

## ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА НОВИ САД

## ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>28.02.2017., декан Факултета техничких наука Нови Сад, решење број 012-199/2-2016</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <p>др Владимир Стрезоски, ред. проф., електроенергетика, 29. 5. 1997., Факултет техничких наука, Нови Сад, председник  др Душко Бекут, ред. проф., електроенергетика, 13.10.2004., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан  др Драган Поповић, ред. проф., електроенергетика, 13. 10. 2004., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан  др Предраг Стефанов, доцент, електроенергетика, 26. 2. 2010., Електротехнички факултет, Београд, члан  др Андрија Сарић, ред. проф., електроенергетика, 1. 1. 2015., Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор</p>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Александар, Живомир, Селаков</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>17. 3. 1981., Сомбор, Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив:</p> <p>Факултет техничких наука, Нови Сад, Рачунарство и аутоматика, Дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства - мастер</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:</p> <p>2011., Енергетика, електроника и телекомуникације</p> <p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране:</p> <p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука:</p>

### **III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Оптимално управљање микро мрежама у карактеристичним радним режимима

### **IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Навести кратак садржај са знаком броја страна, поглавља, слика, шема, графика и сл.

Докторска дисертација бави се анализом рада микро мрежа у три типична оперативна режима рада. Први, повезани режим рада, у којем је микро мрежа повезана на главну дистрибутивну мрежу, при чему је основни циљ рада оптимизација рада микро мреже у погледу економије, емисије угљен-диоксида и/или стабилности рада. Други, острвски режим рада, при чему је основни циљ стабилан прелазак из повезаног у острвски режим рада, уз одржавање учестаности и напона у оквиру техничких граница. Трећи, хаваријски режим рада, који се догађа приликом непланираног преласка у острвски режим рада, при чему је основни циљ одржавање напајања критичних потрошача. Критеријуми рада и оперативне стратегије различити су у сва три радна режима.

Предложен је нови централизован контролер, заснован на технологији више-агентних система, који омогућава координацију сва три режима рада и обезбеђује једноставну конфигурацију и комбинацију оптимизационих критеријума, уз уважавање широког скупа оперативних ограничења. Предложени контролер микро мреже састоји се од агента реалног времена (задуженог за управљање у затвореној петљи и одржавање учестаности), агента оперативног планирања (задуженог за оптимизацију рада) и агента стања (задуженог за свеобухватно надгледање рада, прикупљање података и координацију агената).

Контролер микро мреже са предложеним агентима развијен је и тестиран на типичном примеру микро мреже. Резултати симулација и њихова анализа детаљно су приказани у докторској дисертацији.

Физички опис рада: 9 поглавља / 95 страна / 106 цитата / 3 табеле / 19 слика / 0 графика / 0 прилога

### **V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

У глави 1 дат је увод, где је сажето приказан преглед докторске дисертације, на основу којег читалац може да стекне знање потребно за разумевање материје којом се кандидат бави.

У глави 2 приказан је концепт микро мреже који објашњава основне типове и даје преглед мотивације за увођење микро мрежа, предности и изазове у имплементацији.

У глави 3 дат је преглед постојећих метода у оптимизацији, управљању и регулацији рада микро мрежа.

У глави 4 дат је приказ дистрибуираних енергетских ресурса који се користе у имплементацији и експлоатацији микро мрежа.

У глави 5 дефинисан је проблем управљања микро мрежом са приказом управљачких функција. Такође, објашњене су основе централизованог и децентрализованог управљања.

У глави 6 предложен је модел новог контролера микро мреже који се заснива на више-агентном систему. Дефинисана су три режима рада: повезани, острвски и хаваријски. Такође, приказани су алгоритми и функције које се користе у сваком од њих. Објашњен је рад контролера у две регулационе контуре:  $P-f$  и  $Q-V$ . Такође, приказан је модул за прогнозе потрошње и производње обновљивих извора електричне енергије.

У глави 7 дат је опис тест система коришћеног за примену предложених метода и алгоритама. Такође, дати су и резултати симулација, као и анализа добијених резултата.

У глави 8 дати су закључци докторске дисертације и могући правци будућег рада у предметној области.

На крају, у глави 9 дат је списак коришћене литературе.

