

---

Elektrotehnički fakultet u Beogradu  
Katedra za računarsku tehniku i informatiku

*Predmet:* Operativni sistemi 1

*Nastavnik:* prof. dr Dragan Milićev

# **Obaveštenja i pravila predmeta Operativni sistemi 1**

---

# Opšte o predmetu

---

**Naziv:** Operativni sistemi 1  
**Semestar:** IV  
**Smerovi:** Računarska tehnika i informatika i Softversko inženjerstvo  
**Nastavnici:** Prof. dr Dragan Milićev  
[dmilicev@etf.rs](mailto:dmilicev@etf.rs), <http://rcub.bg.ac.rs/~dmilicev>  
doc. dr Živojin Šuštran  
[zika@etf.rs](mailto:zika@etf.rs)  
**Asistenti:** Živojin Šuštran, [zika@etf.rs](mailto:zika@etf.rs),  
Uroš Radenković, [uki@etf.rs](mailto:uki@etf.rs),  
Predrag Obradović, [pedjao@etf.bg.ac.rs](mailto:pedjao@etf.bg.ac.rs),  
Marko Mićović, [micko@etf.rs](mailto:micko@etf.rs)

**Fond časova:** 2+2+1

**Veb sajt:** <http://os.etf.rs>

**Konsultacije:** Kraća pitanja i kraći odgovori najefikasnije se razmenjuju e-poštom. Usmene konsultacije se obavljaju za vreme ili između časova nastave, ili u drugo vreme po prethodnom dogovoru e-poštom.

**Važna napomena:** Sva pravila navedena u ovom dokumentu ili na matičnom sajtu predmeta važe sve dok se na istom mestu, na časovima nastave, na oglasnoj tabli ili e-poštom studenti ne obaveste drugačije.

## O predmetu

Operativni sistemi svakako predstavljaju jednu od najvažnijih i najrasprostranjenijih vrsta softverskih sistema. Raznolikost vrsta i namene modernih hardverskih platformi, perifernih uređaja i softverskih aplikacija konstantno uvećava značaj, obim funkcionalnosti, ali i složenost operativnih sistema. Ovaj predmet izučava namenu i funkcije modernih operativnih sistema, ali i duboko ulazi u principe njihove konstrukcije. Drugim rečima, predmet objašnjava ključne koncepte i principe funkcionisanja, konstrukcije i implementacije operativnih sistema uopšte, ukazuje na najvažnije probleme koji se pri njihovoj konstrukciji sreću i opisuje najbolja rešenja i algoritme.

Cilj ovog predmeta jeste da studenti steknu opšta, fundamentalna znanja o principima funkcionisanja, konstrukcije i implementacije operativnih sistema, nevezano ni za jedan konkretan operativni sistem. Studenti će biti osposobljeni za razumevanje postojećih i konstrukciju sopstvenih operativnih sistema. Pošto je taj cilj najbolje postići samostalno konstruišući operativni sistem, kao obavezni praktični rad u okviru predmeta studenti samostalno izgrađuju malo, ali funkcionalno jezgro operativnog sistema. Na taj način, ovaj predmet demistifikuje operativne sisteme, kao jednu od najvećih "magija" za "obične" korisnike računara!

Osim toga, ovaj predmet predstavlja prvu veliku priliku da studenti Računarske tehnike i Softverskog inženjerstva vide primenu i razumeju svrhu i namenu mnogih drugih značajnih

računarskih koncepata koje su upoznali na drugim predmetima ovog smera. Predmet Operativni sistemi zahteva dobro poznavanje gradiva iz predmeta Osnovi računarske tehnike, Arhitektura i organizacija računara, Programiranje, Objektivno orijentisano programiranje, Algoritmi i strukture podataka, ali i na realnim, veoma složenim sistemima prikazuje primenu tog predznanja.

