

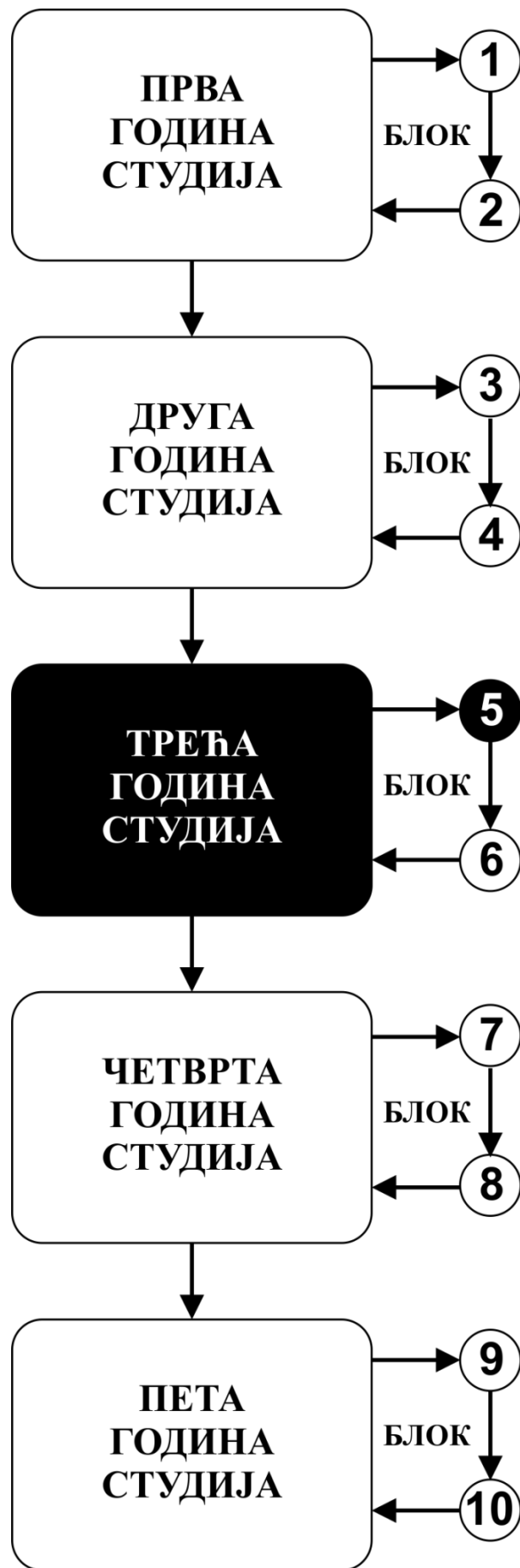


**ИНТЕГРИСАНЕ АКАДЕМСКЕ  
СТУДИЈЕ ФАРМАЦИЈЕ**

**ТРЕЋА ГОДИНА СТУДИЈА**

школска 2020/2021.

**БИОНЕОРГАНСКА ХЕМИЈА**



Предмет:

## **БИОНЕОРГАНСКА ХЕМИЈА**

Предмет се вреднује са 7 ЕСПБ. Недељно има 5 часова активне наставе (2 часа предавања, 1 час семинара и 2 часа рада у малој групи)

## НАСТАВНИЦИ И САРАДНИЦИ:

| РБ | Име и презиме    | Email адреса              | звање                              |
|----|------------------|---------------------------|------------------------------------|
| 1. | Гордана П. Радић | vasic_gordana@yahoo.com   | Ванредни професор                  |
| 2. | Ана С. Станковић | ana_stankovic@outlook.com | Фацитатор<br>Истраживач-приправник |

## СТРУКТУРА ПРЕДМЕТА:

| Модул | Назив модула  | Недеља | Предавања | Семинар | Рад у малој групи | Наставник-руководилац модула |
|-------|---|--------|-----------|---------|-------------------|------------------------------|
| 1     | Увод у бионеорганску хемију. Комплексна једињења. Централни јон метала. Лиганди. Дисоцијација комплекса. Координациони број. Хемијска веза, симетрија и изомерија молекула комплексних једињења.  | 5      | 2         | 1       | 2                 | проф. др Гордана П. Радић    |
| 2     | Номенклатура комплекса. Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом. Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводоницима. Електронски спектри комплекса прелазних метала. Кисело-базне особине комплекса. Реакције супституције. | 5      | 2         | 1       | 2                 | проф. др Гордана П. Радић    |
| 3     | Биолошка функција јона метала. Комплекси платинске групе метала. Комплекси злата, бизмута, сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума, калаја, гвожђа и кобалта. Остали биомолекули као потенцијални лиганди.                             | 5      | 2         | 1       | 2                 | проф. др Гордана П. Радић    |
|       |   |        |           |         |                   | $\Sigma$ 30+15+30=75         |

