



Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

1. Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	105 Прикладна фізика та наноматеріали
Освітня програма	Прикладна фізика
Статус дисципліни	Вибіркова (Цикл професійної підготовки)
Форма навчання	Очна (денна)
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	Загальна кількість: 120 год. (4 кредити) Лекційних занять: 36 год. Лабораторних занять: 18 год. Самостійна робота студентів: 66 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік, поточний контроль, модульна контрольна робота, реферат
Розклад занять	http://ipt.kpi.ua/navchalnij-protses
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доктор біологічних наук, професор, академік НАН України <i>Веселовський Микола Сергійович</i> , контактні дані e-mail: nsvesel@biph.kiev.ua , тел. 044-256-2423, Лабораторні: д.б.н., професор, академік НАН України <i>Веселовський Микола Сергійович</i> , контактні дані: e-mail: nsvesel@biph.kiev.ua , тел. 044-256-2423 Профіль викладача https://scholar.google.com.ua/citations?hl=ru&user=qJV2_0YAAAAJ
Розміщення курсу	Посилання на дистанційний ресурс (Moodle, Google classroom, тощо)

2. Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень» відноситься до варіативної частини професійного циклу дисциплін. Силабус навчальної дисципліни «Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень» розроблений на основі принципу конструктивного вирівнювання, що дозволяє передбачити необхідні навчальні завдання та активності, які потрібні студентам для досягнення очікуваних результатів навчання, а потім спроектувати навчальний досвід таким чином, щоб максимально збільшити можливості студентів досягти бажаних результатів. Для виконання завдань викладача студенту необхідно вміти застосовувати знання та навички, отримані з загального курсу фізики: електрика, електроніка та ін. Фінальним завданням є домашня контрольна робота з побудови електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12.

Мета кредитного модуля полягає у формуванні у студентів знань та умінь з основ радіоелектроніки, а також у формуванні у студентів професійних компетентностей та вміння орієнтуватися в тенденціях розвитку біологічної науки. Після засвоєння кредитного модуля студент має продемонструвати професійні компетентності: здатність використовувати сучасні теоретичні уявлення в галузі фізики для аналізу фізичних систем (ФК 6); здатність працювати в колективах виконавців, у тому числі в міждисциплінарних проектах (ФК 8).

Під час навчання враховуються фактори, які впливають на навчання студентів, принципи ефективного навчання тощо. Навчання здійснюється на основі взаємодії студента і викладача та застосовуються:

- стратегії активного і колективного навчання;
- особистісно-орієнтовані розвиваючі технології, засновані на активних формах і методах навчання, парна робота, метод мозкового штурму, метод кейс-стаді, ділові ігри, дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, круглий стіл тощо;
- евристичні методи (методи створення ідей, методи вирішення творчих завдань, методи активізації творчого мислення);
- метод проблемно-орієнтованого навчання.

Ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання навчальних завдань та оцінювання студентів.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Студенти, які обрали цикл дисциплін біологічного профілю, для успішного засвоєння даної дисципліни повинні мати знання з таких дисциплін, як «фізика» (ЗН 1), «числові методи математики та методи математичної фізики» (ЗН 2); «хімія» (ЗН 3), «основи загальної біології та біохімії» (ЗН 20).

Для засвоєння матеріалу курсу студенти повинні мати навички розв'язування задач рамках базових курсів загальної фізики та електроніки, вищої математики та програмування.

В результаті вивчення навчальної дисципліни «Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень» студенти зможуть:

3. Орієнтуватися в сучасних методах електрофізіологічних досліджень та знаходити науково-технічну інформацію з різних джерел з використанням сучасних інформаційних технологій (ПРН 11).
4. Розробляти електричні схеми та їх моделювати в програмі Micro-Cap. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для вирішення завдань при дослідженні живих об'єктів, базуючись на знанні сучасної фізики на рівні, достатньому для розв'язання практичних проблем прикладної фізики (ПРН 1).
5. Використовувати професійні знання для вирішення практичних задач в галузі електрофізіології, керуючись знаннями основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності для розв'язання практичних проблем прикладної фізики (ПРН 5).
6. Вибирати методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики, зокрема фізики живих систем, користуватись обладнанням та устаткуванням для здійснення фізичного експерименту та обробляти і аналізувати результати (ПРН 10).

7. Застосовувати знання закономірностей розвитку прикладної фізики, її місця в розвитку техніки, технологій і суспільства, у тому числі в розв'язанні екологічних проблем (ПРН 8).

8. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, розробки приладів, нових матеріалів, речовин і наукоємних технологій (ПРН 9).