## Program predmeta

- **Uvod.** O predmetu: sadržaj, ciljevi, preduslovi, organizacija nastave, praktičnog rada i ispita, literatura. Pojam i funkcije operativnog sistema. Osnovni pojmovi: sistemski poziv, proces, multiprogramiranje, konzola i standardni ulaz/izlaz, preotimanje i raspodela vremena, fajl. Vrste računarskih i operativnih sistema: multiprocesorski i distribuirani sistemi, personalni računari, serverski sistemi, sistemi u oblaku, ugrađeni sistemi i sistemi za rad u realnom vremenu.
- **Upravljanje memorijom.** Adresiranje memorije: arhitektura procesora, operativna memorija, assembler, adresiranje podataka, adresiranje instrukcija, prevođenje, povezivanje. Organizacija i alokacija memorije: monoproceni sistem, particionisanje, kontinualna alokacija, segmentna organizacija, segmentno-stranična organizacija, stranična organizacija, zaštita. Deljenje memorije: tehnike deljenja memorije, dinamičko učitavanje, preklopi, logičko deljenje memorije, deljene biblioteke sa dinamičkim vezivanjem, zamena procesa, alokacija stranica na zahtev, zamena stranica, virtuelna memorija.
- **Upravljanje procesima.** Procesi i niti: pojam procesa, pokretanje procesa, gašenje procesa, pojam niti, operacije sa nitima. Implementacija procesa i niti: mehanizam prekida, kontekst i stanja procesa, promena konteksta, implementacija niti. Sinhronizacija procesa: kooperativni procesi, pojam sinhronizacije procesa, uposlono čekanje, podrška hardvera, semafori, druge tehnike sinhronizacije, modeli međuprocene komunikacije.
- **Ulazno-izlazni podsistem.** Interfejs ulazno-izlaznog podsistema: karakteristike uređaja i usluga, generički pristup uređajima, znakovni tokovi, štampanje, razmena poruka preko priključnica, memorijski preslikani fajlovi, realno vreme, slika, zvuk. Implementacija ulazno-izlaznog podsistema: drajveri uređaja, tehnike pristupa uređajima, upravljanje diskovima, keširanje, baferisanje, spulging, realno vreme, zaštita, performanse.
- **Fajl sistemi.** Interfejs fajl sistema: pojam fajla, operacije sa fajlovima, direktorijum, prava pristupa, uporedan pristup fajlovima, montiranje fajl sistema, pristup udaljenim fajlovima. Implementacija fajl sistema: organizacija fajl podsistema, implementacija direktorijuma, metode alokacije fajla, rukovanje slobodnim prostorom, efikasnost i performanse, otpornost na otkaze.

## Oblik izvođenja predmeta

- Predavanja i vežbe
- Projekat za samostalan domaći rad (odbrana je sastavni deo usmenog ispita)
- Kolokvijumi
- Ispit: pismeni i usmeni

## Komunikacija

- Komunikacija između studenata i nastavnika može se obavljati usmeno, na časovima nastave, tokom konsultacija, ili elektronskom poštom.
- Najefikasniji način za sigurnu komunikaciju jeste e-pošta. Nastavnici i asistenti po pravilu odgovaraju na e-pisma u toku istog dana, ili u roku od nekoliko dana u izuzetnim situacijama.
- U cilju brzog obaveštavanja studenata, na početku školske godine asistent će formirati listu imejl adresa svih studenata koji prate nastavu. Nastavnik i asistent će tu listu koristiti za hitna obaveštenja (npr. otkazivanje ili pomeranje časova u vanrednim situacijama), kao i za druga obaveštenja u vezi sa predmetom. Nastavnik i asistent će smatrati da su ova obaveštenja dovoljna i da su svi zainteresovani za njih prijavljeni na listu, kao i da čitaju e-poštu barem jednom u dva dana.
- Drugi relevantni vid obaveštavanja jeste matični sajt predmeta. Tamo će biti isticani materijali i ostala obaveštenja koja se po pravilu retko menjaju. Dovoljno je pregledati ovaj sajt na početku školske godine i nekoliko puta tokom godine, jer se on po pravilu neće menjati tokom školske godine. Po pravilu, osim ako se navedenim načinima komunikacije studenti ne obaveste drugačije, materijali i obaveštenja na sajtu važe do početka nove školske godine, ili sve dok se ne postavi drugi sadržaj početkom nove školske godine.
- Ostali vidovi komunikacije (oglasna tabla, usmeno obaveštavanje i sl.) biće korišćeni samo kada je to lako izvodljivo i neophodno, ali u svakom slučaju studenti ne treba da smatraju ove vidove obaveštavanja kao osnovne.

