

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет біомедичної інженерії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

«26»

2021 р.



Ф-КАТАЛОГ
ВИБІРКОВИХ НАВЧАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН
ЦИКЛУ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ
для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
за освітньою програмою
«Регенеративна та біофармацевтична інженерія»
спеціальності 163 «Біомедична інженерія»
(вступ 2019 року)

УХВАЛЕНО:

Методичною радою
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 6 від 25 лютого 2021 р.)

Вченою радою ФБМІ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол №11 від 22 лютого 2021 р.)

Київ – 2021

Зміст

1. Загальні положення.....	3
2. Дисципліни вільного вибору.....	5
3. Анотації вибіркових дисциплін ф-каталогу.....	6
Імунологія та алергологія.....	6
Основи медичної хімії та біофармації.....	8
Біологія розвитку та основи еволюційної теорії.....	10
Теорія автоматичного керування.....	12
Біомедична механіка.....	14
Теорія біомедичних сигналів.....	16
Реєстрація і обробка біосигналів і медичних зображень.....	17
Технології біомедичних продуктів.....	19
Біостатистика.....	21
Біометричні технології.....	22
Нормативне забезпечення у біомедичній інженерії, біотехнології та фармації.....	23
Біофізичні перетворювачі.....	25
Біотермодинаміка та масоперенос.....	26
Основи конструювання і проектування медичної техніки.....	27
Молекулярна біофізика.....	28

1. Загальні положення

1.1. Вибіркові дисципліни – дисципліни вільного вибору студентів для певного рівня вищої освіти. Вибір навчальних дисциплін здійснюється у межах, передбачених освітньою програмою (ОП) та навчальним планом (НП), в обсязі, що становить не менш як 25 відсотків загальної кількості кредитів ЄКТС, передбачених для бакалаврського рівня вищої освіти (тобто щонайменше 60 кредитів ЄКТС). Обсяг вибіркових навчальних дисциплін з циклу професійної підготовки за даної освітньою програмою складає 56 кредитів ЄКТС.

1.2. Дисципліни вільного вибору циклу професійної підготовки обираються із факультетських та/або кафедральних каталогів (Ф-Каталоги) навчальних дисциплін.

1.3. Вибіркові навчальні дисципліни циклу професійної підготовки, що пропонуються кафедрою трансляційної медичної біоінженерії, надають можливість здійснення поглибленої підготовки за обраною освітньою програмою (Регенеративна та біофармацевтична інженерія).

Вибіркові навчальні дисципліни циклу професійної підготовки, що пропонуються факультетом біомедичної інженерії, надають можливість здійснення поглибленої підготовки за обраною спеціальністю (Біомедична інженерія).

Вибіркові навчальні дисципліни циклу професійної підготовки, що пропонуються іншими факультетами університету, надають можливість здійснення поглибленої підготовки за різними міждисциплінарними напрямками.

1.4. Здобувачі першого рівня вищої освіти мають право вибирати навчальні дисципліни, які пропонуються для інших рівнів вищої освіти, за погодженням із завідувачем випускаючої кафедри. Для вибору здобувачем інших дисциплін (наприклад, з іншої освітньої програми чи тих, що викладаються іншими підрозділами на тому ж рівні вищої освіти) отримання окремих погоджень не вимагається. У разі, якщо здобувач виявив бажання обрати дисципліну, яка не входить до Каталогу вибіркових навчальних дисциплін кафедри трансляційної медичної біоінженерії, він упродовж часу, що виділено для здійснення вибору, має звернутися із відповідним клопотанням до завідувача випускової кафедри. Випускова кафедра узгоджує із кафедрою, що забезпечує викладання такої дисципліни, та відповідним деканатом організаційну можливість реалізації вибору здобувача (наявність сформованих навчальних груп для викладання даної дисципліни та інші організаційно-технічні аспекти). У разі відсутності організаційної можливості вивчення здобувачем даної дисципліни йому пропонується змінити свій вибір. Можливість вибору дисциплін, які не входить до Каталогу вибіркових навчальних дисциплін кафедри трансляційної медичної біоінженерії, не розповсюджується на освітні компоненти, які передбачають виконання курсових робіт.

1.5. Обов'язковою умовою для вибору будь-якої навчальної дисципліни для вивчення здобувачем у певному навчальному семестрі є опанування дисциплін-передумов (у разі їх наявності) та відповідності обсягу навчальної дисципліни навчальному плану (НП).

