуронска мрежа, моделима неу- ронских мрежа, могућностима примене, прегледом неуронских мрежа према начину повезивања, у односу на правац преноса и обраду података и у зависности од начина учења (са надгледаним и ненадгледаним учењем), начином рада неуронске мреже, слоје- ве мреже и поступак учења. Обратити пажњу да се ученици упо- знају са филозофским и етичким питањима везаним за постојање вештачке интелигенције, појмом меког рачунарства, чему служи фази логика и принципе фази логике. Навести предности њеног коришћења у неуронским мрежама, као и области где се може ко- ристити фази логика. На крају, важно је да ученици буду упознати са променама које је донела примена машинског учења (решавање класификационих проблема, анализа података у реалном времену и предвиђање будућих трендова) и основним техникама машин- ског учења (стабла одлучивања, вештачке неуронске мреже).

Роботика – сагледати историјски развој роботике: врсте ро- бота од индустријских, андроида, наноробота до хуманоидних ро- бота. Приказати снимке рада разноврсних робота. Дискутовати о разликама између робота и даљински контролисаних машина. На- вести врсте сензора које се уграђују у роботе и идентификовати конкретне ситуације у којима би могли да се користе појединачни сензори. Размотрити етичка питања роботике. Дискусију подста- ћи питањима попут ових: Kолико роботи треба да одлучују уместо човека? Kолико су роботи у стању да раздвајају добро од лоше- га (на пример: Да ли возило без возача треба да заобиђе пешака на пешачком прелазу ако то подразумева судар са другим возилом или угрожавање сопствене безбедности? Kо о томе одлучује? Да ли о томе одлучују програмери? и сл.). Део дискусије о етици у роботици може започети читањем неке научно фантастичне лите- ратуре или гледањем неког научно фантастичног филма.

Мобилна технологија – направити поређење различитих ге- нерација мобилне технологије, предности и мане сваке генераци- је. Упознати се са основним карактеристикама савремене мобилне технологије. Дискутовати о улози мобилне технологије у свакод- невном животу, предностима и ризицима. Излистати неке мобилне апликације и алате за њихов развој.

Криптографија и заштита података – дефинисати крипто- графију, разјаснити поделу на симетричне и асиметричне крипто- графске системе и делове савремених криптографских система као и примену теорије бројева у криптографији и најпознатије крип- тографске системе са јавним кључем. Описати начин решавања проблема доставе кључа код симетричних система, као и начин решавања проблема идентификације пошиљаоца и аутентичности јавног кључа код асиметричних система.

Биомедицинска информатика – упознавање са настанком ове гране, областима примене ИКТ у медицини, везом са биомеди- цинским инжењерингом: рачунарство, роботика, аутоматика, ко- муникације, електроника и мехатроника у медицини, медицнски

„имиџинг” системи (за биомедицинске слике), биомеханика, ме- дицинска информатика (чување, заштита, пренос, стандардизација и оптимално коришћење биомедицнских података у информацио- ним системима).

Примена у образовању – излистати ситуације у којима се ИКТ користи у образовању и то као техонологијом подржано учење и као систем за управљање учењем на даљину. Побројати основне карактеристике савременог система за управљање уче- њем (енгл. Learning Management System, LMS). Осим коришћења неког ЛМС–а за учење управо овог предмета, упутити ученике на неки бесплатан онлајн курс да га похађају и анализирају његову ефикасност.

Пројектни задатак у овој области требало би да буде рад на тему „ИТ иновације и дигитални стартап” где би осмислили стар- тап повезан са неком од наведених области примене рачунара. Ово би требало да се реализује оквирно за 18 часова.

У зависности од расположивих ресурса то може да буде и програмирање уређаја (робота), израда мобилне апликације, окру- жења за учење и сл. Уколико школа располаже физичким уређа- јима који се могу програмирати (на пример Arduino, Raspberry PI,

MicroBit и сл.) могуће их је искористити у овим пројектима, а у недостатку физичких уређаја може се искористити нека од плат- форми за симулацију (нпр. Tinkercad или нека слична). Најпре се ученици упознају са основама рада на платформи за симулацију или са самим физичким уређајима: рад са диодама, са ргб диодом, потенционетром (аналогни, дигитални), фоторезистор, УЗ сензор, сервомотор, тастатура, ДЦ мотор, дисплеј, тастери, звучник, ПИР сензор, топлотни сензор. Након тога раде пројекте из одабраних тема, на пример: Програмирање семафора, Прављење зеленог та- ласа у граду, Аутоматско отварање врата у болницама, алармни систем у стану, алармни систем у банци који заробљава лопова, светлосни ефекти у дискотеци, паркинг сензори, аутоматска хра- нилица за псе и мачке, сеизмограф, стакленик, симулација прои- зводне траке у некој фабрици са сортирањем различитих произво- да и кретањима до магацина и сл.

На наставнику је да изабере обим којим ће се обрадити пре-

дузетништво и дигитални стартап. Обавезно је да ученици креира- ју презентацију у којој представљају свој тим и урађени практични пројекат, и да тимски презентују пред одељењем. Напредније би било да поред тога ученици детаљно раде предложена истражива- ња тржишта, процењују фактора ризика, анализирају потенцијал- не кориснике и тимски креирају детаљан бизнис план или бизнис модел канвас.

Приликом реализације ове теме обавезно се ослонити на ма- теријале за наставу релевантних организација и пројекта из обла- сти предузетништва за средњошколце од који су најзначајнији на- ведени у наставку:

* Организација Достигнућа младих у Србији, део глобалне мреже Junior Achievement Worldwide и њихови програми Ученичка компанија, Пословни изазов и друго;
* Пројекат „Предузми идеју”, који спроводи Иницијатива Ди- гитална Србија;
* Пројекат „Startit” непрофитне организације SEE ICT која кроз едукацију, информисање, мотивацију и повезивање подстиче технолошки развој.

Према могућностима, укључити и родитеље, локалне струч- њаке и предузетнике, наставнике других предмета...

Стартап је врста предузећа, али има и своје специфичности. Дигитални стартап се углавном везује за креирање новог ИТ про- извода, на пример апликације, који може да доживи изузетно ве- лики раст без једнако брзог раста трошкова. Истражити трендове у глобалној економији и објаснити савремене економске системе. Кроз дискусију са ученицима дефинисати појам ИТ иновације и узрочно-последичне везе између ИТ иновација и предузетништва. Направити осврт на неке успешне светске и домаће стартапе.

Важан документ који ученици треба да израде је бизнис план. Потребно је да бизнис план покрије истраживање тржишта, SWOT анализу (снаге, слабости, прилике и претње), финансијску пројекцију (цена производа, трошкови, буџет, профит за одређени период), планирану производњу, дистрибуцију и елементе марке- тинга. Проценити потенцијалне кориснике и величину тржишта. Размислити о кључним партнерима, умрежавању и успостављању сарадње. Истражити конкуренте. За стартапе може да се користи и бизнис модел канвас чији је централни део пропозиција вредности који обухвата цену, исход коришћења производа, задовољство ко- рисника након употребе и слично.

Поставити као захтев ученицима да у своје бизнис планове уграде и елементе друштвено одговорног и еколошки одговорног пословања. Организовати истаживачки рад ученика и дискуси- ју на неку од тема: родна равноправност, запошљавање особа из дискриминисаних група, проблеми особа са инвалидитетом, итд. Навести ученике да се заинтересује на које начине компаније могу да се понашају еколошки одговорно (потрошња енергије, отпад, рециклажа...).

Ученици презентују коначне урађене пројекте и кроз ди- скусију и критички однос их анализирају и вреднују по задатим

критеријумима. Као обавезан део презентације урадити пич (енг. pitch), кратку презентација од 5 до 10 минута у којој се јасно из- носи идеја стартапа на начин да заинтересује потенцијалне ин- веститоре. Пич треба да има елементе представљања производа, тржишног потенцијала и способности тима да креирате успешан стартап.

# Рачунарство и друштво (6)

Ова тематска целина би требало да представља завршницу предмета „Примена рачунара” и да буде својеврсна системати- зација трогодишњег рада. У светлу различитих области примене обрађених у претходној теми урадити анализу међузависности ра- звоја људског друштва и ИКТ-а. Анализирати етичка питања која се појављују као последица велике употребе технологије у савре- меном друштву.

Посебну пажњу посветити области индустрије софтвера (производња, квалитет, тестирање, лиценцирање и одржавање).

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

С обзиром да се за овај наставни предмет препоручује реа- лизација хибридног модела наставе – комбинација традиционалне наставе и електронски подржаног учења коришћењем неког од си- стема за управљање учењем, треба одабрати систем за управљање учењем који има развијене алате за праћење и вредновање рада ученика. На тај начин је олакшано редовно и транспарентно пра- ћење рада, давање повратних информација и вредновање рада ко- ришћењем домаћих задатака, тестова и дискусионих форума.

При обради тематске целине *Примена рачунара у математи- ци* редовно задавати домаће задатке и блиц-тестове како би уче- ници били мотивисани да редовно прате градиво. На крају већих целина реализовати контролне вежбе.

При дискусијама у првом делу тематске целине *Примена ра- чунара у разним областима* применити вршњачку евалуацију рада и редовно давати ученицима повратну информацију. У другом делу ученици тимски развијају план рада и начин праћења успе- шности реализације плана и вреднују своју улогу при изради про- јектног задатка и активности за које су били задужени.

Тематску целину Рачунарство и друштво реализовати по принципу систематизације градива, кроз разговоре, дискусије и дебате и у складу са тим методама реализовати праћење и вредно- вање рада.

# ПРОГРАМИРАЊЕ

Циљ учења Програмирања је развој алгоритамског приступа решавању проблема код ученика, овладавање техникама програ- мирања и стицања знања о савременим програмским језицима.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем наставног предмета Програмирање ученик је развио способност решавања проблема развојем логичког и критичког мишљења и позитивне ставове према рачунарским наукама. Уче- ник је упознат са основним и неким напреднијим концептима про- грамирања.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције представљају опис специфичних способности ученика које му омогућавају да развије општу предметну компетенцију. Подразумевају способност за пре- цизно и концизно дефинисање проблема; разумевање потребе за алгоритамским начином решавања проблема, као и писање моду- ларних и добро структуираних програма.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **3 часа**