Отримані практичні навички та засвоєні теоретичні знання під час вивчення навчальної дисципліни «Радіоелектроніка для електрофізіологічних експериментів» використовуватимуться при вивченні суміжного курсу «мікроелектроніка для електрофізіологічних досліджень» та в подальшому під час навчання, пов'язаного з фізикою живих систем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Надається перелік розділів і тем всієї дисципліни.

Розділ 1. Підсилення електричних сигналів в науковому експерименті біофізичного напрямлення.

Тема 1.1. Експеримент в науковому дослідженні. Загальна блок-схема наукової вимірювальної установки.

Тема 1.2 Підсилювачі електричних сигналів.

Тема 1.3 Основні засади теорії зворотного зв'язку стосовно підсилювачів електричних сигналів.

Тема 1.4 Основи теорії електронних регуляторів.

Тема 1.5 Пасивні радіоелектронні компоненти.

Тема 1.6 Активні радіоелектронні компоненти.

Тема 1.7 Схеми включення пасивних електронних компонентів та їх розрахунок.

Тема 1.8 Принципи побудови каскадів підсилення електричних сигналів.

Розділ 2. Операційні підсилювачі, логічні та цифрові пристрої, АЦП/ЦАП і принципи живлення приладів електрофізіологічної установки.

Тема 2.1 Операційні підсилювачі, внутрішня структура, властивості, характеристики, позначення на принципових електричних схемах.

Тема 2.2 Схеми включення операційних підсилювачів.

Тема 2.3 Джерела живлення електронних приладів.

Тема 2.4 Базові логічні елементи, комбінаційні логічні пристрої, послідовні цифрові пристрої.

Тема 2.5 Представлення інформації в цифровому вигляді, основи побудови та функціонування цифро-аналогових та аналого-цифрових перетворювачів.

Розділ 3. Методи дослідження живих об'єктів.

Тема 3.1 Електрофізіологічні методи дослідження живих клітин.

Тема 3.2 Позаклітинне відведення електричних сигналів від нервових клітин.

Тема 3.3 Методи відведення електричних сигналів від нервової клітини.

Тема 3.4 Стимулятори.

Тема 3.5 Оптичні та методи дослідження живих об'єктів.

Тема 3.6 Полярнографічні методи вимірювання концентрації кисню в розчині.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Нижче наводиться перелік навчальних матеріалів та ресурсів для засвоєння матеріалу, який розглядається на лекційних заняттях та запропонований для додаткового вивчення.

Базова література

- Титце У., Шенк К., Полупроводниковая схемотехника. Справочное руководство // перевод с немецкого под ред. д-ра техн. н. А.Г. Алексенко / М.: Мир. - 1983. – 512 с.
2. Гусев В.Г., Гусев Ю.М., Электроника: учеб. пособие для студентов приборостроительных вузов. – М.: Высш. Шк., 1991. – 622 с.
 3. Фолкенберри Л., Применения операционных усилителей и линейных ИС, // перевод с английского под ред. К. техн. н. М.В. Гальперина/ М.: Мир. – 1985. – 572 с.
 4. Хоровицп., Хилл У., Искусство схемотехники: Пер. с англ. - Изд. 2-е. - М.: Издательство БИНОМ 2014. - 704 с.
 5. Волович Г. И. Схемотехника аналоговых и аналого-цифровых электронных устройств. — М.: Издательский дом «Додэка-XXI», 2005. — 528 с.
 6. Радіоелектроніка: підручник для вищ. техн. навч. закл. : [у 6 т.] / за заг. ред. д-ра техн. наук, проф. І. О. Цопи ; Харків. нац. ун-т радіоелектроніки. - Харків : ХНУРЕ, 2018 . Т. 1: Аналогова схемотехніка / О. М. Бітченко, О. І. Цопа, Д. Г. Ганшин. - 2018. - 417 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 408-410.
 7. Сигворс Ф., Сакман Б., Неер Э. и др., Регистрация одиночных каналов: Пер. с англ./ Под ред. Сакмана и Б. и Неера Э. - М.: Мир, 1987. - 448 с.
 8. Первес Р., Микроэлектродные методы внутриклеточной регистрации и ионофореза: Пер. с англ. - М.: Мир, 1983. _ 208 с.
 9. Костюк П.Г., Микроэлектродная техника./ Киев, Изд. АН УкрССР, 1960г. 128 с.

Допоміжна література

1. Колонтаевский Ю.Ф., Радиоэлектроника: учеб. пособие для СПТУ. – М.: Высш. Шк., 1988. – 304 с.
2. Шило В. Л. Популярные цифровые микросхемы: Справочник. — 2-е изд., исправленное. — М.: Радио и связь, 1989. —» 352 с
3. Сендульський М. В., Радіоелектроніка: навч. посіб. / М. В. Сендульський, В. Б. Русин / Чернів. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. - Чернівці: Рута, 2010. - 59 с.
4. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1988. - 304 с.
5. Алексенко А.Г. Коломбет Е.А., Стародуб Г.И., Применение прецизионных аналоговых микросхем/ - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Радио и связь, 1985. - 304 с.