### **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРској ДИСЕРТАЦИЈИ**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад

објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу заменити овај услов до 01.јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

1. **A. Selakov**, D. Bekut, A. T. Saric, "A Novel Agent-based Microgrid Optimal Control for Grid-Connected, Planned Island and Emergency Island Operations," *International Transactions on Electrical Energy Systems*, Vol. 26, No. 9, pp. 1999-2022, 2016. (M22)
2. **A. Selakov**, D. Cvijetinovic, L. Milovic, S. Mellon, D. Bekut, "Hybrid PSO-SVM Method for Short-Term Load Forecasting During Periods with Significant Temperature Variations in City of Burbank," *Applied Soft Computing*, Vol. 16, No. 1, pp. 80-88, 2014. (M21)
3. S. Ilic, **A. Selakov**, S. Vukmirovic, A. Erdeljan, F. Kulic, "Short-Term Load Forecasting in Large Scale Electrical Utility Using Artificial Neural Network," *Journal of Scientific and Industrial Research*, Vol. 72, pp. 739-745, 2013. (M23)
4. **A. Selakov**, S. Ilic, S. Vukmirovic, F. Kulic, A. Erdeljan, Z. Gorecan, "A Comparative Analysis of SVM and ANN Based Hybrid Model for Short Term Load Forecasting," *IEEE Power & Energy Society (PES) Transmission & Distribution Conference*, Orlando, FL, USA, 2012. (M33)

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У овој докторској дисертацији предложен је нови контролер микро мреже. Он је заснован на софтверским агентима и дистрибуираној управљачкој архитектури, што додатно повећава робусност читавог управљачког система. Контролер микро мреже унапређује квалитет рада микро мреже кроз повећање робусности на интерне и екстерне поремећаје, повећање поузданости напајања критичних потрошача, смањење трошкова рада и оптимизацију емисије угљен-диоксида. Предложено решење је генеричко и скалабилно, па самим тим може да се користи у микро мрежама различитог типа, структуре и величине, укључујући мале, средње, па чак и велике микро мреже.

У односу на до сада развијена решења, у овој докторској дисертацији верификована су следећа унапређења:

- *Нови модел контролера* – предложени су софтверски агенти за решавање обједињеног проблема управљања и оптимизације рада микро мреже током специфичних услова животног циклуса. Контролер микро мреже може се користити у сва три режима рада микро мреже (повезани, острвски и хаваријски) и ради у оба оперативна мода (рад у реалном времену и рад у моду оперативног планирања). Додатно, обухваћен је и хаваријски режим рада, који је до сада углавном био занемарен у досад публикованим истраживањима.
- *Свеобухватност броја и врста величина које се оптимизирају* – предложено решење узима значајан број величина приликом оптимизације, што представља унапређење у односу на постојеће моделе. Додатни допринос приликом оптимизација односи се на модел за прогнозе потрошње и производње обновљивих извора енергије, који омогућава оптимизацију и будућих стања микро мреже.
- *Флексибилна оптимизациона вишекритеријумска функција* са подесивим тежинским факторима, која остварује различите оптимизационе циљеве (економија, стабилност и емисија угљен-диоксида), поштујући различита техничка и нетехничка ограничења која обезбеђују физички прихватљив рад микро мреже.

## VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Докторском дисертацијом су свеобухватно, систематично и коректно:

- 1) описане постојеће технике регулације и управљања радом микро мрежа;
- 2) предложен нови модел контролера микро мреже;
- 3) примењени нови приступи и алгоритми на конкретном тест систему, и

4) дати закључци и даљи могући правци истраживања.

Тумачење закључака је јасно, недвосмислено и истраживачки коректно. Сви добијени резултати су стављени у добар контекст и приказани прегледно.

#### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Докторска дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Докторска дисертација предлаже нов модел више-агентног контролера микро мреже. Предложени приступ решава обједињени проблем регулације и управљања радом микро мрежа током комплетног животног циклуса, у три режима рада микро мреже (повезани, острвски и хаваријски) и оба оперативна мода (рад у реалном времену и рад у моду оперативног планирања), где су критеријуми рада и оперативне стратегије различите у свим случајевима. Докторска дисертација предлаже нов приступ оптимизацији рада микро мреже и узима значајан број критеријума приликом оптимизације, што представља унапређење у односу на постојеће моделе. Наведене су предности флексибилне више-критеријумске функције са подесивим тежинским факторима, којима се једноставно остварују различити оптимizacionи циљеви.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Докторска дисертација нема недостатака који би имали утицај на остварене резултате истраживања.

<b>X ПРЕДЛОГ:</b>
На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:
<p>- <b><u>да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана</u></b></p> <p>На основу претходно изнетих чињеница, Комисија предлаже да се докторска дисертација под називом <i>Оптимално управљање микро мрежама у карактеристичним радним режимима</i>, кандидата Александра Селакова прихвати и кандидату одобри одбрана.</p>

---

др Владимир Стрезоски, ред. проф.

---

др Душко Бекут, ред. проф.

---

др Драган Поповић, ред. проф.

---

др Предраг Стефанов, доцент

---

др Андрија Сарић, ред. проф.

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.