Годишњи фонд часова **111 часова**

|  |  |
| --- | --- |
| **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  и кључни појмови садржаја програма |
| * имплементира проверу да ли је број прост у времену O(sqrt(n)) и образложи коректност тог алгоритма; * Ератостеновим ситом проналази све просте бројеве мање од броја n у времену O(n log log n); * имплементира факторизацију броја у времену O(sqrt(n)) и образлаже коректност тог алгоритма; * одреди НЗД и НЗС датих бројева m и n у времену О(log(m+n)) применом Еуклидовог алгоритма и образложи коректност тог алгоритма; * примени Ератостеново сито, факторизацију броја и одређивање НЗД и НЗС у ефикасном решавању алгоритамских задатака * примени операције над координатама тачака и вектора на решавање елементарних проблема рачунарске геометрије; * илуструје веома једноставне геометријске алгоритме програмима са ГКИ; * имплементира основне операције над конвексним многоугловима (провера припадности тачке у времену О(log n), израчунавање обима, површине, ...); * применом библиотечких или самостално дефинисаних функција имплементира основне операције над нискама (претрага подниске, издвајање подниске, ...); * примењује регуларне изразе за проналажење шаблона у текстуалним датотекама; * контекстно-слободним граматикама описује, а техником рекурзивног спуста анализира изразе; * представља граф помоћу матрице повезаности или листа суседа; * имплементира рекурзивни обилазак графа у дубину; * имплементира нерекурзивни обилазак графа у дубину (помоћу стека) и у ширину (помоћу реда); * примењује обилазак графа у решавању алгоритамских задатака; * на примеру прикаже рад одабраног напреднијег алгоритма или структуре података; * уз коришћење литературе имплементира напредније алгоритме и структуре података. | **Основни алгебарски алгоритми**  Прости бројеви.  Растављање броја на просте чиниоце и примене.  Највећи заједнички делилац и Најмањи заједнички садржалац и примене. |
| **Геометријски алгоритми**  Елементарни алгоритми над правама и дужима (припадност тачке правој и дужи, пресеци правих, пресеци дужи, ...).  Елементарни алгоритми над троугловима и четвороугловима у равни (израчунавање обима, површине, припадности тачке унутрашњости, одређивање пресека, ...). елементарни алгоритми над конвексним многоугловима (провера припадности тачке, израчунавање обима и површине, ...).  Основни елементи рачунарске графике и визуелизације. |
| **Алгоритми над текстом и текстуалним датотекама**  Ниске и основне операције над нискама (претрага подниске, издвајање подниске, ...). Регуларни изрази.  Техника рекурзивног спуста. |
| **Графовски алгоритми** Представљање графа у програму. Алгоритми за обилазак графа.  Одређивање компонената повезаности. Тополошко сортирање. |
| **Одабрани алгоритми и структуре података**  По избору наставника бира се једна или више тема.  Одабрани графовски алгоритми (Примов и Краскелов алгоритам, Дајкстрин алгоритам, Флојд-Варшалов алгоритам, …).  Одабрани алгебарски алгоритми (проширени Еуклидов алгоритам и примене, Кинеска теорема о остацима, …).  Одабрани геометријски алгоритми (алгоритми за одређивање конвексног омотача, ефикасно одређивање свих пресека скупа дужи, пресеци многоуглова, …).  Одабрани алгоритми над нискама (алгоритам КМП, Бојер-Муров алгоритам, хеширање ниски, Рабин-Карпов алгоритам, Маначеров алгоритам, Z-алгоритам, суфиксна дрвета, ...).  Имплементација и примена одабраних структура података (повезане листе, бинарна дрвета, хип, сегментна и Фенвикова дрвета, ...). |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Настава вежби се изводи са половином одељења у рачунар- ском кабинету, у групама не већим од 12 ученика.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму ра- зликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређе- не исходе потребно више времена, активности и рада на различи- тим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да ученици самостално откривају правилности и изводе закључке. Ученике треба упућивати да користе литературу (уџбенике и друге изворе знања), да би усвојена знања била трајнија и шира, а уче- ници оспособљени за самостално решавање разноврсних задатака. На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интерак- тивних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, ди- скусије, дебате и др., да би ученици били што више ангажованом током наставе. Комбиновати на часовима различите облике рада као што су самостални рад ученика (по принципу један ученик

* један рачунар), рад у паровима (два ученика истовремено и за- једно решавају конкретне задатке), рад у мањим групама (почетна анализа и идеје за методе решавања), као и рад са целом групом када наставник објашњава, приказује, демонстрира и кроз диску- сију уводи ученике у нове области. Избор метода и облика рада,

као и планирање активности ученика ускладити са наставним са- држајем који треба реализовати на часу и предвиђеним исхода, али и са специфичностима одељења и индивидуалних карактеристика- ма ученика. Предложени број часова по темама је оквирни, на на- ставнику је да процени потребан и довољан број часова по темама узимајући у обзир знања и вештине који ученици имају из прет- ходног школовања и животног искуства. Предложени редослед тема није обавезујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела, који наставник може прилагодити у складу са изабраним програмским језиком и методолошким опредељењем.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама.

* + Основни алгебарски алгоритми (20 часова)
  + Геометријски алгоритми (20 часова)
  + Алгоритми над текстуалним датотекама (20 часова)
  + Графовски алгоритми (30 часова)
  + Одабрани алгоритми и структуре података (20 часова) НАПОМЕНА: Предвиђена су два двочасовна писмена задат-

ка са исправком (6 часова).

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Кроз прве четири теме се ученици обавезно упознају са основним концептима неколико значајних области алгоритмике, а у оквиру последње теме се оставља простор за проширивање и продубљивање знања кроз изучавање додатних, напреднијих, алгоритама и структура података, или по потреби за утврђивање знања које поједини ученици нису довољно утврдили у времену предвиђеном за то.

У оквиру теме **Основни алгебарски алгоритми** ученици треба да буду упознати са основним алгоритмима теорије бројева. Један од основних појмова теорије бројева је појам простих бро- јева и потребно је обезбедити да ученици науче основне алгорит- ме везане за дељивост и за просте бројеве: одређивање делилаца

броја, испитивање да ли је број прост, одређивање свих простих бројева у неком интервалу (Ератостеново сито), растављање на просте чиниоце и примене. Алгоритми треба да буду имплемен- тирани на ефикасан начин (одређивање делилаца, испитивање да ли је број прост и растављање на просте чиниоце у сложености O (корен из n), а Ератостеново сито у сложености (n log log n). Кроз оптимизовање алгоритама теорије бројева подсетити ученике на тему анализе сложености алгоритама и примене општих техни- ка за конструкцију ефикасних алгоритама (на пример, приликом испитивања да ли је број прост користи се одсецање у линеарној претрази, узастопни упити колико има простих бројева у датим интервалима се након Ератостеновог сита могу оптимизовати пре- фиксним сумама и слично). Искористити ову тему и да се са сла- бијим ученицима поново обраде елементарне технике програми- рања (петље и итерација, низови, функције). Приказати што више примена основних алгоритама у решавању проблемских задатака (на пример, растављање на просте чиниоце се може применити да би се одредила допуна броја до потпуног квадрата, да би се ефика- сно израчунали број и збир делилаца броја, број узајамно простих бројева са датим бројем - тзв. Ојлерова функција и слично).

Још један значајан и често практично применљив проблем је про- блем одређивања НЗД и НЗС два броја. Приказати ученицима Еукли- дов алгоритам заснован на одузимању и заснован на дељењу. Прика- зати рекурзивну и итеративну варијанту и искористити прилику да се ученици још једном подсете теме рекурзије и ослобађања рекурзије.

У оквиру теме **Геометријски алгоритми** ученици упозна- ти са применама елементарне аналитичке геометрије равни (пре свега рада са векторима) на решавање проблема рачунарске гео- метрије и рачунарске графике. Као увод у тему могу се урадити задаци у којима се анализирају дужи, квадрати и правоугаоници којима су странице паралелне координатним осама (ови задаци се могу решавати елементарним програмерским техникама и са вео- ма скромним математичким знањем). Након тога могуће је прећи на скуп задатака у којима се троуглови, квадрати и правоугаони- ци налазе у општем положају (нпр. одређивање четвртог темена паралелограма на основу три позната темена, провера да ли тач- ка припада троуглу, провера да ли тачка припада паралелограму или произвољном конвексном многоуглу, одређивање пресечне тачке правих тј. дужи, одређивање пресека троуглова, четвороу- глова, одређивање обима и површина троуглова, четвороуглова и конвексних многоуглова). Скренути пажњу на проблеме рада са бројевима у покретном зарезу и нумеричких грешака које том при- ликом настају. Приказати што више практичних задатака у којима се примењују технике које се обрађују у овој области (на пример, израчунавање положаја тела у рачунарској графици).

У циљу илустрације примене геометријских алгоритама у рачунарској графици са ученицима креирати неколико веома јед- ноставних графичких апликација у којима се користе елементарни геометријски алгоритми (на пример, исцртавање и израчунавање обима и површине троугла нацртаног мишем, исцртавање квадра- та чија је дијагонала нацртана мишем, бојење круга и троугла у ра- зличиту боју у зависности од тога да ли се миш налази унутар кру- га тј. унутар троугла, исцртавање стрелице тј. вектора ако су му познате координате крајњих тачака). Ученицима који раније нису креирали графичке апликације потребно је приказати само основ- не технике, док је са ученицима који су раније креирали графичке апликације тему могуће обрадити и мало дубље (на пример, креи- рати апликацију у којој се конвексни многоугао боји различито у зависности да ли се миш налази у његовој унутрашњости, аплика- цију у којој се боји пресек два четвороугла и слично).

Кроз тему **Алгоритми над текстом и текстуалним датоте- кама** приказати основне технике анализе текста и ниски карактера (стрингова). Подсетити ученике на библиотечке функције за рад са нискама (надовезивање ниски, издвајање подниски, претрагу под- ниски и слично).

Објаснити шта су и чему служе регуларни изрази, а на неком од многобројних сајтова за тестирање регуларних израза, или у не- ком од едитора текста који их подржавају, показати како се користе. Увести основну нотацију за запис регуларних израза и применити

је на проблеме проналажења шаблона унутар текста и провере да ли се унети текст уклапа у жељени шаблон (нпр. проверити да ли је унети текст исправан запис мејл адресе или пронаћи све датуме у тексту, анализирати и модификовати датотеку са титловима не- ког филма, анализирати „лог”-датотеку веб-сервера и слично). Упо- требити регуларне изразе и у програмима на програмском језику у коме постоји библиотечка подршка за то (избор језика је прилично широк). Ученицима је могуће приказати и текстуалне датотеке за- писане у неком од стандардних формата (json, yaml, xml, html, css, markdown, restructuredtext, ...) и њихову анализу коришћењем спе- цијализованих парсера у програмском језику и регуларних израза.

Показати како неки језички конструкти (нпр. идентификато- ри, цели и реални бројеви, изрази са изабраним операцијама, са или без заграда, полиноми над једном или више променљивих, наредбе додељивања и сл.) могу да се рашчлане техником рекур- зивног спуста. Ради лакшег савладавања технике, пожељно је да се за парсирање сваког под-конструкта, тј. синтаксичке категори- је (идентификатор, број, сабирак/терм, чинилац/фактор, израз) користи посебна функција, односно метод. Правила по којима се сложенији конструкти граде од једноставнијих могу да се опишу усмено на основу искуства, или формално, нпр. Бекусовом нота- цијом или синтаксичким дијаграмима. Могући примери примене ове технике су провера исправности записа израза, израчунавање вредности аритметичких израза или логичких формула и сл.

Пожељно је да се програмерске технике уведене у овој теми примене на скупове текстуалних датотека (фајлова) које могу бити разасуте у некој структури директоријума (фолдера), где је потреб- но пронаћи захтеване податке и једноставно их обрадити (нпр. ако свака датотека представља оцене једног ученика из свих предмета у неком договореном формату, одредити средњу оцену одељења из неког, или сваког предмета).

Кроз тему **Графовски алгоритми** упознати ученике са пој- мом графа (који се паралелно обрађује и у оквиру изучавања дис- кретне математике) и са имплементацијом основних графовских алгоритама. Дефинисати оријентисане, неоријентисане и тежин- ске графове. Описати и неке специјалне класе графова (дрвета, потпуне графове, ацикличне графове, ...). Ученицима приказати основне начине репрезентације графа у програму (матрица пове- заности, листе суседа, ...). Приказати поступке елементарне ана- лизе графова (на пример, одређивање улазних и излазних степена свих чворова). Детаљно проучити алгоритме за обилазак графова и њихове примене. Приказати рекурзивну имплементацију оби- ласка графа у дубину (алгоритам DFS). Приказати нерекурзивну имплементацију обиласка графа у дубину уз помоћ стека и нере- курзивну имплементацију обиласка графа у ширину уз помоћ реда (алгоритам BFS). Приказати мноштво примена алгоритама за оби- лазак графова (нпр. одређивање компонената повезаности, топо- лошко сортирање, ...) и указати на предности обиласка у ширину у проблемима у којима се тражи најкраћи пут (нпр. најмањи број преседања да се стигне на одредиште). Приказати и Канов (Kahn) алгоритам тополошког сортирања (налажењем чворова који нема- ју улазних грана, уклањањем њихових излазних грана итд.).