## ОЦЕЊИВАЊЕ:

Студент савладава предмет по модулима. Оцена је еквивалентна броју стечених поена (види табеле). Поени се стичу на два начина:

**АКТИВНОСТ У ТОКУ НАСТАВЕ:** На овај начин студент може да стекне до 30 поена и то тако што на посебном делу вежбе одговара на два испитна питања из те недеље наставе и у складу са приказаним знањем добија 0-2 поена.

**ЗАВРШНИ ТЕСТОВИ ПО МОДУЛУМА:** На овај начин студент може да стекне до 70 поена а према приложеној табели.

| МОДУЛ    |   | МАКСИМАЛНО ПОЕНА         |              |            |
|----------|---|--------------------------|--------------|------------|
|          |   | активност у току наставе | завршни тест | $\Sigma$   |
| 1        | Увод у бионеорганску хемију. Комплексна једињења. Централни јон метала. Лиганди. Дисоцијација комплекса. Координациони број. Хемијска веза, симетрија и изомерија молекула комплексних једињења.  | 10                       | 24           | <b>34</b>  |
| 2        | Номенклатура комплекса. Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом. Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводоницима. Електронски спектри комплекса прелазних метала. Кисело-базне особине комплекса. Реакције супституције. | 10                       | 24           | <b>34</b>  |
| 3        | Биолошка функција јона метала. Комплекси платинске групе метала. Комплекси злата, бизмута, сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума, калаја, гвожђа и кобалта. Остали биомолекули као потенцијални лиганди.                             | 10                       | 22           | <b>32</b>  |
| $\Sigma$ |   | 30                       | 70           | <b>100</b> |

### Завршна оцена се формира на следећи начин:

Да би студент положио предмет мора да стекне минимум 55 поена и да положи све модуле.  
Да би положио модул студент мора да:

1. стекне више од 50% поена на том модулу
2. стекне више од 50% поена предвиђених за активност у настави у сваком модулу
3. положи модулски тест, односно да има више од 50% тачних одговора.

| број освојених поена | оцена     |
|----------------------|-----------|
| 0 - 50               | <b>5</b>  |
| 51 - 60              | <b>6</b>  |
| 61 - 70              | <b>7</b>  |
| 71 - 80              | <b>8</b>  |
| 81 - 90              | <b>9</b>  |
| 91 - 100             | <b>10</b> |

# ТЕСТОВИ ПО МОДУЛИМА

## МОДУЛ 1.

**ЗАВРШНИ ТЕСТ  
0-24 ПОЕНА**

### **ОЦЕЊИВАЊЕ ЗАВРШНОГ ТЕСТА**

Тест има 24 питања.  
Свако питање вреди 1 поен.

## МОДУЛ 2.

**ЗАВРШНИ ТЕСТ  
0-24 ПОЕНА**

### **ОЦЕЊИВАЊЕ ЗАВРШНОГ ТЕСТА**

Тест има 24 питања.  
Свако питање вреди 1 поен.

## МОДУЛ 3.

**ЗАВРШНИ ТЕСТ  
0-22 ПОЕНА**

### **ОЦЕЊИВАЊЕ ЗАВРШНОГ ТЕСТА**

Тест има 22 питања.  
Свако питање вреди 1 поен.

## ЛИТЕРАТУРА:

| МОДУЛ  | НАЗИВ УЦБЕНИКА   | АУТОРИ      | ИЗДАВАЧ                  | БИБЛИОТЕКА |
|--|--|-------------|--------------------------|------------|
| Увод у бионеорганску хемију. Комплексна једињења. Централни јон метала. Лиганди. Дисоцијација комплекса. Координациони број. Хемијска веза, симетрија и изомерија молекула комплексних једињења.   | Неорганска комплексна и кластерна једињења                       | Н. Б. Милић | ПМФ Крагујевац, 1998     | Има        |
|  | Bioinorganic chemistry   | R. Hay      | Ellis Horwood Lim. 1984  | Има        |
| Номенклатура комплекса. Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом. Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводонцима. Електронски спектри комплекса прелазних метала. Кисело-базне особине комплекса. Реакције супституције. | Неорганска комплексна и кластерна једињења                       | Н. Б. Милић | ПМФ Крагујевац, 1998     | Има        |
|  | Bioinorganic chemistry   | R. Hay      | Ellis Horwood Lim. 1984  | Има        |
| Биолошка функција јона метала. Комплекси платинске групе метала. Комплекси злата, бизмута, сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума, калаја, гвожђа и кобалта. Остали биомолекули као потенцијални лиганди.                            | Примена комплексних једињења у медицини                          | М. И. Ђуран | ПМФ Крагујевац, 2000     | Има        |
|  | Bioinorganic chemistry   | R. Hay      | Ellis Horwood Lim. 1984  | Има        |
|  | Cisplatin, Chemistry and Biochemistry of Leading Antitumor Drugs | B. Lippert  | Wiley-VCH, Zurich, 1999. | Има        |