---

# Nastava

---

- Predavanja i vežbe obavljaju se po rasporedu časova, u fondu od po dva časa nedeljno.
- Predavanja i vežbe nisu obavezne za pohađanje.

## Literatura

- Predavanja se drže prema materijalu dostupnim na sajtu predmeta. Ovaj materijal je dovoljna literatura za program predmeta. Literatura navedena u nastavku je neobavezna lektira.
- Udžbenik: Dragan Milićev, "Osnovi operativnih sistema", Mikro knjiga, 2020.
- Opciona lektira i drugi izvori korišćeni tokom pripreme ovog kursa:
  1. Silberschatz, A., Galvin, P., Gagne, G.: "Operating System Concepts," 7th ed., John Wiley and Sons ([www.os-book.com](http://www.os-book.com), [www.wiley.com/college/silberschatz](http://www.wiley.com/college/silberschatz))
  2. B. Đorđević, D. Pleskonjić, N. Maček, "Operativni sistemi – koncepti", Viša elektrotehnička škola Beograd, 2004.
- Univerzitetski kursevi:
  1. Stanford University: [www.stanford.edu/class/cs140/](http://www.stanford.edu/class/cs140/)
  2. University of Washington: [www.cs.washington.edu/education/courses/451/](http://www.cs.washington.edu/education/courses/451/)
- Koristan materijal:
  - D. Milićev, "Programiranje u realnom vremenu, skripta sa praktikumom", ETF

---

# Projekat za samostalan rad

---

- U okviru predmeta student samostalno radi projekat. Projekat sadrži praktičnu realizaciju nekoliko zadataka i zahteva primenu stečenih znanja i veštinu u praktičnom radu na računaru.
- Izrada projekta je obavezna. Projekat se brani kao deo usmenog ispita. Prema tome, student može da radi projekat kada god želi, kao domaći rad, i da ga pripremi u roku u kome želi da polaže ispit. Pri izlasku na pismeni deo ispita student mora da ima kompletno pripremljen i predat projekat.
- Projekat se radi isključivo samostalno. Svaki nesamostalni rad i zloupotreba tuđeg rada će biti najstrože kažnjena. U slučaju zloupotrebe, odgovornost snose i primalac i davalac zadatka ili dela zadatka. Zloupotrebe obezvređuju trud studenata koji samostalno i pošteno rade projektni zadatak i zbog toga će biti najstrože sankcionisane.
- Projektni zadatak se zadaje na početku školske godine. Ukoliko novi projektni zadatak za novu školsku godinu nije zadat najkasnije 8 nedelja od početka nastave, važi postavka zadatka iz prethodne godine.
- Uputstva i zahtevi za izradu projekta definisani su u projektnom zadatku.
- Projektni zadatak je definisan tako da od studenta zahteva rešavanje praktičnih problema i samostalno donošenje projektnih odluka i uvođenje odgovarajućih pretpostavki. Zbog toga projektni zadatak često sadrži namerno ili slučajno unesene nepreciznosti, nedostatak podataka, ili čak i kontradiktornosti. Cilj je da se student maksimalno angažuje u situaciji koja liči na profesionalni rad u praksi.
- Ukoliko naiđe na ovakve probleme, student treba samostalno da ih rešava, donošenjem odgovarajućih odluka i uvođenjem razumnih pretpostavki. Svoje odluke i pretpostavke student treba precizno da objasni i čvrsto podrži u izveštaju o projektu. Student treba maksimalno da se angažuje pri rešavanju ovakvih problema i da pomoć od kolega i predmetnog nastavnika ili asistenta traži samo ako je zaista neophodna.
- Za izradu projekta, osim dobrog poznavanja gradiva pokrivenog predmetom, potrebno je:
  - Poznavanje elementarnog rada sa računarom i poznavanje korišćenja operativnog sistema.
  - Poznavanje standardnih programerskih operacija, tj. rukovanje integrisanim okruženjima za razvoj (uređivanje programa, prevođenje, povezivanje, ispravljanje grešaka-debugovanje itd.) i korišćenje alata iz komandne linije.

Ova znanja studenti stižu na predmetima koji su preduslov za pohađanje ovog predmeta (Praktikum iz korišćenja računara, Programiranje 1 i 2, Praktikum iz programiranja 1 i 2), odnosno moraju samostalno da steknu, ukoliko ih nemaju.