Приликом обраде ових тема обезбедити да ученици добро разумеју како функционишу графовски алгоритми, што наставник проверава и тако што ученик приказује кораке који се спроводе током извршавања алгоритма. Ученици могу приказати рад алго- ритма било на папиру, било у склопу неког специјализованог еду- кативног софтвера који пружа ту функционалност.

У оквиру теме **Одабрани алгоритми и структуре података** може се проширити једна или више претходно обрађених тема. Теме се могу проширити одмах након обраде или на крају, када све теме буду обрађене. Алгоритме и структуре података који ће бити обрађени у овој теми бира наставник, при чему наставник има слободу да по својој процени одабере и неку другу тему из области програмирања и алгоритмике (на пример, из званичног програма такмичења). Могуће је индивидуализовати наставу и сваком ученику (или групама ученика) понудити теме које му нај- више одговарају. Ова тема може да се искористи и за системати- зацију градива и утврђивање елементарнијих алгоритамских тема, које ученици нису у довољној мери савладали.

Из области алгебарских алгоритама, ученицима је могуће приказати и напредније алгоритме и њихове примене, као што су проширени Еуклидов алгоритам, одређивање модуларног инвер- за, алгоритам заснован на кинеској теореми о остацима. Још једна значајна група алгебарских алгоритама која се опционо може об- радити су алгоритми за рад са полиномима и великим бројевима (бројевима репрезентованим помоћу низа цифара). Свим учени- цима је могуће приказати елементарну имплементацију основних операција над овим структурама података, а напреднијим учени- цима је могуће приказати и ефикаснији Карацубин алгоритам мно- жења заснован на техници подели-па-владај.

Из области геометријских алгоритама, могуће је приказати ученицима и напредније геометријске алгоритме, попут, на при- мер, одређивања конвексног омотача, ефикасног одређивања свих пресека у скупу дужи (line sweep алгоритам), одређивање пресека многоуглова и слично. Код напреднијих алгоритама детаљно ана- лизирати сложеност.

Из области графовских алгоритама могуће је приказати и друге графовске алгоритме (нпр. Примов и Краскелов алгоритам, Дајкстрин алгоритам, Флојд-Варшалов алгоритам и слично).

Из области алгоритама за обраду текста ученицима је мо- гуће приказати и ефикасне алгоритме претраге подниски (нпр. Кнут-Морис-Пратов, КМП алгоритам, Бојер-Муров алгоритам, Ра- бин-Карпов алгоритам и слично).

Израда пројектних задатака није обавезна у склопу овог предмета, али наставник може заинтересованим ученицима пону- дити теме пројектних задатака и оценити и ту њихову активност. Теме које се обрађују у склопу овог предмета се могу користити у склопу израде пројектних задатака из предмета „Објектно-оријен- тисано програмирање”.

III ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У процесу вредновања потребно је континуирано пратити рад ученика. У настави оријентисаној на достизање исхода вред- нују се и процес и продукти учења. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Важно је и ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају дома- ћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повре- мену проверу од стране наставника), помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода кроз анализу задатака које ученици нису умели да реше. Важно је и мотивисати ученике који редовно раде домаће задатке тако што ће њихов рад бити оцењен.

Вредновање активности у оквиру тимског рада се може оба- вити са групом тако да се од сваког члана тражи објашњење еле- мената урађеног рада и мишљење о сопственом раду унутар тима.

Препоручује се да наставник са ученицима договори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје ин- струмент за напредовање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Препоручено је да коначна оцена за сваког ученика буде до- бијена комбиновањем различитих начина оцењивања:

* активност на часу, учествовање у разговору и дискусији;
* редовна израда домаћих задатака;
* тестови - провера знања;
* пројектни рад, и појединачни и тимски.

Комбиновање различитих начина оцењивања помаже да се сагледају слабе и јаке стране сваког ученика. Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну ин- формацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Потребно је да наставник резултате вредновања постиг- нућа својих ученика континуирано анализира и користи тако да промени део своје наставне праксе.

# ОБЈЕКТНО ОРИЈЕНТИСАНО ПРОГРАМИРАЊЕ

Циљ учења Објектно оријентисаног програмирања је стица- ње основних знања о објектно оријентисаној парадигми и њеној примени у решавању практичних проблема, развијање апстракт- ног и критичког мишљења и оспособљавање за примену стечених знања и вештина у даљем школовању и будућем раду.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем наставног предмета Објектно оријентисано програ- мирање ученик је оспособљен да примени стечена знања и ве- штине из области информационо-комуникационих технологија ради испуњавања постављених циљева и задатака у свакодневном животу, даљем школовању и будућем раду. Развио је способност апстрактног и критичног мишљења уз помоћ информационо-кому- никационих технологија. Развио је дигиталну писменост и пози- тивне ставове према рачунарским наукама.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције представљају опис специфичних способности ученика које му омогућавају да развије општу предметну компетенцију. Подразумевају способност за од- говорно коришћење информационо-комуникационих технологија уз препознавање потенцијалних ризика и опасности. Специфичне компетенције обухватају способност да се разуме и примени на- чин решавања практичних проблема применом објектно оријенти- сане парадигме.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **1 час теорије + 3 часа вежби**

Годишњи фонд часова **37 часова теорије + 111 часова вежби**

|  |  |
| --- | --- |
| **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  и кључни појмови садржаја програма |
| * наброји основне карактеристике објектно оријентисане парадигме; * употреби готове класе и објекте у креирању апликација; * наведе разлику између класе и објекта; * објасни поступак моделовања на конкретним примерима; * опише интерфејс задате класе; * демонстрира концепт енкапсулације и објасни права приступа елементима класе; * напише класу са потребним атрибутима и методама; * напише конструкторе и деструктор у класи; * осмисли и имплементира решење задатка коришћењем новодефинисане класе и њених објеката; * осмисли и имплементира класу коју затим користи у више различитих апликација; * за задати проблем креира једноставaн систем повезаних класа и апликацију којом се тај проблем решава; * опише концепт наслеђивања и однос „врста-од”; * наброји примере неких наткласа и њихових изведених класа; * на примерима објасни права приступа елементима основне класе из објекта изведене класе; * дефинише конструкторе и деструкторе у наткласи и изведеним класама; * објасни принцип полиморфизма; * напише виртуалне методе у оквиру дефиниција класа; * дефинише апстрактне методе и апстрактне класе; * на примерима илуструје разлику између апстрактне класе и интерфејса; * осмисли и имплементира решење задатка коришћењем једне класе и класа изведених из ње; * за дати проблем уочи основне објекте и везе између њих, развије и имплементира хијерархије класа и интерфејса, помоћу којих могу да се реше тај и њему сродни проблеми; * тимски или индивидуално, а уз помоћ наставника, дефинише сложенији проблем за чије решавање осмишља и користи хијерархије класа; * тимски или индивидуално развије и приказује идејно решење проблема; * тимски или индивидуално развије план рада и начин праћења успешности реализације плана; * развије решење изабраног проблема или дела за који је задужен; * пише документацију; * креира презентацију и презентује решење пројектног рада; * вреднује своју улогу при изради пројектног задатка и активности за које је био задужен. | **ОСНОВНИ ПОЈМОВИ ОБЈЕКТНО ОРИЈЕНТИСАНОГ ПРОГРАМИРАЊА**  Основне карактеристике објектно оријентисане парадигме. Проблеми који се решавају објектно оријентисаним приступом. Примена готових класа и објеката.  Моделовање као основа за решавање проблема.  Принцип апстракције у објектно оријентисаном програмирању (скраћено ООП). Класа и објекат.  Инстанцирање класе. Улога и врсте конструктора, улога деструктора. Основни елементи класе: атрибути (поља) и методе  Принцип енкапсулације у ООП, права приступа пољима и методама. Употреба креираних класа у више различитих апликација.  Везе између класа. |
| **ПРИНЦИПИ НАСЛЕЂИВАЊА И ПОЛИМОРФИЗМА**  Наслеђивање. Наткласа и изведене класе (поткласе).  Поља и методе изведене класе, приступ компонентама основне класе Хијерархија класа.  Улога и врсте полиморфизама. Виртуалне методе.  Апстрактне методе и апстрактне класе. Интерфејси.  Улога апстрактних класа и интерфејса. |
| **ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК**  Фазе пројектног задатка од израде плана до представљања решења. Израда пројектног задатка .  Презентовање идејног решења пројектног задатка. Презентовање и анализа решења пројектног задатка. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Теоријски часови се изводе са целим одељењем. Препорука је да то буде у рачунарском кабинету и да ученик и током теориј- ских часова има активну улогу и може одмах да испроба једно- ставне примере. Настава вежби се изводи са половином одељења у рачунарском кабинету, у групама не већим од 12 ученика.

I. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму ра- зликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређе- не исходе потребно више времена, активности и рада на различи- тим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да ученици самостално откривају математичке правилности и изво- де закључке. Ученике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а уче- ници оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интер- активних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, дискусије, дебате и др., како би ученици били што више ангажо- ваном током наставе. Комбиновати на часовима различите облике рада као што су самостални рад ученика (по принципу један уче-

ник – један рачунар), рад у паровима (два ученика истовремено и заједно решавају конкретне задатке), рад у мањим групама (почет- на анализа и идеје за методе решавања), као и рад са целом групом када наставник објашњава, приказује, демонстрира и кроз диску- сију уводи ученике у нове области. Избор метода и облика рада, као и планирање активности ученика ускладити са наставним са- држајем који треба реализовати на часу и предвиђеним исхода, али и са специфичностима одељења и индивидуалних карактеристика- ма ученика. Предложени број часова по темама је оквирни, на на- ставнику је да процени потребан и довољан број часова по темама узимајући у обзир знања и вештине који ученици имају из прет- ходног школовања и животног искуства. Предложени редослед тема није обавезујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела, који наставник може прилагодити у складу са изабраним програмским језиком и методолошким опредељењем.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре-

длог броја часова по темама.

* Основни појмови објектно оријентисаног програмирања (50 часова)
* Принципи наслеђивања и полиморфизма (70 часова)
* Пројектни задатак (22 часа)

НАПОМЕНА: Предвиђена су два двочасовна писмена задат- ка са исправком (6 часова)

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Кроз обраду сваке теме ученици треба да што више буду активни и да током часова на рачунарима програмирају у кон- кретном изабраном објектно оријентисаном језику. Све теоријске појмове објаснити кроз конкретне примере класа и апликација у којима се користе објекти. Примери могу да буду једноставни, тако да се цела класа и апликација у којој се користе објекти кре-

иране класе може комплетно израдити на једном школском часу. Ставити акценат на апликације са графичким корисничким интер- фејсом. Приказати бар неке примере са графиком (цртање, графич- ки приказ објеката).