Студенти можуть поглибити свої знання, скориставшись інформаційними ресурсами:

1. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/857>

Основи радіоелектроніки. Частина 1[Електронний ресурс] : навчальний посібник для підготовки фахівців напряму 6.050902 «Радіоелектронні апарати» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. П. Смирнов. - Електронні текстові дані (1 файл: 2,80 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2010.

2. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/1856>

Основи радіоелектроніки. Частина 2 [Електронний ресурс] : навчальний посібник для підготовки фахівців напряму 6.050902 «Радіоелектронні апарати» / НТУУ «КПІ» ; уклад. В. П. Смирнов. - Електронні текстові дані (1 файл: 2,55 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2011.

3. <https://www.moleculardevices.com/en/assets/ebook/dd/cns/axon-guide-to-electrophysiology-and-biophysics-laboratory-techniques#gref> The Axon Guide/ Electrophysiology and Biophysics Laboratory Techniques.

9. Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Заплановані лекційні заняття за темами з розкриттям основних питань:

№	Назва теми лекції та перелік основних питань
Розділ 1 Підсилення електричних сигналів в науковому експерименті біофізичного направлення.	
1	<p>Експеримент в науковому дослідженні. Загальна блок-схема наукової вимірювальної установки.</p> <p>Постановка наукового експерименту: реєстрація певних параметрів об'єкту в певних умовах та при впливі певних факторів. Обладнання та прилади, що необхідні для реєстрації або створення цих умов, здійснення визначеного впливу на об'єкт та реєстрація зміни стану об'єкту в часі у відповідь на цей вплив. Сенсори, підсилювачі електричних сигналів, аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі, комп'ютери, програмне забезпечення, стимулятори. Формулювання вимог до елементів наукової вимірювальної установки.</p>
2	<p>Підсилювачі електричних сигналів.</p> <p>Види підсилювачів (перетворювачів), основні електричні характеристики. Вхідний, вихідний опір, діапазон вхідних, вихідних сигналів, динамічний діапазон, коефіцієнт підсилення (перетворення), амплітудна, амплітудно-частотна, фазо-частотна, перехідна характеристики.</p>
3	<p>Основні засади теорії зворотного зв'язку стосовно підсилювачів електричних сигналів.</p> <p>Види зворотного зв'язку. Негативний, позитивний зворотний зв'язок. Зворотний зв'язок за вихідними напругою або струмом. Послідовний та паралельний зворотний зв'язок за способом подачі у вхідне коло. Коефіцієнт петлевого підсилення. Вплив зворотного зв'язку на параметри підсилювача: коефіцієнт підсилення, стабільність коефіцієнта підсилення, вхідний, вихідний опір.</p>
4	<p>Основи теорії електронних регуляторів.</p> <p>Призначення, принцип дії, види регуляторів. Пропорційний, пропорційно-інтегральний та пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятори. Налаштування регуляторів. Керування нелінійними об'єктами.</p>
5	<p>Пасивні радіоелектронні компоненти.</p> <p>Резистори, конденсатори, котушки індуктивності, трансформатори. Види, принципи роботи, властивості, характеристики, позначення на принципових електричних схемах. Можливість використання як сенсорних елементів.</p>
6	<p>Активні радіоелектронні компоненти.</p> <p>Діоди, транзистори біполярні та польові. Види, принципи роботи, властивості, характеристики, позначення на принципових електричних схемах. Можливість</p>