- Za izradu projekta studenti koriste sopstvene resurse (računare i softver) ili resurse fakulteta (laboratorije Katedre ili Računskog centra), u sopstvenoj organizaciji. Studenti su slobodni da vreme i mesto svog rada na realizaciji projekta odrede prema svojoj želji i mogućnostima.
- U slučaju problema sa instalacijama u laboratoriji Katedre i svu ostalu pomoć u vezi sa njima, studenti mogu da se obrate dežurnom laborantu.

- Da se ne bi događalo kašnjenje, student je dužan da na odbranu projekta dođe dovoljno ranije (najmanje 15 minuta), kako bi izvršio instalaciju i pripremu svog projekta za demonstraciju.
- Na odbrani projekta student će koristiti verziju projekta koju je u elektronskoj formi predao u objavljenom roku za predaju projekta. Na samoj odbrani nisu dozvoljene nikakve modifikacije predatog projekta, osim ukoliko to nastavnik ili asistent ne zatraže. Realizovani programi moraju se korektno prevoditi, povezivati, izvršavati i završavati za sve pripremljene test primere.
- Studentima nije dozvoljeno da na bilo koji način objavljuju svoja rešenja na različitim platformama, društvenim mrežama i slično, niti da na bilo koji način daju, dele ili šalju svoja rešenja javnosti ili drugim studentima, ili da koriste tako objavljena ili podeljena rešenja, u bilo kom obliku i bilo kojim kanalom (na papiru ili elektronski). Nepoštovanje ovoga smatraće se nedozvoljenom saradnjom na predispitnim obavezama i ispitu i podleže disciplinskim sankcijama prema Pravilniku o disciplinskoj odgovornosti Elektrotehničkog fakulteta i Univerziteta u Beogradu.

---

# Kolokvijumi

---

- Postoje tri kolokvijuma u trajanju od po 1,5 sat.
- Kolokvijumi se organizuju u toku semestra i to po sledećem rasporedu:

Kolokvijum	SI	IR
1.	U redovnom terminu 1. kol. SI	U redovnom terminu 2. kol. SI
2.	U redovnom terminu 2. kol. SI	U redovnom terminu 2. kol. SI
3.	U redovnom terminu junskog ispita	U redovnom terminu junskog ispita

- Nadoknada kolokvijuma organizuje se samo jednom u toku školske godine, u avgustovskom ispitnom roku, zajedno sa ispitom. Nadoknada kolokvijuma traje ukupno 1,5 sat. U tom terminu student, po želji, može da nadoknadi (ili ponovo radi) jedan ili više kolokvijuma. Ponovna izrada nekog kolokvijuma poništava prethodnu ocenu sa tog istog kolokvijuma.
- Na kolokvijumima je dozvoljeno korišćenje proizvoljne literature. Važno je da studenti znaju da im literatura ne može pomoći ako gradivo nisu dobro razumeli i naučili. Zadaci na kolokvijumu će uvek zahtevati kreativnu primenu znanja i rešenja iz literature, dok literatura pomaže samo kao uzor za rešavanje problema, kao podsetnik i kao psihološka podrška na kolokvijumu, a ne kao izvor za puko prepisivanje.
- Na kolokvijumu nije dozvoljeno korišćenje mobilnih telefona niti bilo kakvih drugih sredstava za komunikaciju ili elektronskih uređaja.
- Zadaci sa prethodnih kolokvijuma mogu se naći na matičnom sajtu predmeta.
- Rad mora da bude uredan i čitak. Neurednost i nečitljivost se kažnjava oduzimanjem poena, a jako neuredni zadaci neće biti ni ocenjivani.