1.6. Каталоги вибірових дисциплін розміщуються на офіційному сайті факультетів та кафедр. Викладачі проводять для студентів презентації вибірових навчальних дисциплін до початку процесу вибору студентами дисциплін. Також, за потреби, надаються консультації щодо формування індивідуальної освітньої траєкторії. Здобувачі обирають вибірові навчальні дисциплін циклу професійної підготовки відповідно до навчальних планів, за якими вони навчаються. Процедура вибору студентами навчальних дисциплін включає такі етапи:

- ознайомлення здобувачів із переліком вибірових дисциплін, що відповідають освітнім компонентам на певний навчальний рік;
- випускова кафедра організує вибір здобувачами відповідних освітніх компонент за допомогою системи Електронний Кампус;
- опрацювання кафедрою результатів вибору здобувачами освітніх компонент та формування спільно з деканатом навчальних груп для вивчення обраної дисципліни враховуючи нормативну та/або мінімальну чисельність студентів в групі. Нормативна чисельність здобувачів в групах для вивчення дисциплін циклу професійної підготовки для бакалаврів складає 15-25 (мінімальна – 10 осіб);
- у разі неможливості формування навчальних груп нормативної або мінімальної чисельності для вивчення певної дисципліни, здобувачеві надається можливість здійснити повторний вибір, приєднавшись до вже сформованих навчальних груп, або, в окремих випадках, за обґрунтованою заявою та рішенням забезпечуючої кафедри надається можливість опанувати обрану дисципліну за допомогою інших форм навчання (індивідуальні консультації, змішана форма навчання тощо). У випадку чисельності навчальної групи менше мінімальної – перевага надається змішаній формі навчання;
- остаточне рішення здобувача про вибір відповідних освітніх компонент на наступний навчальний рік оформлюється заявою. Результати вибору навчальних дисциплін зазначаються в його індивідуальному навчальному плані наступного навчального року в розділі «Обрані дисципліни».

Якщо здобувач із поважних причин не зміг обрати дисципліни вчасно або виявив помилку щодо свого волевиявлення, він звертається в деканат із заявою для запису на вивчення обраних ним дисциплін. Студент, який знехтував своїм правом вибору, може бути записаний на вивчення тих дисциплін, які будуть визначені випусковою кафедрою.

1.7. Студенти I курсу обирають дисципліни для другого року підготовки, студенти II курсу обирають дисципліни для третього року підготовки, студенти III курсу обирають дисципліни для четвертого року підготовки.

1.8. Визнання результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті, здійснюється згідно «Положення про визнання в КПІ ім. Ігоря Сікорського результатів навчання, набутих у неформальній/інформальній освіті» (<https://osvita.kpi.ua/node/179>).

2. Дисципліни вільного вибору

2.1. Освітні компоненти (дисципліни) для вивчення упродовж III року навчання

5 семестр

(вибір 3-х дисциплін із 7-ми можливих варіантів)

<i>Код за ОП</i>	<i>Назва</i>	<i>Кредити ЄКТС</i>
ПВ 3-5	Імунологія та алергологія	4,0
	Основи медичної хімії та біофармації	4,0
	Біологія розвитку та основи еволюційної теорії	4,0
	Теорія автоматичного керування	4,0
	Біомедична механіка	4,0
	Теорія біомедичних сигналів	4,0
	Реєстрація і обробка біосигналів і медичних зображень	4,0

6 семестр

(вибір 4-х дисциплін із 8-ми можливих варіантів)

<i>Код за ОП</i>	<i>Назва</i>	<i>Кредити ЄКТС</i>
ПВ 6-9	Технології біомедичних продуктів	4,0
	Біостатистика	4,0
	Біометричні технології	4,0
	Нормативне забезпечення у біомедичній інженерії, біотехнології та фармації	4,0
	Біофізичні перетворювачі	4,0
	Біотермодинаміка та масоперенос	4,0
	Основи конструювання і проектування медичної техніки	4,0
	Молекулярна біофізика	4,0