У оквиру теме **Основни појмови објектно оријентисаног програмирања** потребно је:

* Ученике укратко упознати са околностима и разлозима на- станка објектно оријентисане парадигме.
* Анализирати основне карактеристике објектно оријен- тисане парадигме и објектно оријентисани приступ у решавању практичних проблема. Истаћи значај објектно оријентисаног про- грамирања (скраћено ООП) у изради већих пројеката на којима истовремено ради више програмера, као и значај ове парадигме у креирању софтверских компоненти (класа, или група повезаних класа) које се могу користити у различитим апликацијама (понов- на употребљивост кода).
* Објаснити значај коришћења готових класа у савременом програмирању.
* Истаћи значај моделовања као основе за решавање про- блема у оквиру објектно оријентисане парадигме. На конкретним примерима објаснити поступак моделовања – посматрање домена проблема, избор релевантних особина и добијање модела. Следе могући примери интерфејса задатих класа:
* Класа *Производ* са интерфејсом који обухвата очитавање цене (*Цена*), промену цене (*ПромениЦену*), проверу којој врсти производ припада (*ВрстаПроизвода*), проверу да ли је производ траженог произвођача (*Произвођач*), приказ података (*Приказ* или *ToString*) и слично. Ова класа може касније да се искористи као базна класа хијерархије различитих типова производа.
* *Аутомобил*, која треба да моделира кретање аутомобила. Корисник класе (возач) може да очита положај аутомобила, али не може произвољно да мења тај положај, тј. не може да премести аутомобил као играчку. Могуће команде, поред очитавања положа- ја, су: усмери се у датом смеру, повећај или смањи брзину за дату вредност, заустави се, крећи се током кратког времена (израчуна се нови положај) и слично. Кретање може да буде дуж праве линије, или по равни.
* Кроз одабране примере упознати ученике са основним принципима ООП: апстракција, енкапсулација, наслеђивање, по- лиморфизам. У даљем излагању ове теме посебно се осврнути и детаљно илустровати принципе апстракције и енкапсулације. Већ у процесу моделовања ученицима објаснити принцип апстракције, а енкапсулацију током креирања и примене класа. Посебна тема је посвећена принципима наслеђивање и полиморфизам, па те прин- ципе у почетку изложити само укратко.
* Кроз одабране примере ученике упознати са основним пој- мовима објектно оријентисаног програмирања – класа и објекат.
* Објаснити основне елементе класе: атрибуте (поља) и мето- де, и њихову улогу.
* Објаснити однос између класе и објекта.
* Упознати ученике са готовим класама и објаснити њихов значај у изради објектно оријентисаних програма. Објаснити кроз примере појам, улогу и начин употребе готових генеричких класа из библиотеке.
* Упознати ученике са креирањем инстанци класе (објека- та), животним веком објекта и преносом објеката као параметара метода:
* конструктори,
* деструктори.
* Анализирати начине и права приступа атибутима и метода- ма. Обрадити са ученицима следеће теме:
* принцип енкапсулације (учауравања),
* јавни и приватни приступ елементима класе,
* дефинисање посебних метода за читање и постављање вредности атрибута тј. дефинисање својстава (ако их одабрани је- зик подржава),
* однос интерфејса класе и имплементације класе, значај њихове раздвојености, кроз примере илустровати промену импле- ментације без промене интерфејса
* Истаћи значај обраде изузетака. Објаснити механизам кре- ирања и механизам обраде изузетка. Истаћи важност коришћења изузетака при креирању и модификовању објеката и у примерима користити изузетке кад год има смисла. На пример, објекат класе *Разломак* чији је именилац нула није исправан и у конструктору треба направити и испалити одговарајући изузетак и тиме спре- чити прављење неисправног објекта. Слично, у класи *Производ*, приликом модификовања цене направити и испалити одговарајући изузетак и тиме спречити постојање негативног броја као цене.
* Упознати ученике са заједничким (static) елементима кла- се, указати на њихове специфичности (како атрибута тако и мето- да). На пример, праћење броја инстанци класе, тј. броја креираних објеката, са циљем додељивања јединственог идентификатора сва- ком новом објекту. Илустровати концепт статичких класа (ако су подржане у одабраном програмском језику).
* Кроз једноставне примере упознати ученике са начином израде објектно оријентисаних програма. У почетку може да буде корисно да наставник понуди написану класу коју ученици треба да искористе у програму, или обрнуто, да наставник подели про- грам који се ослања на још ненаписану класу, а коју ученици треба да напишу. Ученици треба да буду што активнији у каснијим ди- скусијама кроз које се проблем моделира и смишља једна или не- колико класа и начин њихове употребе. Како се напредује са реа- лизацији различитих примера, тако ученици треба да постану што самосталнији у осмишљавању и имплементирању решења задатка коришћењем новодефинисане класе и њених објеката. Пожељно је да се понека класа употреби у више различитих апликација, да би се илустровала могућност поновне употребе написаног кода. Следе могући примери различитих класа и апликације које их користе.
* Класа *Особа*, са атрибутима име, презиме, година рођења, адреса и број мобилног телефона, и методама за упоређивање две особе по години рођења, по имену и презимену, за приказ особе, за промену адресе особе, промену броја телфона. Обратити пажњу да приликом креирања објекта година рођења особе не може да буде већа од текуће године, а касније не може да се мења, док се, на пример, контролисано могу изменити број телефона и адреса. Употреба може да се илуструје кроз апликације за издвајање по- датака о особи из текстуалне датотеке, измену података о особи, претраживање особа, креирање одговарајућих спискова особа и слично.
* Класа *Производ* са атрибутима назив и цена, и методама за упоређивање са другим производом по цени (*СкупљиОд*, *Јефти- нијиОд*), промену цене (*ПромениЦену*) и приказ података (*Приказ* или *ToString*). Могуће је проширити класу са атрибутима назив произвођача, врста производа и слично и у складу са тим проши- рити и интерфејс. Апликација за приказ сортираног списка прои- звода по цени. Апликација за претрагу списка производа (по нази- ву, цени, произвођачу) и измену цена производа.
* Класа *Аутомобил* са апликацијама за анализу података о аутомобилима, продају аутомобила, претрагу аутомобила, и друге класе са сличним интерфејсом као описана класа *Производ*.
* Класа *Лоптица* са атрибутима положај (x и y координате), брзина кретања, величина и боја, и методама за цртање, покрета- ње, промену брзине, промену смера кретања, заустављање, одби- јање о други објекат или ивице. Апликације које имају једну или више лоптица које личе на једноставне рачунарске игрице или си- мулирају неки једноставан физички процес.
* Класа *Круг* која омогућава одређивање полупречника, повр- шине, обима круга, проверу припадности тачке кругу, одређивање међусобног положаја два круга, померање круга, цртање круга и слично. Продискутовати шта су могући атрибути ове класе.
* Класе *Дуж*, *Квадрат*, *Правоугаоник*, *Троугао*, *Многоугао* и друге класе са сличним интерфејсом као описана класа *Круг*.
* Класа *КомплексанБрој*, апликације за манипулације са комплексним бројевима (могуће је са ђацима урадити и графичко представљање комплексног броја), на овом примеру истаћи разли- читу имплементацију класе без промене интерфејса (имплемента- ције класе са реалним и поларним координатама).
* Класа *Време* (реализовати класу на више начина на пример са атрибутима сат и минут, и са атрибутом број минута од почетка дана) са основним методама за упоређивање два времена, одређи- вање времена после датог броја минута, приказ времена у разли- читим форматима (22:34, 10:34 PM) и слично.
* Класа *Датум* са основним методама, редни број дана у го- дини, датум после к дана, датум пре к дана, упоређивање два дату- ма и слично.
* Класа *Разломак* у којој су реализовати основне операције са разломцима, апликација за рад са разломцима (унос и избор опе- рације, или рачунање вредности израза са разломцима).
* Класе којима реализујемо различите колекције целих броје- ва (на пример *Низ/Листа*, *Скуп*, *Стек*, *Ред*, …) при томе показати различите имплементације класа (на пример реализације стека ко- ришћењем низа и коришћењем повезане листе).
* Уколико се у оквиру предмета *Програмирање* обрађује тема великих бројева, може да се имплементира класа *ВеликиПриро- данБрој* у којој су реализоване основне операције за рад са при- родним бројевима произвољне дужине.
* Препорука је да се кроз примере ученици упознају са пој- мом и улогом генеричких класа. Са ученицима имплементирати примере генеричких класа (нпр. низ, стек, ред, скуп и слично).
* Упознати ученике са везама између класа тј. са класама чија су поља објекти других класа, или референцирају објекте других класа.
* Имплементирати са ученицима системе повезаних класа. Осмислити примере класа и апликација за интерактивну реализа- цију са ученицима на основу претходно урађених задатака. Кроз те примере ученици треба да се што више осамостале у решава- њу задатих проблема, креирањем једноставних система повезаних класа и апликација којима се проблеми решавају. Следе могући примери за интерактивну реализацију са ученицима.
* Коришћењем претходно дефинисаних класа *Време* и *Да- тум*, може да се имплементира класа *ВременскиТренутак* коју даље примењујемо у некој апликацији или другој класи.
* Имплементирати класе *Тачка*, *Вектор*, *Права* и користити их у решавању једноставних геометријских проблема (пожељно је обезбедити и цртање објеката).
* Класе *Моном* и *Полином*, са методама за рачунске опера- ције над полиномима са више променљивих (класа *Моном* садржи низ слова која представљају имена променљивих и експонент уз свако име, а класа *Полином* садржи низ монома).
* Коришћењем претходно дефинисане класе *Особа* уз про- ширење по потреби, имплементирати класу *ВајберГрупа* (једин- ствени идентификациони број, име групе, администратор групе, списак особа – чланова…), креирати и класу *Порука* (особа и текст поруке) и обезбедити методе унутар класе *ВајберГрупа*, потребне за размену порука.

Тема **Принципи наслеђивања и полиморфизма** је централ- на тема предмета и за њу свакако треба одвојити укупно највећи број часова. У оквиру теме Принципи наслеђивања и полиморфи- зма потребно је:

* Упознати ученике са основним принципима наслеђивања (описати релацију ”је врста од”), начином креирања изведених класа, дефинисањем нових елемената у изведеној класи, креира- њем конструктора за објекте изведених класа, правима приступа елементима основне класе у изведеној класи, као и начину реде- финисања метода у изведеној класи.
* Објаснити принцип полиморфизма, виртуалне методе. Об- јаснити значење и разлике између статичког (у време превођења) и динамичког везивања (у време извршавања).
* Објаснити појам апстрактних метода и апстрактне класе.
* Објаснити појам интерфејса, декларацију и имплементаци- ју интерфејса. Нагласити да је могуће да једна класа имплементи- ра више интерфејса, као и да интерфејси могу да се наслеђују. Об- јаснити разлику између апстрактних класа и интерфејса.
* На конкретним примерима објаснити улогу апстрактних класа и интерфејса у хијерархији класа.
* Реализовати различите примере хијерархије класа у којима изведене класе поред понашања наслеђеног од базне класе имају и додатно, специфично понашање. Уз хијерархије класа реализовати и апликације које их користе. На пример:
* Класа *Особа* и изведене класе *Ученик, Професор, Дирек- тор, Помоћни Радник*. Све ове класе наслеђују основне атрибуте и методе од класе Особа и затим додају специфичне атрибуте и ме- тоде (на пример, просек оцена за ученика, одељење коме је разред- ни старешина за професоре и слично).
* Класа *Возило* и изведене класе *Путничко* и *Теретно*. Могу- ће је развити и класу *Гаража* као скуп возила (обезбедити улазак и излазак из гараже, као и евиденцију о слободним местима у га- ражи у зависности од димензија возила). Слично, класа *Трајект* чува скуп возила и може да води рачуна о укупној маси (која се ра- зличито израчунава за путничка и теретна возила, јер се теретним возилима додаје маса терета, а путничким возилима маса путника).
* Класе потребне за пословање у банци (класа *Рачун*, разли- чите врсте рачуна, класа *Трансакција*).
* Реализовати комплетне примере (динамичког) полиморфи- зма, тј. хијерархије класа у којој базна класа има један или више апстрактних метода, различито имплементираних у изведеним класама. На пример:
* Класа *Облик са* апстрактним методима *Обим*, *Површина*, *ПрипадностТачке*, *Транслација* и изведене класе *Троугао*, *Ква- драт*, *Круг*.
* Класа *ТелефонскиПретплатник* који садржи податке о осо- би, број телефона, евиденцију о обављеним разговорима и објекат класе *ТарифниПакет* који на основу евиденције позива израчу- нава износ рачуна. *ТарифниПакет* има више изведених класа (на пример *Припејд* и *Постпејд*). Могуће је различито тарифирати разговоре у истој и различитој мрежи, домаћи и инострани саобра- ћај и слично.
* Класа *Израз* са апстрактним методом *ВредностУТачки* и изведене класе *Константа*, *Променљива*, *Збир*, *Разлика*, *Производ*, *Количник*. Хијерархију је могуће проширити и класом *Функција* и из ње изведеним класама *Логаритамска*, *Синусна, Косинусна*, итд. Класе којима је потребан аргумент (то су класе изведене из кла- се *Функција*) или два аргумента (класе операције: *Збир*, *Разлика*, *Производ*, *Количник*) садрже одговарајући број референци на кла- су *Израз*.
* Реализовати са ученицима неколико апликација, у којима се дефинише и користи неколико хијерархија класа које се комбинују у изради коначног решења. Пожељно је да се неке развијене хи- јерархије класа употребе у више различитих апликација, да би се илустровала могућност поновне употребе написаног кода. Могуће је приказати креирање пројекта у виду библиотеке (статичке или динамичке) чијим се укључивањем у решење избегава потреба за понављањем и поновним превођењем изворног кода у ком су де- финисане класе које се користе у више пројеката.
* Кроз веће задатке је пожељно илустровати основне прин- ципе квалитетног објектно-оријентисаног дизајна: програмирање према интерфејсу, а не према имплементацији, учауравање и из- двајање у засебне класе делова апликације који могу да варирају, давање предности композицији у односу на наслеђивање, креира- ње група класа (модула, библиотека) са што мањим интерфејсом и тиме мањим спрезањем са класама ван групе, креирање класа које су отворене за проширивање, али затворене за модификацију, кре- ирање малих класа које треба да имају само једну одговорност, .... Кроз веће задатке и примере је пожељно илустровати и неке про- јектне обрасце који се користе у објектно-оријентисаном софтверу (али без инсистирања на упознавању ученика са теоријом и класи- фикацијом пројектних образаца). На пример, хијерархије израза и функција су типичан пример обрасца Composite, при чему је исти образац могуће илустровати и кроз примере класа датотека и ди- ректоријум, затим ставка менија и мени и слично.

Кроз израду сложеног пројекта у оквиру теме **Пројектни за- датак** повезати стечено знање (нпр. израда апликације за вођење евиденције у школама) и на тај начин упознати ученике са могућ- ностима објектно оријентисаног програмирања.

Пројектни задаци треба да представљају искуствено блиске проблеме за чије се решавање користи једна или више хијерархи- ја класа. Прецизирати термин за приказ идејног решења пре него што тим приступи практичном раду. Прецизирати и термин за презентацију коначног решења. Континуирано пратити на часови- ма рад ученика. Упутити ученика на даља истраживања додатних тема како у програмском језику тако и у области алгоритама.

Препоручују се следећи кораци у оквиру израде пројекта:

* Што прецизнија спецификација задатка: опис функционал- ности, интерфејс према кориснику (шта корисник може да ради, шта се приказује) – за опис може да се користи поређење са позна- тим програмима;
* У спецификацију може да уђе и листа могућих проширења, која не морају да буду урађена, али је пожељно да су предвиђена (ако утичу на дизајн);
* Класе које ће да постоје у програму, за сваку класу разми- слити шта осталим класама треба од ње. На основу ових предви- ђених захтева се постављају интерфејси класа;
* Имплементације планираних класа;
* Тестирање сваког дела функционалности током имплемен- тације, отклањање грешака (пожељни су тест модули);
* Спајање свих делова у целину, тестирање апликације кроз сценарија употребе (систематично испробавање функционалности апликације).

Дати редослед корака треба схватити као начин рада у идеал- ном случају. Мање одступања од наведених корака обично значи и мање проблема, али нормално је да се нпр. интерфејс неке класе и преправи током имплементације других класа које је користе, или да се неки делови програма тестирају само кроз коришћење целе апликације (без посебног тест модула).

За пројектни рад понудити неколико могућих начина реали- зације, тако да ученици у договору са наставником бирају начин рада (наставник одобрава и пројекат и начин рада):

* Ученици који нису довољно сигурни да би могли самостал- но да ураде пројекат, могу цео пројекат да раде у пару;
* Сваки ђак ради свој пројекат, а на почетку у паровима или мањим групама дискутују све пројекте те групе, помажу једни другима око дизајна/плана (које класе ће имати и са којим функци- оналностима, како те класе сарађују итд.);
* Ученик самостално ради цео пројекат;
* За пројекат који је нешто већи по обиму или комплекснији по структури, ученици могу да се организују у парове или мање тимове, да у оквиру пара или тима договоре дизајн, поделе посао уз прецизирање интерфејса, затим свако независно имплементира и тестира одређене класе, а на крају повежу делове и тестирају рад целе апликације.

У сваком начину организовања ученика потребно је да на- ставник верификује поједине фазе израде пројекта (опис задатка, дизајн класа), односно да да сугестије или коментаре. Уколико ученици раде у тимовима посветити пажњу изазовима тимског рада, охрабрити изражавање ставова и упутити како се врши поде- ла улога и решавају могући проблеми.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У процесу вредновања потребно је континуирано пратити рад ученика. У настави оријентисаној на достизање исхода вред- нују се и процес и продукти учења. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Важно је и ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају дома- ћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повре-

мену проверу од стране наставника), помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода кроз анализу задатака које ученици нису умели да реше. Важно је и мотивисати учени- ке који редовно раде домаће задатке тако што ће њихов рад бити оцењен.

Вредновање активности у оквиру тимског рада се може оба- вити са групом тако да се од сваког члана тражи објашњење еле- мената урађеног рада и мишљење о сопственом раду унутар тима. Препоручује се да наставник са ученицима договори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје ин- струмент за напредовање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Препоручено је да коначна оцена за сваког ученика буде до- бијена комбиновањем различитих начина оцењивања:

* активност на часу, учествовање у разговору и дискусији;
* редовна израда домаћих задатака;
* тестови – провера знања;
* пројектни рад, и појединачни и тимски.

Комбиновање различитих начина оцењивања помаже да се сагледају слабе и јаке стране сваког ученика. Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну ин- формацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Потребно је да наставник резултате вредновања постиг- нућа својих ученика континуирано анализира и користи тако да промени део своје наставне праксе.

# БАЗЕ ПОДАТАКА

Циљ учења База података је стицање основних знања о тех- никама пројектовања база података као одговора на пословну потребу за информационим системима. Усвајањем концепата из области база података, ученик развија способност да програмира и користи упите за добијање тражених информација из база, пра- вљење извештаја и дистрибуцију података.

ОПШТА ПРЕДМЕТНА КОМПЕТЕНЦИЈА

Учењем наставног предмета Базе података ученик је оспосо- бљен да примени стечена знања и вештине из области информаци- оно-комуникационих технологија ради испуњавања постављених циљева и задатака у свакодневном животу, даљем школовању и будућем раду. Развио је способност апстрактног и критичног ми- шљења уз помоћ информационо-комуникационих технологија. Развио је дигиталну писменост и позитивне ставове према рачу- нарским наукама.

СПЕЦИФИЧНЕ ПРЕДМЕТНЕ КОМПЕТЕНЦИЈЕ

Специфичне предметне компетенције представљају опис специфичних способности ученика које му омогућавају да ра- звије општу предметну компетенцију. Подразумевају способност за одговорно коришћење информационо-комуникационих техно- логија уз препознавање потенцијалних ризика и опасности. Спе- цифичне компетенције обухватају способност ученика да упозна концепт база података, њихову организацију, коришћење упита за добијање тражених информација из база, прављење извештаја и дистрибуцију података. Оне подразумевају и овладавање вешти- ном и техникама пројектовања база података као одговора на по- словну потребу за информационим системима. Специфичне пред- метне компетенције обухватају способност ефикасног коришћења програмирања и рада са базама података за решавање различитих проблема у даљем образовању, професионалном раду и свакоднев- ном животу.

Разред **Трећи**

Недељни фонд часова **1 час теорије + 1 час вежби**

Годишњи фонд часова **37 часова теорије + 37 часова вежби**

|  |  |
| --- | --- |
| **ИСХОДИ**  По завршетку разреда ученик ће бити у стању да: | **ТЕМА**  и кључни појмови садржаја програма |
| * објасни предности релационих база података у односу на друге начине чувања података; * објасни начин организације података у релационој бази података; * наброји елементе од којих се састоји дијаграм ентитета и веза; * наброји примере ентитета и њихових инстанци; * наброји примере ентитета и њихових атрибута; * објасни кардиналност и опционалност везе; * наброји и објасни различите врсте веза; * опише технике пројектовања база података; * препозна потребне ентитете, атрибуте и везе за дати проблем; * примени технике пројектовања и креира дијаграм ентитета и веза за базу података за дати проблем; * примени правила нормализације у процесу ефикасног организовања базе података; * опише како се подаци чувају у табелама у релационој бази података; * опише делове табеле (ћелија, колона и ред); * наброји врсте кључева; * прикаже како се модели података конвертују у релациони модел, односно релациону базу података; * кратко опише како су подаци који се чувају у различитим табелама повезани употребом примарног и страног кључа; * опише концепт упитног језика SQL за рад са релационим базама података; * наброји типове података; * наброји и објасни основне команде упитног језика SQL; * креира табеле; * изводи операције уношења, измене и брисања података у табелама; * издвоји податке из једне табеле креиране базе података употребом упита SELECT; * издвоји податке из две или више повезаних табела креиране базе података употребом упита SELECT; * изврши основне анализе и обраду података употребом различитих могућности упита SELECT; * филтрира податке по задатом критеријуму употребом различитих могућности упита SELECT; * сортира податке по задатом критеријуму приликом употребе упита SELECT; * употреби различите функције приликом писања упита SELECT; * напише подупит у оквиру упита SELECT; * кратко опише значај и смисао трансакција; * кратко опише значај и могућности вишекорисничког рада у бази података; * тимски и уз помоћ наставника дефинише проблем за чије решење се користи база података; * тимски развије и прикаже идејно решење проблема; * тимски развије план рада и начин праћења успешности реализације плана; * креира дијаграм ентитета и веза (ЕРД) за базу података за дефинисан проблем; * креира, уређује и структурира садржаје током рада на пројекту; * напише документацију; * креира презентацију и презентује решење пројектног рада; * вреднује своју улогу при изради пројектног задатка и активности за које је био задужен; * опише релациони модел података од атрибута, домена, релацијске шеме, релације; * објасни улогу релационе алгебре и релационог рачуна; * употреби операције релационе алгебре у конкретним примерима; * демонстрира примену нормалне форме и нормализације декомпозицијом. | **ПРОЈЕКТОВАЊЕ БАЗА ПОДАТАКА**  Подаци и потреба за базама података. Релациона база података.  Логички модел и дијаграм ентитета и веза (ЕРД – скраћено од енг. Entity-Relationship Diagram) као пројекат за креирање базе података.  Ентитети, атрибути, везе. Ентитет и његове инстанце. Нормализација модела. |
| **РЕЛАЦИОНЕ БАЗЕ ПОДАТАКА**  Припрема за израду релационе базе на основу логичког модела. Табела. Примарни кључ, страни кључ и друга ограничења. |
| **УПИТНИ ЈЕЗИК SQL**  Упитни језик SQL за рад са релационом базом података. Упит SELECT са многобројним могућностима.  Наредбе језика SQL за креирање табела и погледа.  Наредбе језика SQL за унос, измену и брисање података (INSERT, UPDATE и DELETE).  Трансакције.  Администрација базе и вишекориснички рад. |
| **ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК**  Фазе пројектног задатка од израде плана до представљања решења. Израда пројектног задатка.  Вредновање резултата пројектног задатка. |
| **ТЕОРИЈА ОБЛИКОВАЊА БАЗА ПОДАТАКА \***  Дефиниција релацијског модела података као формалног система: појединачан податак, атрибут, домен, релацијска шема, n-торка, релација, примарни кључ, релацијска алгебра.  Конвенција писања објеката.  Теорија функцијских зависности: аномалије одржавања база података. Дефиниција, Армстронгове аксиоме, затварачи скупа функцијских зависности, затварачи скупа атрибута, нормалне форме и нормализација декомпозицијом.  \* Ова тема је опциона и може се реализовати у зависности од интересовања ученика и расподеле осталих часова. |