Сва предавања и материјал за рад у малој групи налазе се на сајту Факултета медицинских наука: [www.medf.kg.ac.rs](http://www.medf.kg.ac.rs)

# ПРОГРАМ

## ПРВИ МОДУЛ: УВОД У БИОНЕОРГАНСКУ ХЕМИЈУ. КОМПЛЕКСНА ЈЕДИЊЕЊА. ЦЕНТРАЛНИ ЈОН МЕТАЛА И ЛИГАНДИ. ДИСОЦИЈАЦИЈА КОМПЛЕКСА. КООРДИНАЦИОНИ БРОЈ. ХЕМИЈСКА ВЕЗА, СИМЕТРИЈА И ИЗОМЕРИЈА КОМПЛЕКСНИХ ЈЕДИЊЕЊА.

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 1 (ПРВА НЕДЕЉА):

### УВОД У БИОНЕОРГАНСКУ ХЕМИЈУ.

| предавања 2 часа  | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа   |
|---|----------------|----------------------------|
| Увод у бионеорганску хемију<br>Есенцијални елементи<br>Тврде и меке киселине и базе |                | Увод у експериментални рад |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 2 (ДРУГА НЕДЕЉА):

### КОМПЛЕКСНА ЈЕДИЊЕЊА. ЦЕНТРАЛНИ ЈОН МЕТАЛА И ЛИГАНДИ.

| предавања 2 часа   | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа     |
|--|----------------|------------------------------|
| Комплексна једињења<br>Спољашња и унутрашња координациона сфера<br>Централни јон метала<br>Лиганди (подела лиганата према наелектрисању и броју донорских атома) |                | Синтеза комплексних једињења |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 3 (ТРЕЋА НЕДЕЉА):

### ДИСОЦИЈАЦИЈА КОМПЛЕКСА. КООРДИНАЦИОНИ БРОЈ.

| предавања 2 часа   | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа                                  |
|--|----------------|---|
| Врсте комплекса према производима дисоцијације<br>Геометријска структура комплекса<br>Координациони број<br>Утицај одбијања електронских облака валентних парова на геометријску структуру комплекса р-елемената |                | Карактеризација комплекса UV-<br>-VIS спектрофотометријом |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 4 (ЧЕТВРТА НЕДЕЉА):

### ХЕМИЈСКА ВЕЗА И СИМЕТРИЈА МОЛЕКУЛА КОМПЛЕКСНИХ ЈЕДИЊЕЊА.

| предавања 2 часа  | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа  |
|---|----------------|---|
| Донорско-акцепторска теорија<br>Теорија лигандног поља<br>Цепанье нивоа <i>d</i> орбитала. Јан-Телеров ефекат<br>Теорија молекулских орбитала<br>Симетрија комплексних једињења (центар симетрије, оса ротације, раван симетрије, ротационо-рефлексиона оса симетрије, групе симетрије) |                | Карактеризација комплекса IR и <sup>1</sup> H NMR спектроскопијом |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 5 (ПЕТА НЕДЕЉА):

### ИЗОМЕРИЈА КОМПЛЕКСНИХ ЈЕДИЊЕЊА.

| предавања 2 часа                         | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа       |
|--|----------------|--------------------------------|
| Везивна изомерија<br>Просторна изомерија |                | Изомерија комплексних једињења |



**ДРУГИ МОДУЛ: НОМЕНКЛАТУРА КОМПЛЕКСА. КОМПЛЕКСИ ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА СА  $\sigma$ ,  $\pi$  И  $\delta$  ВЕЗОМ. КОМПЛЕКСИ ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА СА НЕЗАСИЋЕНИМ УГЉОВОДОНИЦИМА. ЕЛЕКТРОНСКИ СПЕКТРИ КОМПЛЕКСА ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА. КИСЕЛО-БАЗНЕ ОСОБИНЕ КОМПЛЕКСА. РЕАКЦИЈЕ СУПСТИТУЦИЈЕ.**