	використання як сенсорних елементів.
7	Схеми включення пасивних електронних компонентів та їх розрахунок. Прості схеми включення двополюсних електронних компонентів та їх розрахунок. Резистивний дільник напруги, частотно-компенсований дільник напруги, прості пасивні фільтри, випрямлячі, детектори, стабілізатори, обмежувачі.
8	Принципи побудови каскадів підсилення електричних сигналів. (На прикладі транзисторного каскаду за схемою зі спільним емітером (витоком)). Принципова схема, еквівалентна схема каскаду для режиму малих сигналів. Режим роботи, методи задачі та стабілізації робочої точки, розрахунок параметрів каскаду. Транзисторні каскади з спільними базою та колектором (стоком), джерела стабільного струму, токове дзеркало, схема Дарлінгтона, двотактний емітерний повторювач, транзисторні аналогові комутатори, розрахунок параметрів каскадів. Диференційний підсилювач, принцип роботи, розрахунок та параметри каскаду.
Розділ 2. Операційні підсилювачі, логічні та цифрові пристрої, АЦП/ЦАП і принципи живлення приладів електрофізіологічної установаки.	
9	Операційні підсилювачі, внутрішня структура, властивості, характеристики, позначення на принципових електричних схемах. Ідеальний та реальні операційні підсилювачі, їх види. Робота з Data sheets та Application notes.
10	Схеми включення операційних підсилювачів. Принципи побудови схем на операційних підсилювачах (ОП), корекція частотної характеристики. Інвертуючий та неінвертуючий каскад на ОП, перетворювач струм-напруга, схеми додавання, віднімання, інтегрування, диференціювання, логарифмування та отримання експоненти. Аналогові лічильні машини. Компаратори, генератори, пристрої вибірки-зберігання, інструментальні, ізолюючі підсилювачі, джерела стабільного струму на ОП.
11	Джерела живлення електронних приладів. Лінійні та імпульсні стабілізатори напруги. Використання широтно-імпульсної модуляції в імпульсних стабілізаторах.
12	Базові логічні елементи, комбінаційні логічні пристрої, послідовні цифрові пристрої. Базові логічні елементи: повторювачі, інвертори, елементи, що реалізують логічні операції «AND», «OR», «XOR», те саме з інверсією. Комбінаційні логічні пристрої: шифратори, дешифратори, мультиплектори, демультиплектори, цифрові компаратори. Послідовні цифрові пристрої: тригери, лічильники, регістри. Логіка роботи та позначення на принципових електричних схемах.
13	Представлення інформації в цифровому вигляді, основи побудови та функціонування цифро-аналогових та аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). Паралельні АЦП, АЦП послідовного наближення. Теорема Найквіста-Шеннона. Вибір, налаштування апаратного та програмного забезпечення для аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення сигналів в науковій вимірювальній системі.
Розділ 3. Методи дослідження живих об'єктів.	
14	Електрофізіологічні методи дослідження живих клітин. Нервова клітина: будова, функціонування, фізичні та електричні параметри, еквівалентна електрична схема. засоби доступу до об'єкта. Мікроелектроди, мікропіпетки, електроди як

	засіб електричного з'єднання вимірювальної установки з об'єктом-клітиною. Вимірювання мембранного потенціалу та трансмембранного струму нервової клітини.
15	Позаклітинне відведення електричних сигналів від нервових клітин. Техніка для позаклітинного відведення електричних сигналів від нервових клітин. Вимоги до підсилювача для позаклітинного відведення, побудова електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12.
16	Методи відведення електричних сигналів від нервової клітини. Мікроелектродна техніка відведення електричних сигналів від нервової клітини (метод фіксації струму). Вимоги до підсилювача для внутрішньоклітинного відведення методом фіксації струму. Компенсація електродного потенціалу, вхідної ємності, внутрішньоклітинна стимуляція, мостова схема побудови. Можливість використовувати підсилювач для фіксації струму в режимі фіксації потенціалу Побудова електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12. Переваги та недоліки методу. Модифіковані методи відведення з мікроелектродним підсилювачем (розгляд на рівні блок-схем): метод двохелектродної фіксації потенціалу, discontinuoussingle-electrodevoltageclamp (dSEVC), discontinuouscurrentclamp (DCC), continuoussingle-electrodevoltageclamp (cSEVC). Метод фіксації потенціалу в конфігурації «ціла клітина». Вимоги до підсилювача для внутрішньоклітинного відведення методом одноелектродної фіксації потенціалу. Компенсація електродного потенціалу, ємності піпетки та клітини, струму витoku, послідовного опору. Можливість використовувати підсилювач для фіксації потенціалу в режимі фіксації струму. Побудова електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12. Переваги та недоліки методу.
17	Стимулятори. Стимулятори для позаклітинної стимуляції та іонофоретичної аплікації. Вимоги до стимуляторів (різні рівні складності), розробка електричних схем та їх моделювання в програмі Micro-Cap 12.
18	Оптичні та методи дослідження живих об'єктів. Принципи роботи оптичних сенсорів на прикладі фотоелектронного помножувача для реєстрації надслабких потоків випромінення. Принципи роботи багатоелементних оптичних сенсорів на прикладі ПЗС-матриці. Вимірювання потенціалу та концентрації внутрішньоклітинного кальцію за допомогою потенціалчутливих та кальційчутливих барвників відповідно.
19	Полярграфічні методи вимірювання концентрації кисню в розчині. Вимоги до підсилювача для полярграфічних вимірювань, розробка електричної схеми.

Лабораторні заняття проводяться у відповідності зі структурою та темами кредитного модуля.