---

# Ispit

---

## Pismeni ispit

- Pismeni ispit se održava prema fakultetskom rasporedu u svakom ispitnom roku i traje 1,5 sat.
- Na pismenom ispitu nije dozvoljeno korišćenje literature, kao ni mobilnih telefona ni drugih sredstava za komunikaciju ili bilo kakvih elektronskih uređaja.
- Na pismenom ispitu se odgovara na određen broj kraćih i jednostavnijih pitanja i zadataka. Cilj ovog dela ispita jeste da proveri poznavanje i razumevanje gradiva iz predmeta.
- Preduslovi za izlazak na ispit je barem 40% osvojenih bodova od ukupnog broja bodova koji se preko kolokvijuma može osvojiti, kao i urađen projekat. Studenti su dužni da pre izlaska na ispit predaju projekat elektronskim putem, i to u svakom ispitnom roku u kojem planiraju da izađu na ispit. Studenti će putem mejling liste predmeta blagovremeno biti obavješteni o vremenskom periodu kada je moguće predati projekat. Studenti koji ne ispune oba ova preduslova ne mogu da polažu ispit.
- Student koji odustane u toku ispita od daljeg polaganja pismenog i usmenog dela ispita treba to jasno da naznači na naslovnoj strani predatog zadatka.
- Zadaci iz prethodnih ispitnih rokova mogu se naći na matičnom sajtu predmeta.
- Pismeni rad mora da bude uredan i čitak. Neurednost i nečitljivost se kažnjava oduzimanjem poena, a jako neuredni zadaci neće biti ni ocenjivani.

## Usmeni ispit

- Usmeni ispit se održava odmah posle pismenog ispita, u nastavku (istog dana, u slučajevima kada je broj studenata na ispitu mali), ili u roku od nekoliko narednih dana. Termin polaganja usmenog dela ispita objavljuje se na pismenom ispitu ili ubrzo nakon njega, putem e-pošte.
- Na usmenom delu ispita brani se projekat, odgovara se na dodatna usmena pitanja nastavnika i implementira modifikacija sopstvenog projekta koja se na licu mesta zahteva.
- Za ocenjivanje uspešnosti realizacije projekta, nastavnici će pripremiti tri grupe testova koji će studentsko rešenje testirati po principu "crne kutije" (ne ulazeći u internu strukturu implementacije, proverava se samo ispravnost datog izlaza/ponašanja programa za zadate ulaze/pobude):
  - "javni" testovi ispunjenja zahteva: ovi testovi biće objavljeni uz samu postavku zadatka i dostupni studentima za inicijalnu proveru rešenja;
  - "tajni" testovi ispunjenja zahteva: ovi testovi neće biti dostupni studentima, već će ih ispitivač koristiti za proveru ispravnosti rešenja na samoj odbrani zadatka; u svakom slučaju, ovi testovi proveravaće ispravnost rešenja samo u okvirima definisanih zahteva;

- testovi performansi: ovi testovi proveravaće efikasnost rešenja (vremenske i prostorne performanse); ovi testovi koristiće se samo za ocenjivanje uspešnosti rešenja u cilju dobijanja bonus poena (opisano kasnije); studentsko rešenje nije u obavezi da uspešno prođe ove testove.

Važno je da studenti svoja rešenja detaljno testiraju i da osim "javnih" testova datih uz zadatak, osmisle i sopstvene detaljne testove.

- Pri oceni projekta uzimaju se u obzir sledeći kriterijumi:
  - eliminatorni kriterijumi: ove kriterijume studentsko rešenje mora da zadovolji da bi uopšte bilo dalje ocenjivano; ukoliko ih studentsko rešenje ne zadovolji, ispit nije položen;
  - osnovni kriterijumi: ove kriterijume studentsko rešenje treba da zadovolji u što većoj meri – rešenje će biti bodovano u zavisnosti od stepena zadovoljenja ovih kriterijuma;
  - opcioni kriterijumi: ove kriterijume studentsko rešenje ne mora da zadovolji, oni služe za sticanje bonus bodova; oni se primenjuju samo na radove urađene i odbranjene pre prvog ispitnog roka po završetku nastave.
- Eliminatorni kriterijumi jesu sledeći:
  - samostalnost rešenja; da bi se utvrdila samostalnost rešenja, ispitivač može zahtevati objašnjenje principa ili konkretnih detalja rešenja, postavljati teorijska ili praktična pitanja iz programa predmeta, pitanja vezana za poznavanje (u meri koja je potrebna za realizaciju zadatka) programskog jezika, okruženja i alata koje je student koristio pri realizaciji, zahtevati modifikaciju rešenja ili implementaciju neke dodatne funkcionalnosti, ili postaviti druga pitanja vezana za rešenje (npr. kako bi se dodatno implementiralo to-i-to, ili kako bi se unela ta-i-ta izmena);
  - uspešno prevođenje i snalaženje studenta u okruženju; student mora demonstrirati na licu mesta da je upoznat i vešt u radu sa računarom, alatima i okruženjem koje je koristio pri izradi projekta (npr. prevođenje, povezivanje, podešavanje opcija itd.);
  - ispravno prevođenje – program se na licu mesta mora ispravno prevoditi i povezivati;
  - ispunjenje javnih testova – program mora da prođe javne testove.
- Osnovni kriterijumi obuhvataju sledeće:
  - ispunjenje tajnih testova: rešenje se boduje u zavisnosti od stepena prolaska tajnih testova;
  - valjanost i zasnovanost uvedenih pretpostavki i kreativnost u rešavanju problema;
  - poznavanje sopstvenog rešenja (svakog njegovog detalja) i jasnoća u objašnjavanju sopstvenih ideja i rešenja;
  - poznavanje gradiva: osim odbrane projekta, na usmenom delu ispita mogu (ali ne moraju) biti postavljena i pitanja vezana za gradivo, ili bilo koja druga pitanja vezana za projekat i njegovu realizaciju; ocenjuje se sposobnost studenta da na njih odgovori;