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 6 (ШЕСТА НЕДЕЉА):

**НОМЕНКЛАТУРА КОМПЛЕКСА**

|                        |                |                          |
|------------------------|----------------|--------------------------|
| предавање 2 часа       | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа |
| Номенклатура комплекса |                |                          |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 7 (СЕДМА НЕДЕЉА):

**КОМПЛЕКСИ ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА СА  $\sigma$ ,  $\pi$  И  $\delta$  ВЕЗОМ.  
КОМПЛЕКСИ ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА СА НЕЗАСИЋЕНИМ УГЉОВОДОНИЦИМА.**

|   |                |                          |
|---|----------------|--------------------------|
| предавања 2 часа  | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа |
| Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом<br>Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводоницима |                |                          |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 8 (ОСМА НЕДЕЉА):

**ЕЛЕКТРОНСКИ СПЕКТРИ КОМПЛЕКСА ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА.**

|   |                |                          |
|---|----------------|--------------------------|
| предавања 2 часа  | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа |
| Електронски спектри комплекса прелазних метала (боја комплекса, интензитет трака) |                |                          |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 9 (ДЕВЕТА НЕДЕЉА):

**КИСЕЛО-БАЗНЕ ОСОБИНЕ КОМПЛЕКСА.**

|   |                |                                |
|---|----------------|--------------------------------|
| предавања 2 часа  | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа       |
| Протонске киселине и базе<br>Протонски афинитет<br>Хидролиза<br>Хидратација |                | Кисело-базне особине комплекса |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 10 (ДЕСЕТА НЕДЕЉА):

**РЕАКЦИЈЕ СУПСТИТУЦИЈЕ ЛИГАНАДА У КОМПЛЕКСИМА ПРЕЛАЗНИХ МЕТАЛА.**

|  |                |  |
|--|----------------|--|
| предавања 2 часа   | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа   |
| Дисоцијативни процес<br>Асоцијативни процес<br>Процес размене<br>Супституција код квадратно-планарних комплекса<br>Супституција код октаедарских комплекса |                | Реакције супституције код квадратно-планарних и октаедарских комплекса |

**ТРЕЋИ МОДУЛ: БИОЛОШКА ФУНКЦИЈА ЈОНА МЕТАЛА.  
КОМПЛЕКСИ ПЛАТИНСКЕ ГРУПЕ МЕТАЛА. КОМПЛЕКСИ  
ЗЛАТА, БИЗМУТА, СРЕБРА, АНТИМОНА, ВАНАДИЈУМА, ХРОМА,  
МАНГАНА, ГАДОЛИНИЈУМА, КАЛАЈА, ГВОЖЂА И КОБАЛТА.  
ОСТАЛИ БИОМОЛЕКУЛИ КАО ПОТЕНЦИЈАЛНИ ЛИГАНДИ.**

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 11 (ЈЕДАНАЕСТА НЕДЕЉА):

**КОМПЛЕКСИ ПЛАТИНСКЕ ГРУПЕ МЕТАЛА.**

| предавање 2 часа   | 1 час семинара | рад у малој групи 2 часа  |
|--|----------------|---|
| Биолошка функција јона метала<br>Комплекси платине<br>Антитуморско дејство комплекса платине<br>Комплекси паладијума, родијума, рутенијума, осмијума и иридијума |                | Изучавање реакције између комплекса платине(II) и сумпор-донорских биомолекула UV-VIS спектрофотометријом |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 12 (НЕДЕЉА):

**КОМПЛЕКСНА ЈЕДИЊЕЊА ЗЛАТА И БИЗМУТА.**

| предавања 2 часа | 1 час семинара   | рад у малој групи 2 часа |
|------------------|--|--------------------------|
|                  | Комплексна једињења злата<br>Комплексна једињења бизмута |                          |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 13 (ТРИНАЕСТА НЕДЕЉА):

**КОМПЛЕКСНА ЈЕДИЊЕЊА СРЕБРА, АНТИМОНА, ВАНАДИЈУМА, ХРОМА, МАНГАНА,  
ГАДОЛИНИЈУМА И КАЛАЈА.**

| предавања 2 часа | 1 час семинара  | рад у малој групи 2 часа |
|------------------|---|--------------------------|
|                  | Комплекси сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума и калаја |                          |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 14 (ЧЕТРНАЕСТА НЕДЕЉА):

**КОМПЛЕКСНА ЈЕДИЊЕЊА ГВОЖЂА И КОБАЛТА.**

| предавања 2 часа | 1 час семинара  | рад у малој групи 2 часа |
|------------------|---|--------------------------|
|                  | Комплексна једињења гвожђа<br>Комплексна једињења кобалта |                          |