Основні завдання лабораторних занять:

1. Ознайомлення з програмою для аналогового і цифрового моделювання електричних та електронних схем з інтегрованим візуальним редактором Micro-Cap 12.
2. Моделювання типових схем включення електронних компонент, що були розглянуті в курсі лекцій для кращого засвоєння матеріалу.
3. Розробка та моделювання електронних схем електрофізіологічних підсилювачів для різних методів дослідження.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Вивчення вольт-амперних характеристик дискретних електронних компонент, які використовуються в устаткуванні для електрофізіологічних досліджень.	2
2	Визначення характеристик наданого підсилювача (вхідний, вихідний опір, діапазон вхідних, вихідних сигналів, динамічний діапазон, коефіцієнт підсилення (перетворення), амплітудна, амплітудно-частотна, фазо-частотна, перехідна характеристики.)	2
3	Вивчення впливу зворотного зв'язку на характеристики підсилювача.	2
4	Дослідження роботи типових каскадів на операційних підсилювачах.	2
5	Вивчення характеристик лінійних та імпульсних стабілізаторів.	2
6	Застосування теореми Найквіста-Шеннона для вибору частоти оцифровки сигналу	2
7	Методика виготовлення мікроелектродів та піпеток для електрофізіологічних досліджень з допомогою спеціалізованого електронного обладнання.	2
8	Застосування електронного обладнання при приготуванні біологічних препаратів для електрофізіологічних досліджень.	2
9	Налаштування програмного забезпечення наукової електрофізіологічної установки.	2

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями:

- 1) методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда));
- 2) особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання («мозковий штурм», дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, та ін.);
- 3) інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відеопідтримки навчальних занять, Розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, доповнення традиційних навчальних занять засобами взаємодії на основі мережних комунікаційних можливостей (інтернет-форум, інтернет-семінар та ін.);
- 4) самостійна робота студента включає опрацювання лекційного матеріалу, рекомендованої літератури.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає опрацювання лекційного матеріалу та рекомендованої літератури. Завданнями самостійної роботи студентів є: навчити їх самостійно працювати з літературою, творчо сприймати навчальний матеріал, осмислювати його; закріплювати у студентів навички до щоденної роботи з навчальним матеріалом і додатковою літературою з метою одержання та узагальнення знань та умінь.

Самостійна робота студента має на меті розвиток творчих здібностей та активізацію розумової діяльності студентів, формування потреби безперервного та самостійного поповнення знань, а також розвиток морально-вольових зусиль.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система оцінювання

№ з/п	Контрольний захід	%	Ваговий бал	Кіл-ть	Всього
1.	Поточний контроль	34	2	17	34
2.	експрес контрольні роботи	12	6	2	12
3.	Виконання домашньої контрольної роботи	35	35	1	35
4.	Активність на лабораторних заняттях/лекціях	19	1	19	19
	Всього				100

Результати поточного контролю та експрес контрольних робіт та тематичних завдань оголошуються кожному студенту окремо у присутності студента або в дистанційній формі. Результати семестрового індивідуального завдання (домашня контрольна робота) оголошуються кожному студенту окремо у присутності або в дистанційній формі та супроводжуються позитивними коментарями та зауваженнями стосовно помилок.

Заохочувальні бали

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Конспект лекційних занять	3 бали	Порушення термінів виконання контрольної роботи без поважних причин	-5 балів
Схемотехнічне моделювання	5 балів	Порушення термінів виконання домашньої контрольної роботи	-5 балів

Відвідування занять

Відвідування лекцій та лабораторних занять є обов'язковим. Відвідування лекцій, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання (ДКР) та тематичних завдань. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи

Пропущене лабораторне заняття /лекція може бути зарахована, якщо студент надасть письмове пояснення пропуску та виконає контрольну роботу.

Тематичне завдання, яке подано на перевірку з порушенням терміну виконання, не оцінюється.

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами.

Критерій	Перша атестація	Друга атестація
----------	-----------------	-----------------

Термін атестації		8-ий тиждень	14-ий тиждень	
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг	≥ ... балів	≥ ... балів	
	Поточний рейтинг	≥ 16 балів	≥ 45 балів	
	Поточний контрольний захід	Поточне опитування	+	+
		Експрес контрольні роботи	6	6
	Семестрове індивідуальне завдання	Домашня контрольна робота	-	35

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Дистанційне навчання для лабораторних занять не дозволяється

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Вхідний контроль проводиться викладачем на початку навчання з навчальної дисципліни «Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень» з метою визначення готовності студентів до її засвоєння.