# УПУТСТВО ЗА ДИДАКТИЧКО-МЕТОДИЧКО ОСТВАРИВАЊЕ ПРОГРАМА

Теоријски часови се изводе са целим одељењем. Препорука је да то буде у рачунарском кабинету и да ученик и током теориј- ских часова има активну улогу. Настава вежби се изводи са поло- вином одељења у рачунарском кабинету, у групама не већим од 12 ученика.

1. ПЛАНИРАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Приликом планирања часа, исходе предвиђене програмом треба разложити на мање и на основу њих планирати активности за конкретан час. Треба имати у виду да се исходи у програму ра- зликују, да се неки могу лакше и брже остварити, док је за одређе- не исходе потребно више времена, активности и рада на различи- тим садржајима. Исходе треба посматрати као циљеве којима се тежи током једне школске године.

При обради нових садржаја треба се ослањати на постојеће искуство и знање ученика, и настојати, где год је то могуће, да ученици самостално откривају математичке правилности и изво-

де закључке. Ученике треба упућивати да користе уџбеник и друге изворе знања, како би усвојена знања била трајнија и шира, а уче- ници оспособљени за примену у решавању разноврсних задатака.

На часовима треба комбиновати различите методе и облике рада, што доприноси већој рационализацији наставног процеса, подстиче интелектуалну активност ученика и наставу чини инте- ресантнијом и ефикаснијом. Препоручује се коришћење интер- активних метода, пројектне, проблемске и истраживачке методе, дискусије, дебате и др., како би ученици били што више ангажо- ваном током наставе. Комбиновати на часовима различите облике рада као што су самостални рад ученика (по принципу један уче- ник – један рачунар), рад у паровима (два ученика истовремено и заједно решавају конкретне задатке), рад у мањим групама (почет- на анализа и идеје за методе решавања), као и рад са целом групом када наставник објашњава, приказује, демонстрира и кроз диску- сију уводи ученике у нове области. Избор метода и облика рада, као и планирање активности ученика ускладити са наставним са- држајем који треба реализовати на часу и предвиђеним исхода, али и са специфичностима одељења и индивидуалних карактеристика- ма ученика. Предложени број часова по темама је оквирни, на на- ставнику је да процени потребан и довољан број часова по темама

узимајући у обзир знања и вештине који ученици имају из прет- ходног школовања и животног искуства. Предложени редослед тема није обавезујући за наставнике, већ само представља један од могућих модела, који наставник може прилагодити у складу са изабраним програмским језиком и методолошким опредељењем.

Ради лакшег планирања наставе даје се оријентациони пре- длог броја часова по темама.

* Пројектовање база података (25 часова)
* Релационе базе података (4 часа)
* Упитни језик SQL (30 часова)
* Пројектни задатак (15 часова)
* Теорија обликовања база података (у зависности од интере- совања ученика)

НАПОМЕНА: Предвиђена су два двочасовна писмена задат- ка са исправком (6 часова)

1. ОСТВАРИВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

Ученици треба да се упознају са потребом креирања база по- датака и са примерима база података које виђају свакодневно. Де- финисати појам релационе базе података и систем за управљање базама података. Програм реализовати кроз што више практичног рада и примера. Важно је да ученици виде примере из живота у којима се ради са великим количинама података (нпр. библиотека, видеотека, продавница, банка, пошта, школа, спортски клуб...), и да кроз практичан рад прођу све од пословног захтева до креира- ња конкретне базе података.

У оквиру тема **Пројектовање база података** и **Релационе базе података** потребно је:

* + Објаснити ученицима предности релационих база података у односу на друге начине чувања података, као и начин организа- ције података у релационој бази података.
  + Објаснити ученицима важност фазе израде модела базе по- датака чији је резултат дијаграм ентитета и веза (ЕРД – скраћено од енг. Entity-Relationship Diagram). Упознати ученике за изабра- ном нотацијом. Нагласити како се води рачуна о интегритету базе у фази пројектовања.
  + Дефинисати ентитет и атрибуте, и везе између ентитета. Објаснити како добијамо ентитет на основу посматрања инстанци и разјаснити однос ентитет-инстанца. Објаснити кардиналност и опционалност везе и различите типове веза према кардиналности (1:1, 1:М, М:М). Посебну пажњу посветити вези М:М и новом ен- титету који се уводи уместо ње. Увести појам примарног иденти- фикатора (кандидат за примарни кључ).
  + Приказати примере модела којима се решавају потребе за базом података у разним пословањима (нпр. библиотека, видеоте- ка, продавница, банка, пошта, школа, спортски клуб...).
  + Увежбати са ученицима технике пројектовања база података, препознавање потребних ентитета, атрибута и веза за дати проблем.
  + Оспособити ученике да примене технике пројектовања и креирају дијаграм ентитета и веза за базу података за дати проблем.
  + Објаснити кроз примере нормализацију и правила прве, друге и треће нормалне форме.
  + Оспособити ученике да примене правила нормализације у процесу ефикасног организовања базе података.
  + Описати релациони модел података од атрибута, домена, релацијске шеме, релације. Објаснити шта је интегритет релаци- оног модела података. Дефинисати општа правила интегритета (правила за примарни кључ, страни кључ)
  + Приказати како се модели података конвертују у релацио- ни модел, односно релациону базу података. Објаснити промену терминологије (ентитет-табела, атрибут-колона, инстанца-ред, примарни идентификатор-примарни кључ, веза-страни кључ). По- себно објаснити како су подаци у различитим табелама повезани помоћу вредности страних кључева и примарних кључева, као и табелу која у релационој бази одговара вези М:М.

У оквиру теме **Упитни језик SQL** потребно је:

* + Упознати ученике са основама програмирања у језику SQL. Истаћи важност упита SELECT којим претражујемо базе података и којим добијамо тражене и корисне информације. Описати селек- цију, пројекцију и спајање табела.
  + Упознати ученике са наредбама за креирање објеката. По- себну пажњу посветити наредби CREATE TABLE и различитим типовима података. Објаснити примарни и страни кључ, као и друга често коришћена ограничења (NOT NULL и UNIQUE KEY). Упознати ученике са другим објектима у бази (секвенце, индекси, процедуре, функције, тригери). Објаснити важност креирања по- гледа VIEW и дати примере.
  + Објаснити и провежбати наредбе за рад са подацима: унос података у базу, брисање и измена (INSERT, DELETE и UPDATE).
  + Детаљно објаснити и провежбати кроз највећи број часова упит SELECT којим се добијају информације из података који се чувају у бази. Кроз примере и практичан рад упознати ученике са:
  + пројекцијом и селекцијом као основним функционалности- ма упита SELECT;
  + издвајањем података из једне табеле;
  + издвајањем података из две или више повезаних табела;
  + различитим начинима спајања табела (INNER JOIN, OUTER JOIN, CROSS JOIN, NATURAL JOIN, JOIN ON, JOIN USING);
  + различитим основним анализама и обрадама података упо- требом оператора;
  + филтрирањем података по задатим критеријумима;
  + поступањем са празним пољима, тј. пољима која садрже NULL,
  + сортирањем податке по задатим критеријумима;
  + употребoм различитих функција за рад са бројевима, тек- стом и датумима;
  + употребoм различитих групних функција (COUNT, MIN, MAX, AVG) са и без GROUP BY и HAVING;
  + писањем подупита.
  + Истаћи важност администрације базе података: корисници, додељивање и одузимање права корисницима, роле. Описати зна- чај и смисао трансакција.

Тема **Пројектни задатак** је посвећена пројектном раду уче- ника.

Први део пројектног задатка подразумева да тимови ученика изаберу неко пословање (нпр. спортски клуб, туристичка агенција, рентакар компанија, сервис рачунара, банка, продавница, изложба паса, ветеринарска ординација, и слично) и да креирају дијаграм ентитета и веза (ЕРД) са пратећом документацијом и презентаци- јом. Први део пројектног задатка може да буде или полазна основа за завршни пројектни задатак, или да се посматра као пројектни задатак мањег обима који служи за увежбавање и припрему за за- вршни пројекат. Наставник доноси одлуку о самом току и реализа- цији пројектних радова.

На пример, тим ученика може у првом делу пројектног рада да уради дијаграм ентитета и веза за базу података туристичке агенције, а исти тим може да реализује касније комплетан пројект- ни задатак од модела до креирања базе података за рентакар ком- панију.

Друга могућност је да се пројектни задатак уради у два ко- рака. На пример, тим изабере пословање за које ће креирати базу података. У првом делу пројектног задатка креира дијаграм енти- тета и веза, а касније на основу истог модела креира базу података и пратећу документацију.

Први део пројектног рада може да се уради на крају теме Пројектовање база података, а други део на крају теме Упитни је- зик SQL. Пројектни рад може да се комплетно остави за часове након што се комплетно заврше теме Пројектовање база подата- ка, Релационе базе података и Упитни језик SQL. Пројектни рад са ученицима је могуће реализовати и кроз више мањих корака током целе школске године пратећи теме које се обрађују на часовима. После обраде неке целине, могуће је кроз неколико часова одради- ти део пројектног рада. Наставник процењује који су то тренуци и колико су велики појединачни кораци приликом пројектног рада.

Значајно је и да током рада тим развије и прикаже идејно ре- шење проблема, као и да развије план рада и начин праћења успе- шности реализације плана.

Ученици презентују коначне урађене пројекте и кроз диску- сију и критички однос их анализирају и вреднују по задатим кри- теријумима. Сваки ученик појединачно вреднује своју улогу при изради пројектног задатка и активности за које је био задужен.

Без обзира на који начин се реализује дата тема, потребно је осмислити што више разноврсних сценарија, тј. детаљних описа пословања, на којима би ученици радили. Следе два примера који се могу користити за пројектне задатке. Опис захтева за први и други део пројекта су исти за оба сценарија.

Први део пројекта: На основу сценарија, креирати дијаграм ентитета и веза, који садржи све eнтитете, атрибуте и именоване везе. Дијаграм ентитета и веза мора да задовољава правила нор- мализације и да не садржи ниједну више према више везу. Поред дијаграма, направити пропратну документацију у виду PowerPoint презентације која ће садржати опис проблема, решење проблема, као и кључне везе између ентитета. Важно је издвојити три везе између ентитета које ћете детаљно објаснити. Усмена тимска пре- зентација пројекта траје максимално 5 минута.