- kvalitet rešenja: dobar softverski dizajn, pravila dobrog programiranja, jasnoća i preglednost koda, dobra dekompozicija, modularnost/enkapsulacija, fleksibilnost rešenja, poštovanje principa objektno orijentisanog programiranja itd.
- Opcioni kriterijumi jesu sledeći:
  - rezultati na testovima performansi;
  - kreativnost u dodavanju novih realizovanih funkcionalnosti koje nisu zahtevane.
- Opcioni kriterijumi primenjuju se za sticanje bonus poena. Bonus poeni se mogu dobiti samo za projekte uspešno odbranjene u predroku pred prvi ispitni rok po završetku nastave. Za bonus poene mogu se kvalifikovati samo studenti koji su prvi put upisali ovaj predmet u datom semestru i koji su predali projektni zadatak do unapred zakazanog termina. Ukoliko nisu zadovoljni uspehom stečenim na ovoj odbrani u predroku, ovi studenti imaju pravo da iznova brane projekat u regularnom terminu usmenog ispita.
- Najbolje urađeni i ocenjeni radovi koji imaju maksimalan broj poena i zadovoljavaju sve opcione kriterijume stižu pravo na:
  - unapređenje do obima koji bi zadovoljavao kriterijume diplomskog rada;
  - izbor za osnovu koju će studenti budućih generacija koristiti kao osnovu za svoje projekte (u smislu dopuna i izmena).

---

# Ocenjivanje

---

- Na kolokvijumima se može osvojiti najviše 40 poena i to:
  - Prvi kolokvijum se boduje sa 0 do 15 poena;
  - Drugi kolokvijum se boduje sa 0 do 15 poena;
  - Treći kolokvijum se boduje sa 0 do 10 poena.
- Poeni osvojeni na kolokvijumima važe jednu školsku godinu. Ukoliko se neki kolokvijum nadoknađuje ili ponovo radi u terminu za nadoknadu, poeni ostvareni na istom kolokvijumu ranije se poništavaju i zamenjuju poenima osvojenim na nadoknadi kolokvijuma.
- Za pismeni deo ispita kvalifikuju se studenti koji su na kolokvijumima u zbiru osvojili bar 16 poena.
- Pismeni deo ispita se boduje sa 0 do 30 poena.
- Za usmeni deo ispita kvalifikuju se studenti koji su na pismenom delu ispita osvojili bar 50% poena. Ostali nisu položili ispit i ne polažu usmeni ispit.
- Usmeni deo ispita (odbrana projekta i odgovori na pitanja) boduje se sa 0 do 30 poena.
- Opcioni kriterijumi boduju se sa ukupno 0 do 10 poena (bonus poeni).
- Ukupan broj poena sa kolokvijuma i oba dela ispita određuju konačnu ocenu koja se zaključuje odmah po završetku usmenog dela ispita:
  - ispod 51 poen: ispit nije položen
  - 51-60 poena: ocena 6
  - 61-70 poena: ocena 7
  - 71-80 poena: ocena 8
  - 81-90 poena: ocena 9
  - 91 i više poena: ocena 10.
- Ukoliko se ispit ne položi, u narednom polaganju ponovo se polažu oba dela ispita.