Поточний контроль:

Поточний контроль проводиться викладачем на під час аудиторних занять. Основне завдання поточного контролю – перевірка рівня підготовки студентів до засвоєння поточного матеріалу. Основна мета поточного контролю – забезпечення зворотного зв'язку між викладачем та студентами у процесі навчання, забезпечення управління навчальною мотивацією студентів. Поточний контроль проводиться у формі усного опитування на лекціях, виступів студентів при обговоренні питань на семінарському занятті.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: залік

Семестровий контроль з кредитного модуля проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового заліку.

Для оцінювання результатів навчання застосовується 100-бальна рейтингова система і університетська шкала.

Умови допуску до семестрового контролю:

Обов'язкова умова допуску до екзамену/заліку		Критерій
1	Поточний рейтинг	RD \geq 60
2	Поточний контрольний захід	Позитивні відповіді виконання експрес контрольних робіт
3	Семестрове індивідуальне завдання	ДКР δ 35

Додаткові умови допуску до заліку:

Студенти, які набрали протягом семестру необхідну кількість балів (RD \geq 60), отримують залікову оцінку (залік), так званим "автоматом", відповідно до кількості набраних балів протягом семестру.

Студентам, які протягом семестру набрали більш ніж 60 балів, надається можливість виконувати залікову контрольну роботу з метою підвищення оцінки. Якщо оцінка за контрольну роботу більша ніж за рейтингом, студент отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Питання, які виносяться на залік «Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень» представлені в Додатку А.

Індивідуальні завдання.

Ціллю індивідуального завдання домашня контрольна робота (ДКР) є розвиток та закріплення вміння розробки електронного обладнання для електрофізіологічних експериментів. Тематика індивідуальних завдань додається до робочої програми (Додаток Б).

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: Професор, д.б.н., професор Веселовський Микола Сергійович

Доцент, к.б.н. Пурнинь Олена Едуардівна

Ухвалено: кафедрою прикладної фізики (протокол № 2 /₂₀₂₀₋₂₁ від 04 вересня 2020 року)

Затверджено: Вченою радою ФТІ (протокол № 7/1 від 07 вересня 2020 року)

**Питання, які виносяться на залік з дисципліни
«Радіоелектроніка для електрофізіологічних досліджень»**

1. Загальна блок-схема наукової вимірювальної установки.
2. Резистори, види резисторів, властивості, характеристики, позначення резисторів на принципових електричних схемах. З'єднання резисторів, резистивний подільник напруги.
3. Конденсатори, види конденсаторів, властивості, характеристики, позначення конденсаторів на принципових електричних схемах. З'єднання конденсаторів, частотнокомпенсований подільник напруги, прості пасивні фільтри.
4. Напівпровідникові діоди, види діодів, властивості, характеристики, позначення діодів на принципових електричних схемах. Схеми включення та приклади використання різних видів діодів (випрямлячі, детектори, стабілізатори...).
5. Напівпровідникові транзистори, види транзисторів, властивості, характеристики, позначення транзисторів на принципових електричних схемах.
6. Підсилювачі електричних сигналів, види підсилювачів властивості, характеристики.
7. Основні засади теорії зворотного зв'язку стосовно підсилювачів електричних сигналів. Вплив зворотного зв'язку на параметри підсилювачів електричних сигналів.
8. Принципи побудови каскаду підсилення електричних сигналів на напівпровідникових транзисторах. Каскад за схемою зі спільним емітером (витоком). Розрахунок робочої точки та параметрів каскаду.
9. Каскад за схемою зі спільною базою, розрахунок та параметри каскаду.
10. Каскад за схемою зі спільним колектором (стоком), розрахунок та параметри каскаду.
11. Транзисторне джерело стабільного струму, токове дзеркало, схема Дарлінгтона, двотактний емітерний повторювач, транзисторні аналогові комутатори.
12. Диференційний підсилювач, принцип роботи, розрахунок та параметри каскаду.
13. Операційні підсилювачі, внутрішня структура, властивості, характеристики, позначення на принципових електричних схемах.
14. Схеми включення та приклади використання операційних підсилювачів із зворотнім зв'язком, корекція частотної характеристики.
15. Інструментальний підсилювач, джерела постійного струму на операційних підсилювачах, ізолюючі підсилювачі.
16. Основи теорії електронних регуляторів, пропорційний, пропорційно-інтегральний та пропорційно-інтегрально-диференціальний регулятори на прикладі терморегулятора.
17. Джерела живлення електронних приладів, лінійні та імпульсні стабілізатори напруги, використання широтно-імпульсної модуляції.
18. Основи цифрової схемотехніки, базові логічні елементи, комбінаційні логічні пристрої, послідовні цифрові пристрої, позначення на принципових електричних схемах.