Други део пројекта: Превести креирани дијаграм у релацио- ни модел, креирањем одговарајућих табела. Коришћењем наредбе CREATE TABLE потребно је креирати све табеле дате базе. Сваку креирану табелу попунити са 10 редова. Коришћењем одговарају- ћих упита, проверити тачност креиране базе података.

Сценарио 1. Потребно је креирати базу података у којој ћемо да водимо евиденцију о изложбама паса које се одржавају у Срби- ји. За сваку изложбу потребно је знати датум и место одржавања. На изложбама пси се такмиче у категоријама. Један пас се може такмичити у више категорија и у једној категорији се може так- мичити више паса. Приликом такмичења пси остварују резултате. У једној категорији пас може остварити само један резултат, али може остварити више резултата у различитим категоријама. За сваког пса потребно је знати име, тежину и када је оштењен. Пас припада само једној раси, а у оквиру једне расе може да се такми- чи више паса. Такође, за сваког пса је потребно чувати податке о дужини длаке и боји. Поред резултата треба чувати додатна запа- жања о псу који је остварио одређени резултат. Пас може имати само једног власника, а власник може имати више паса. За власни- ка је потребно чувати поред података о имену и презимену, адресу и матични број. За сваког пса потребно је чувати и пол.

Коришћењем одговарајућих упита, проверити тачност креи- ране базе података:

* + Приказати листу назива свих паса тражене расе који су уче- ствовали на изложби у јуну 2013. године сортирани по називу у опадајући низ.
  + Приказати списак свих изложби које су одржане од маја до октобра 2015. године.
  + Приказати укупан број паса тражене расе који је пријављен и који су се такмичили на одабраној изложби.
  + Приказати имена и презимена власника свих паса који су освојили неку награду.
  + Приказати све шифре изложби и градове у којима су се одр- жавале сортиране у растући абецедни низ.
  + Приказати колико се паса такмичило у свакој категорији за изложбе одржане у јуну и августу 2015 године.
  + Приказати све власнике и псе који су се појављивали на више од три изложбе у току године.

Сценарио 2. Потребно је креирати базу података у којој се чувају подаци о туристичким аранжманима једне агенције. За ту- ристички аранжман памте се датум поласка и повратка, укупна цена аранжмана, порез на услуге и тип путовања. У оквиру аран- жмана посећује се туристичка дестинација при чему више аран- жмана могу бити за исту дестинацију. За дестинацију се чувају назив места, држава у којој се дестинација налази и цена визе ако је потребна за ту државу. Путници који путују преко туристичке агенције називају се клијенти и о њима се чувају следећи подаци: име клијента, презиме, адреса, град из којег долази клијент и број телефона. Један путник може имати више различитих аранжмана. Клијенти су на дестинацији смештени у хотелима. За сваки хотел памти се назив хотела, адреса, телефон, град, држава и категорија хотела. Клијент може више пута да борави у истом хотелу, у више

различитих аранжмана. Клијенти у хотелима могу одседати у ра- зличитим собама. Због тога је потребно чувати податке о величини и цени собе, а такође и у посебној табели тип собе. Хотел се може резервисати на одређени број дана при чему се обрачунава укупна цена боравка. Клијентима су понуђени и додатни обиласци да би учинили аранжман атрактивнијим. За сваки обилазак памти се на- зив обиласка и цена.

Коришћењем одговарајућих упита, проверити тачност креи- ране базе података:

* + Приказати називе хотела са три звездице из Енглеске и уку- пан број аранжмана за хотел „Асторија”, који су обављени у јуну 2015. године, сортиран по називу хотела у растући низ.
  + Приказати све категорије хотела које се налазе у Грчкој, сортиране у растући низ.
  + Приказати све клијенте који су више од два пута у 2013. години боравили у хотелу „Асторија”.
  + Приказати клијенте који су имали више од четири аранжа- мана у периоду од 2013. до 2015. године.
  + Приказати све типове соба, као и величину и цену соба у хотелима који се налазе у Италији.
  + Приказати клијенте који су одсели у хотелима са четири звездице у периоду од маја до августа 2014. године.
  + Приказати све податке о хотелу у коме су клијенти бора- вили дуже од 10 дана. Уједно приказати и имена клијента, датум поласка и повратка, и укупну цену аранжмана.

У зависности од интересовања ученика и расподеле осталих часова, могуће је са ученицима обрадити и тему **Теорија облико- вања база података**:

* + Дефиниција релацијског модела података као формалног система: појединачан податак, атрибут, домен, релацијска шема, n-торка, релација, примарни кључ, релацијска алгебра.
  + Конвенција писања објеката.
  + Теорија функцијских зависности: аномалије одржавања база података.
  + Дефиниција, Армстронгове аксиоме, затварачи скупа функ- цијских зависности, затварачи скупа атрибута, нормалне форме и нормализација декомпозицијом.

1. ПРАЋЕЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ НАСТАВЕ И УЧЕЊА

У процесу вредновања потребно је континуирано пратити рад ученика. У настави оријентисаној на достизање исхода вред- нују се и процес и продукти учења. Прикупљање информација из различитих извора (свакодневна посматрања, активност на часу, учествовање у разговору и дискусији, самосталан рад, рад у гру- пи, тестови) помаже наставнику да сагледа постигнућа (развој и напредовање) ученика и степен остварености исхода. Свака актив- ност је добра прилика за процену напредовања и давање повратне информације. Важно је и ученике оспособљавати и охрабривати да процењују сопствени напредак у учењу.

У процесу праћења и вредновања значајну улогу имају дома- ћи задаци. Редовно задавање домаћих задатака (уз обавезну повре- мену проверу од стране наставника), помаже наставнику да стекне бољи увид у степен остварености исхода кроз анализу задатака које ученици нису умели да реше. Важно је и мотивисати ученике који редовно раде домаће задатке тако што ће њихов рад бити оцењен.

Вредновање активности у оквиру тимског рада се може оба- вити са групом тако да се од сваког члана тражи објашњење еле- мената урађеног рада и мишљење о сопственом раду унутар тима. Препоручује се да наставник са ученицима договори показатеље на основу којих сви могу да прате напредак у учењу, ученици се уче да размишљају о квалитету свог рада и о томе шта треба да предузму да би свој рад унапредили. Оцењивање тако постаје ин- струмент за напредовање у учењу. На основу резултата праћења и вредновања, заједно са ученицима треба планирати процес учења и бирати погодне стратегије учења.

Препоручено је да коначна оцена за сваког ученика буде до- бијена комбиновањем различитих начина оцењивања:

* активност на часу, учествовање у разговору и дискусији;
* редовна израда домаћих задатака;
* тестови – провера знања;
* пројектни рад, и појединачни и тимски.

Комбиновање различитих начина оцењивања помаже да се сагледају слабе и јаке стране сваког ученика. Приликом сваког вредновања постигнућа потребно је ученику дати повратну ин- формацију која помаже да разуме грешке и побољша свој резултат и учење. Потребно је да наставник резултате вредновања постиг- нућа својих ученика континуирано анализира и користи тако да промени део своје наставне праксе.

1. ПРЕПОРУКЕ ЗА ПРИПРЕМУ ИНДИВИДУАЛНОГ ОБРАЗОВНОГ ПЛАНА ЗА УЧЕНИКЕ КОЈИМА ЈЕ ПОТРЕБНА ДОДАТНА ОБРАЗОВНА ПОДРШКА
   1. Индивидуални образовни план за социјално ускраћене ученике и ученике са сметњама у развоју и инвалидитетом

Индивидуални образовни план се припрема за ученике ко- јима је услед социјалне ускраћености, сметњи у развоју, инвали- дитета, каснијег укључивања у школовање, недовољног познава- ња језика и других разлога потребна додатна образовна подршка. Циљ индивидуалног образовног плана јесте постизање оптимал- ног укључивања таквих ученика у редован образовно-васпитни рад и њихово осамостаљивање у вршњачком колективу. За сваког ученика појединачно, према његовим специфичним потребама и могућностима, припрема се прилагођен начин образовања који обухвата индивидуални образовни план, програм и начин рада који садрже: 1) дневни распоред активности часова наставе у оде- љењу; 2) дневни распоред рада са лицем које пружа додатну по- дршку и учесталост те подршке; 3) циљеве образовно-васпитног рада; 4) посебне стандарде постигнућа и прилагођене стандарде за поједине или све предмете са образложењем за одступање; 5) програм по предметима, у коме је прецизирано који садржаји се обрађују у одељењу, а који у раду са додатном подршком; 6) инди- видуализован начин рада наставника, избор адекватних метода и техника образовно-васпитног рада. Индивидуални образовни план доноси педагошки колегијум на предлог стручног тима за инклу- зивно образовање. Тим за инклузивно образовање чине одељењ- ски старешина и предметни наставници, стручни сарадник школе, родитељ/старатељ, а по потреби педагошки асистент и стручњак ван школе, на предлог родитеља/старатеља. Родитељ/старатељ даје сагласност за спровођење индивидуалног образовног плана. На- ставник при планирању свог рада у одељењу усклађује свој план са индивидуалним образовним планом ученика. Спровођење ин- дивидуалних образовних планова прати просветни саветник.

* 1. Индивидуални образовни план за ученике са изузетним способностима

За ученике са изузетним способностима, школа обезбеђује израду, доношење и остваривање индивидуалног образовног пла- на којим се врши проширивање и продубљивање садржаја обра- зовно-васпитног рада. Индивидуални образовни план је посебан акт, који има за циљ оптимални развој ученика и остваривање ис- хода образовања и васпитања, у складу са прописаним циљевима и принципима, односно задовољавања образовно-васпитних потреба ученика. Индивидуални образовни план укључује: 1) педагошки профил ученика, у ком су описане његове јаке стране и потребе за подршком; 2) план индивидуализованог начина рада, којим се пре- длажу одређени видови прилагођавања наставе (простора и услова, метода рада, материјала и учила) специфичним потребама ученика и 3) план активности, којим се предвиђени облици додатне подршке операционализују у низ конкретних задатака и корака, и специфику- је распоред, трајање, реализатори и исходи сваке активности.

Индивидуални образовни план доноси педагошки колегијум на предлог тима за инклузивно образовање, односно тима за пру- жање додатне подршке ученику. Тим за пружање додатне подршке чине: наставник предметне наставе, стручни сарадник школе, ро- дитељ/старатељ, а по потреби и стручњак ван школе, на предлог родитеља/старатеља. Родитељ/старатељ даје сагласност за спрово-

ђење индивидуалног образовног плана. Наставник при планирању свог рада у одељењу усклађује свој план са индивидуалним обра- зовним планом ученика, укључујући мере и активности предви- ђене индивидуалним образовним планом. Он се остварује доми- натно у оквиру заједничких активности у одељењу а у складу са потребама ученика, на основу одлуке тима за пружање додатне подршке ученику, делом може да се остварује и ван одељења.

Спровођење индивидуалних образовних планова прати про- светни саветник.

1. НАЧИН ПРИЛАГОЂАВАЊА ПРОГРАМА
   1. Начин прилагођавања програма предмета од значаја за националну мањину

У настави предмета од значаја за националну мањину (Исто- рија, Музичка култура и Ликовна култура) изучавају се додатни са- држаји који се односе на историјско и уметничко наслеђе одређене мањине. Од наставника се очекује да, у оквирима дефинисаног годишњег фонда часова, обраде и додатне садржаје, обезбеђују- ћи остваривање циљa предмета, стандарда постигнућа ученика и дефинисаних исхода. Да би се ово постигло, веома је важно пла- нирати и реализовати наставу на тај начин да се садржаји из кул- турно-историјске баштине једне мањине не посматрају и обрађују изоловано, већ да се повезују и интегришу са осталим садржајима програма користећи сваку прилику да се деси учење које ће код ученика јачати њихов осећај припадности одређеној националној мањини.