НАСТАВНА ЈЕДИНИЦА 15 (ПЕТНАЕСТА НЕДЕЉА):

**ОСТАЛИ БИОМОЛЕКУЛИ КАО ПОТЕНЦИЈАЛНИ ЛИГАНДИ.**

| предавања 2 часа | 1 час семинара  | рад у малој групи 2 часа |
|------------------|---|--------------------------|
|                  | Биолошка функција јона метала<br>Протеини и пептиди као лиганди<br>Остали биомолекули као потенцијални лиганди<br>Нуклеинске киселине, нуклеозиди и нуклеотиди<br>Тетрапиролни и макроцикли |                          |

## РАСПОРЕД ПРЕДАВАЊА И СЕМИНАРА

**ЧЕТВРТАК  
ФМН ПЛАТФОРМА**

**17:30 - 19:45**

[Распоред наставе и модулских тестова](#)

## РАСПОРЕД НАСТАВЕ ЗА ПРЕДМЕТ БИОНЕОРГАНСКА ХЕМИЈА

| недеља | тип | назив методске јединице  | наставник                                     |
|--------|-----|--|---|
| 1      | П   | Увод у бионеорганску хемију.                                       | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Увод у бионеорганску хемију.                                       | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Увод у експериментални рад.  | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 2      | П   | Комплексна једињења. Централни јон метала и лиганди.               | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Комплексна једињења. Централни јон метала и лиганди.               | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Синтеза комплексних једињења.                                      | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 3      | П   | Дисоцијација комплекса. Координациони број.                        | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Дисоцијација комплекса. Координациони број.                        | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Карактеризација комплекса UV-VIS спектрофотометријом.              | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 4      | П   | Хемијска веза и симетрија молекула комплексних једињења.           | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Хемијска веза и симетрија молекула комплексних једињења.           | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Карактеризација комплекса IR и <sup>1</sup> H NMR спектроскопијом. | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 5      | П   | Изомерија комплексних једињења.                                    | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Изомерија комплексних једињења.                                    | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Изомерија комплексних једињења.                                    | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 6      | П   | Номенклатура комплекса.  | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Номенклатура комплекса.  | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Номенклатура комплекса.  | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |

## РАСПОРЕД НАСТАВЕ ЗА ПРЕДМЕТ БИОНЕОРГАНСКА ХЕМИЈА

| недеља | тип | назив методске јединице   | наставник                                     |
|--------|-----|---|---|
| 7      | П   | Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом.<br>Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводоницима. | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом.<br>Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводоницима. | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Комплекси прелазних метала са $\sigma$ , $\pi$ и $\delta$ везом.<br>Комплекси прелазних метала са незасићеним угљоводоницима. | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 8      | П   | Електронски спектри комплекса прелазних метала.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Електронски спектри комплекса прелазних метала.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Електронски спектри комплекса прелазних метала.   | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 9      | П   | Кисело-базне особине комплекса.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Кисело-базне особине комплекса.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Кисело-базне особине комплекса.   | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 10     | П   | Реакције супституције лиганата у комплексима прелазних метала.  | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Реакције супституције лиганата у комплексима прелазних метала.  | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Реакције супституције лиганата у комплексима прелазних метала.  | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 11     | П   | Комплекси платинске групе метала.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Комплекси платинске групе метала.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Комплекси платинске групе метала.   | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |

## РАСПОРЕД НАСТАВЕ ЗА ПРЕДМЕТ БИОНЕОРГАНСКА ХЕМИЈА

| недеља | тип | назив методске јединице  | наставник                                     |
|--------|-----|--|---|
| 12     | П   | Комплексна једињења злата и бизмута.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Комплексна једињења злата и бизмута.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Комплексна једињења злата и бизмута.   | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 13     | П   | Комплексна једињење сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума и калаја. | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Комплексна једињење сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума и калаја. | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Комплексна једињење сребра, антимона, ванадијума, хрома, мангана, гадолинијума и калаја. | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 14     | П   | Комплексна једињења гвожђа и кобалта.  | проф. др Гордана П. Радић                     |
| 14     | С   | Комплексна једињења гвожђа и кобалта.  | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Комплексна једињења гвожђа и кобалта.  | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |
| 15     | П   | Остали биомолекули као потенцијални лиганди.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | С   | Остали биомолекули као потенцијални лиганди.   | проф. др Гордана П. Радић                     |
|        | В   | Остали биомолекули као потенцијални лиганди.   | проф. др Гордана П. Радић<br>Ана С. Станковић |