19. Представлення інформації в цифровому вигляді, основи побудови та функціонування цифро-аналогових та аналого-цифрових перетворювачів. Теорема Найквіста-Шеннона. Вибір, налаштування апаратного та програмного забезпечення для аналого-цифрового та цифро-аналогового перетворення сигналів в науковій вимірювальній системі.
20. Нервова клітина як об'єкт дослідження електрофізіології, фізичні та електричні параметри, функціонування, еквівалентна електрична схема, засоби доступу до об'єкта.
21. Позаклітинне відведення електричних сигналів від нервової клітини. Вимоги до підсилювача для позаклітинного відведення, побудова електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12.
22. Вимірювання мембранного потенціалу та трансмембранного струму нервової клітини.
23. Мікроелектродна техніка відведення електричних сигналів від нервової клітини (метод фіксації струму). Вимоги до підсилювача для внутрішньоклітинного відведення методом фіксації струму. Компенсація електродного потенціалу, вхідної ємності, внутрішньоклітинна стимуляція, мостова схема побудови. Можливість використовувати підсилювач для фіксації струму в режимі фіксації потенціалу Побудова електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12. Переваги та недоліки методу.
24. Модифіковані методи відведення мікроелектродним підсилювачем (розгляд на рівні блок-схем): метод двохелектродної фіксації потенціалу, discontinuous single-electrode voltage clamp (dSEVC), discontinuous current clamp (DCC), continuous single-electrode voltage clamp (cSEVC).
25. Метод фіксації потенціалу в конфігурації «ціла клітина». Вимоги до підсилювача для внутрішньоклітинного відведення методом одноелектродної фіксації потенціалу. Компенсація електродного потенціалу, ємності піпетки та клітини, струму витоку, послідовного опору. Можливість використовувати підсилювач для фіксації потенціалу в режимі фіксації струму. Побудова електричної схеми та її моделювання в програмі Micro-Cap 12. Переваги та недоліки методу.
26. Стимулятори для позаклітинної стимуляції та іонофоретичної аплікації. Вимоги до стимуляторів (різні рівні складності), розробка електричних схем та їх моделювання в програмі Micro-Cap 12.
27. Оптичні методи вимірювання в електрофізіології: вимірювання потенціалу та концентрації внутрішньоклітинного кальцію за допомогою потенціал-чутливих та кальцій-чутливих барвників відповідно.
28. Полярографічні методи вимірювання концентрації кисню в розчині. Вимоги до підсилювача для полярографічних вимірювань, розробка електричної схеми.
29. Принципи роботи оптичних сенсорів на прикладі фотоелектронного помножувача для реєстрації надслабких потоків випромінювання.
30. Принципи роботи багатоелементних оптичних сенсорів на прикладі ПЗС-матриці.

Задачі курсу «радіоелектроніка в електрофізіології»

1. Розрахувати в лінійному наближенні напругу пульсацій peak-to-peak та середню напругу на виході однонапівперіодного випрямляча на кремнієвому діоді ($U_{пр}=1\text{ В}$), що підключений до джерела змінного синусоїдального струму амплітудою 11 В, частотою 50 Гц, та навантажений на 100 Ом з ємністю фільтра 1000 мкФ.

2. Для каскаду Рис. 1 розрахувати діапазон вихідної напруги, який він може забезпечити на $R_H=1\text{ кОм}$.

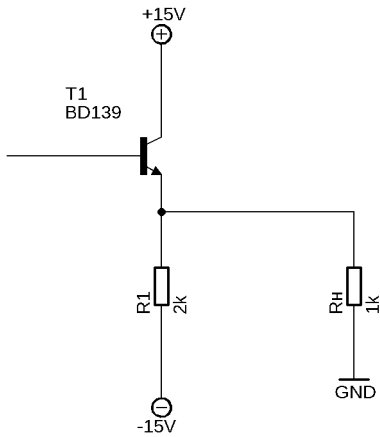


Рис.1.

3. Польовий транзистор з керуючим р-п переходом, що має максимальне значення струму стоку $I_{dmax}=2\text{ мА}$, $S_{max}=2\text{ мА/В}$, включений по схемі з спільним витком. Опір навантаження в колі стоку $R_H=10\text{ кОм}$. Визначити напругу відсікання U_0 та коефіцієнт підсилення напруги K_u , якщо: 1) $U_{gs}=-1\text{ В}$, 2) $U_{gs}=-0.5\text{ В}$, 3) $U_{gs}=0\text{ В}$.

4. Визначити амплітуду та форму напруги на виході схеми (Рис. 2) при подачі на вхід синусоїдальної напруги амплітудою: 1) 0.1 В, 2) 0.5 В. В схемі $R1=2\text{ кОм}$, $R2=20\text{ кОм}$, напруга стабілізації стабілітронів D1, D2 - 3.3 В, пряме падіння напруги 0.6 В. Від яких параметрів схеми залежить тривалість фронту та спаду сигналу на виході. Як зміниться сигнал на виході, якщо замкнотити стабілітрон D2.