1. УПУТСТВО ЗА ОСТВАРИВАЊЕ СЛОБОДНИХ АКТИВНОСТИ

Ради јачања образовноваспитне делатности школе, подстица- ња индивидуалних склоности и интересовања и правилног кори- шћења слободног времена, школа је дужна да реализује слободне активности, које се спроводе кроз рад у секцијама и ваннаставним активностима. Школа својим Школским програмом и Годишњим планом рада дефинише различите активности у складу са својим ресурсима и просторним могућностима.

Активности треба тако организовати да ученици имају што више могућности за активно учешће, за креативно испољавање, за интеракцију са другим ученицима, коришћење различитих извора информација и савремених технологија. Резултате рада ученика у оквиру слободних активности треба учинити видљивим јер се на тај начин обезбеђује мотивација и задовољство учесника активно- сти. Бројни су начини на који је могуће то остварити као што су: организовање представа, изложби, базара, објављивање на сајту школе, кроз смотре стваралаштва, спортске сусрете и друго.

# ХОР И ОРКЕСТАР

Свака гимназија обавезна је да организује рад школског хора, а поред тога паралелно може организовати и школски оркестар, у оквиру обавезних ваннаставних активности. Рад и концертна ак- тивност хорова и оркестара значајна је зато што утиче на облико- вање културнoг индeнтитeтa шкoлe, пoдршка је рaзвojу културнe срeдинe зajeдницe, утиче на формирање будућe кoнцeртнe публикe и на тај начин доприноси oчувaњу, прeнoшeњу и ширeњу музич- ког културнoг нaслeђa.

Због значаја ових ансамбала за ученике, школу и шире, мора се водити рачуна да се у време одржавања проба не заказују друге активности, односно часови се морају одржавати у континуитету и бити део распореда часова школе.

Певање у хору или свирање у оркестру имају свој образовни и васпитни циљ.

*Образовни циљ* обухвата развијање слуха и ритма, ширење гласовних могућности и учвршћивање интонације, способност за фино нијансирање и изражајно извођење, упознавање страних је- зика, литерарних текстова, домаћих и страних композитора, што све води ка развијању естетских критеријума.

*Вaспитни циљ* oбухвaтa рaзвиjaњe oсeћaњa припaднoсти кoлeк- тиву – остваривање циљева кроз задовољство у заједничком раду-

;развијање савесности и дисциплине, концентрације и прецизно- сти, истрајности и личне одговорности, пoштoвaњa рaзличитoсти и тoлeрaнциje; рaзвиjaњe oдгoвoрнoсти, стицање самопоуздања, савла- давање треме и развијање вршњачке сарадње на нивоу школе, као и способност како се уклопити и као индивидуа стајати иза групе.

Позитиван утицај музике на здравље и развој је општепознат (психолошки, социолошки, емоционални развој), те певање у хору значајно доприноси смањењу стреса, агресивности и побољшању здравља и квалитета живота код ученика.

# а) ХОР

Хор може бити организован као мешовити, женски или му- шки вишегласни хор, на нивоу целе школе. Часови рада су део радне обавезе ученика који су прошли аудицију за хор. У односу на укупан број ученика, минималан број чланова хора за школе које имају до 200 ученика је 30 чланова, а у већим школама (преко 200 ученика) је 40.

Рад са хором представља сложенији вид васпитно-образовног рада наставника и рачуна се као саставни део обавезне наставе и вреднује се као педагошка норма наставника у оквиру обавезне двадесеточасовне норме са по 4 часа недељно, односно по 140 ча- сова годишње.

Репертоар школских хорова обухвата одговарајућа дела до- маћих и страних аутора разних епоха, народне, пригодне песме савремених композитора. У току школске године потребно је са хором извести најмање десет вишегласних композиција, acappella или уз инструменталну пратњу. При избору песама треба поћи од процене гласовних могућности, као и од тема и нивоа сложености примерених средњошколском узрасту.

# Начин остваривања програма

Хор формира наставник, на основу провере слуха, гласовних и певачких способности ученика, након чега следи разврставање певача по гласовима.

Хорске пробе се изводе одвојено по гласовима и заједно. Програм рада са хором треба да садржи пригодне композиције, као и дела озбиљније уметничке вредности, у зависности од мо- гућности ансамбла.

Садржај рада:

* избор чланова и разврставање гласова;
* хорско распевавање (вежбе дисања, дикције, интонације и техничке вежбе);
* интонативне вежбе (решавање проблема из појединих дело- ва хорске партитуре);
* музичка карактеризација ликова и тумачење садржаја;
* стилска обрада дела;
* увежбавање хорских деоница појединачно и заједно;
* реализација програма и наступа хора према Годишњем про- граму рада школе.

На часовима хора, наставник треба да инсистира на правил- ној техници певања. Дисање, дикција и артикулација представљају основу вокалне технике па тако вежбе дисања и распевавања мора- ју бити стално заступљене. Услов правилног дисања је и правилно држање тела. Потребно је инсистирати на доброј дикцији (зависно од стила). Препоручљиво је певање вокала на истој тонској виси- ни, уз минимално покретање вилице у циљу изједначавања вокала, а у циљу добијања уједначене хорске боје.

Код обраде нове композиције најпре се приступа детаљној анализи текста. Уколико је текст на страном језику, ученици уче правилно да читају текст, изговарају непознате гласове и упозна- ју се са значењем текста. Током анализе текста важно је обратити пажњу и на акцентовање речи и слогова на основу дела такта и ме- лодијског тока. Даља анализа нотног текста и усвајање мелодија по гласовима, постиже се на одвојеним пробама по гласовима. Већ у овој фази, уз учење нотног текста, треба у учење укључити и дина- мику и агогику. На заједничким пробама хора, након усвајања ком- позиције у целости, неопходан је даљи рад на интерпретацији дела.

Обрађене композиције изводе се на редовним школским ак- тивностима (Дан школе, Свечана прослава поводом обележавања школске славе Светог Саве, Годишњи концерт...), културним мани- фестацијама у школи и ван ње, као и на фестивалима и такмиче- њима хорова у земљи и ван ње.

# Препоручене композиције за рад хора

Химне: Боже правде, Светосавска химна, Востани Сербие, Gaudeamus igitur

О. ди Ласо: мадригал по избору (Матона миа Кара)

К. Џезуалдо: мадригал по избору (нпр. Sospirava il mio core) Хенри VIII: Pastime with good company

Стари мајстори – избор

J. С. Бах – корал по избору (Jesu, meine Freude, Herr, Gott, wir loben dich)

1. С. Бах/Ш. Гуно – Аве Мариа (хорска обрада)

Г. Ф. Хендл: арија Алмире из опере Риналдо (хорска обрада) Ђ. Б. Мартини: Un dolce canto

В. А. Моцарт: Abendruhe

Л. ван Бетовен: канони Glück zum neuen Jahr, An Mälzel Ф. Грубер: Ариа Nyxта

А. Суливан: The long day closes

Ф. Шуберт – избор (Heilig ist der Herr) Ф. Шуман – избор (Gute Nacht)

Ф. Лист – Салве регина

Ђ. Верди: Хор Јевреја из опере „Набуко”

А. Бородин – Половетске игре из опере „Кнез Игор”

П. И. Чајковски: избор духовних песама (Свјати боже), Ручи бегут звења

Д. С. Бортњански: Избор (Оче наш, Тебе појем, Хвалите го- спода, химна Кољ Славен)

Чесноков – избор (Тебе појем) Н. Кедров – Оче наш

А. Ведељ – Не отврати лица Твојего

Анонимус – Полијелеј –Хвалите имја Господње

С. С. Мокрањац: Одломци из Литургије св. Јована Злато- устог: Тебе појем, Свјати боже, Буди имја, Алилуја; Тропар св. Сави, О светлим празницима; Акатист пресветој Богородици; Ру- ковети или одломци из руковети по избору и могућностима хора

1. Станковић: Паде листак, Тавна ноћи, Девојка соколу, Сива магла

И. Бајић/К.Бабић: Српкиња

Кнез М.Обреновић: Што се боре мисли моје (обрада) Ј. Славенски: Јесењске ноћи

М.Тајчевић: Четири духовна стиха Џ. Гершвин: Sumertime

Црначка духовна музика: Избор (Nobody knows; Ilija rock) К. Орф – Catulli carmina (Odi et amo)

K. Золтан: Stabat mater

Д. Радић: Коларићу панићу

М. Говедарица: Тјело Христово

Е. Витакр: Лукс аурумкве (Lux Aurumque) Г. Орбан: Аве Марија

С. Ефтимиадис: Карагуна

T. Скаловски: Македонска хумореска

Д. С. Максимовић: Девојчица воду гази, Љубавна песма Ст. М. Гајдов: Ајде слушај Анђо

П. Љондев: Кавал свири, Ерген деда С. Балаши: Sing, sing

К. Хант – Hold one another

Ф. Меркјури: Боемска рапсодија, We are the champions Џенкинс: Адиемус

Г. Бреговић: Dreams Ера: Амено

Непознат аутор: When I fall in love А. Ли: Listen to the rain

М. Матовић: Завјет, Благослов

В. Милосављевић: Покајничка молитва, Херувимска песма Ж. Ш. Самарџић: Суза косова

Н. Грбић: Ово је Србија

С. Милошевић: Под златним сунцем Србије Обраде песама група Beatles (Yesterday...), Abba…

Обраде српскиих народних песама, песме Тамо далеко, Кре- ће се лађа Француска, коло Боерка...

Канони по избору

# б) ОРКЕСТАР

Оркестар је инструментални састав од најмање 10 извођача који свирају у најмање три самосталне деонице. У зависности од услова које школа има, могу се образовати оркестри блок флаута, тамбурица, гудачког састава, хармоника, мандолина као и мешовити оркестри.

Рад са оркестром представља сложенији вид васпитно-образовног рада наставника и рачуна се као саставни део обавезне наставе и вред- нује као педагошка норма у оквиру обавезне двадесеточасовне норме наставника са по 4 часа недељно, односно по 140 часова годишње.

Садржај рада:

* избор инструмената и извођача у формирању оркестра;
* избор композиција према могућностима извођача и саставу оркестра;
* техничке и интонативне вежбе;
* расписивање деоница и увежбавање по групама (прстомет, интонација, фразирање);
* спајање по групама (I–II; II–III; I–III);
* заједничко свирање целог откестра, ритмичко – интонатив- но и стилско обликовање композиције.

У избору оркестарског материјала и аранжмана потребно је водити рачуна о врсти ансамбла, а и извођачким способностима ученика. Репертоар школског оркестра чине дела домаћих и стра- них композитора разних епоха у оригиналном облику или прила- гођена за постојећи школски састав. Школски оркестар може на- ступити самостало или као пратња хору.

ОСТАЛИ ОБЛИЦИ ОБРАЗОВНО-ВАСПИТНОГ РАДА

За ученике чије се интересовање и љубав за музику не могу задовољити оним што им пружа редовна настава, могу се органи- зовати додатна настава или секције.У зависности од афинитета, креативних способности или извођачких могућности ученика, рад се може организовати кроз следеће активности:

* солистичко певање;
* групе певача;
* „Мала школа инструмента” (клавир, гитара, тамбуре...);
* групе инструмената;
* млади композитори;
* млади етномузиколози (прикупљање мало познатих или го- тово заборављених песама средине у којој живе).