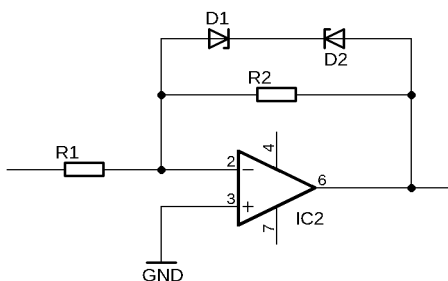


Рис. 2.

5. Розрахувати суматор на три входи з коефіцієнтами підсилення по входах -0.5, -1, -3. Мінімальний вхідний опір має бути не менш ніж 100 кОм. Чому в такі схеми між неінвертуючим входом та землею часто включають додатковий опір, як правильно його розрахувати?

6. Абсолютні зміни коефіцієнта підсилення підсилювача з $K=100$ складають $\pm 10\%$. Визначити, з яким коефіцієнтом передачі треба підключити коло від'ємного зворотного (ВЗЗ) зв'язку, щоб зміни коефіцієнта підсилення підсилювача із ВЗЗ не перевищували $\pm 1\%$; розрахувати коефіцієнта підсилення підсилювача із ВЗЗ.

7. Розрахувати схему тригера Шмідта на операційному підсилювачі (Рис. 3) з гістерезисом 0.1 В та вхідним опором не менше 10 кОм за умов: максимальна вихідна напруга ОП - $\pm 12\text{ В}$, мінімальний струм стабілізації стабілітронів D1, D2 – 1 мА , напруга стабілізації стабілітронів D1, D2 – 9 В , пряме падіння напруги 1 В . Пояснити ціль застосування елементів R4, D1, D2.

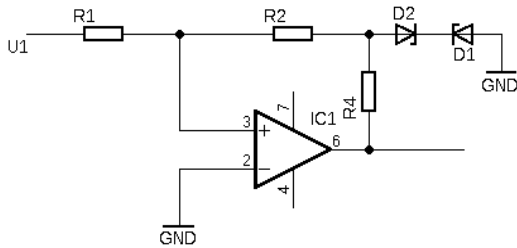


Рис. 3.

8. При одноелектродній фіксації потенціалу на мембрані клітини (Рис. 7) оцінити похибку фіксації, якщо опір піпетки $R_p=10\text{ Мом}$, а пікове значення іонного струму $I=4\text{ нА}$.

9. До клітини прикладається прямокутний поштовх потенціалу амплітудою 10 мВ в режимі одноелектродній фіксації потенціалу. Оцінити: 1) пікову величину струму, що перезаряджає мембрану, 2) тривалість цього струму по рівню 0.05 , якщо опір піпетки $R_p=10\text{ Мом}$, опір мембрани $R_m=300\text{ Мом}$, ємність мембрани $C_m=34\text{ пФ}$.

10. До клітини прикладається прямокутний поштовх струму амплітудою -250 пА через мікроелектрод. Оцінити: 1) зсув мембранного потенціалу в стаціонарному стані, 2) тривалість фронту цього потенціалу по рівню 0.05 якщо опір мікроелектрода $R_p=70\text{ Мом}$, опір мембрани $R_m=32\text{ Мом}$, ємність мембрани $C_m=33\text{ пФ}$.

Індивідуальні завдання домашньої контрольної роботи

№	Назва домашньої контрольної роботи
1	Розробка схеми електронного термометра для вимірювання температури розчину, що омиває біологічний препарат в експериментальній камері
2	Розробка схеми електронного термостату для підтримання сталої температури фізіологічного розчину, що працює на релейному принципі
3	Розробка схеми електронного термостату для підтримання сталої температури фізіологічного розчину, що працює на основі пропорційного регулятора
4	Розробка схеми електронного термостату для підтримання сталої температури фізіологічного розчину, що працює на основі пропорційно інтегруючого регулятора
5	Розробка схеми електронного термостату для підтримання сталої температури фізіологічного розчину, що працює на основі пропорційно інтегруюче деференціюючого регулятора
6	Розробка схеми гальванічно ізольованого стимулятора для стимуляції біологічних об'єктів прямокутними імпульсами напруги. Для запуску стимулятора використовуються логічні рівні 0 В, 5 В (керування від ПЕОМ). Амплітуду задавати регулятором на передній панелі стимулятора
7	Розробка схеми гальванічно ізольованого стимулятора для стимуляції біологічних об'єктів поштовхами напруги з управлінням амплітудою, формою та часовими параметрами від ПЕОМ через ЦАП