3. Анотації вибіркових дисциплін Ф-Каталогу

3.1. Освітні компоненти (дисципліни) для вивчення упродовж III року навчання

5 семестр

Дисципліна	Імунологія та алергологія
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Беспалова О.Я., к.б.н., с.н.с.
Вимоги до початку вивчення	Вивченню даної дисципліни передуює вивчення дисципліни «Анатомія та фізіологія людини», «Біохімія»
Що буде вивчатися	Структура та будова органів імунної системи, процесів, що пов'язані з диференціацією, проліферацією та програмованою смертю клітин, із структурною організацією та функціонуванням макромолекул у лімфоцитах, з механізмами міжклітинної та внутрішньоклітинної сигналізації. Клітинно-молекулярні механізми розвитку і функціонування імунної системи, сучасні теорії причин виникнення, розвитку алергологічної патології, стадії формування алергічної реакції.
Чому це цікаво/треба вивчати	Вивчення захисних факторів організму: природні бар'єри на шляху інфекції (шкіряні та слизові покриви, секрети, природна мікрофлора), факторів неспецифічної та специфічної резистентності дозволить набути теоретичні знання з основ імунології і вміти використовувати їх у практичній діяльності, для розробки та вдосконалення існуючих методів діагностики захворювань в патогенезі яких беруть участь імунні механізми.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: <ul style="list-style-type: none"> - історичних відомостей про розвиток і становлення імунології як науки; - загальної характеристики захисних факторів організму: природні бар'єри на шляху інфекції (шкіряні та слизові покриви, секрети, природна мікрофлора); - клітинних факторів неспецифічної резистентності; - гуморальних факторів неспецифічної резистентності: комплемент, білки гострої фази, цитотоксичні фактори, природні імуноглобуліни, кініни - адаптивного специфічного імунітету, імунна пам'ять; - основних клітин імунної системи; - структурної будови антитіла, антигену; - механізму розвитку алергічних реакцій. вміння: <ul style="list-style-type: none"> - відрізнити основні структурно-функціональні елементи імунної системи на органному та клітинному рівнях; - володіти основами методології імунологічних досліджень; - виконувати ідентифікацію клітин імунної системи за

	<p>допомогою імунологічних методів;</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначати функціональну активність імунокопетентних клітин; - досліджувати рівні антитіл за допомогою імуноферментного методу; - відрізнати гіперчутливість негайного типу від гіперчутливості сповільненого типу; - визначити функціональну активність фагоцитарних клітин.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	<p>Проводити імунологічні дослідження по визначення кількості і функціональної активності імунокомпетентних клітин.</p> <p>Визначати рівні імуноглобулінів в біологічних рідинах.</p> <p>Визначити основні типи та механізми розвитку алергічних реакцій організму.</p>
Інформаційне забезпечення	<p>Навчальний посібник (електронне видання), силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.</p>
Форма проведення занять	<p>Лекції, практичні роботи</p>
Семестровий контроль	<p>Залік</p>

Дисципліна	Основи медичної хімії та біофармації
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Голембіовська О.І., к. фарм.н.
Вимоги до початку вивчення	Вивченню даної дисципліни передуює вивчення дисципліни «Біохімія», а також основ фізіології людини.
Що буде вивчатися	Хімічні основи процесів життєдіяльності організму, які підкоряються основним хімічним закономірностям. Будова та реакційна здатність найбільш важливих біологічно активних молекул, теорію хімічного зв'язку в комплексних сполуках біометалів з біолігандами та роль біогенних елементів в життєдіяльності організму. Фізико-хімічні процеси, які відбуваються на молекулярному та субмолекулярному рівнях, оскільки саме тут знаходяться причини виникнення різних форм захворювань і специфічність спадкових ознак.
Чому це цікаво/треба вивчати	Для спеціалістів з біомедичної інженерії та споріднених спеціальностей, діяльність яких спрямована на медичне застосування розроблених ними технологій та продуктів, важливим є розуміння фізико-хімічних та фармакологічних основ впливу фізіологічно активних речовин на організм людини. Такі речовини можуть бути хімічного, біологічного (природного) чи біотехнологічного походження. Розуміння закономірностей впливу біологічних, фізичних та хімічних факторів на ефективність застосування фізіологічно активних речовин є критично важливим для розробки значної частини біомедичних технологій та продуктів.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знати: – властивості та способи виразу складу розчинів; – класифікацію та номенклатуру неорганічних сполук; – основні поняття та закони хімії та методи їх використання для вирішення прикладних задач; – основні закономірності перебігу хімічних реакцій різного типу; – класифікацію та принципи титриметричних та фізико-хімічних методів дослідження; – закономірності адсорбції речовин з розчинів на твердій поверхні; – базові закономірності впливу різноманітних факторів на терапевтичну активність ліків; – основи загальної фармакології. вміти: – інтерпретувати основні типи хімічної рівноваги для формування цілісного фізико-хімічного підходу до вивчення процесів життєдіяльності організму в нормі та патології; – застосовувати хімічні та фізико-хімічні методи кількісного

	<p>та якісного аналізу та робити висновки щодо можливості їх використання в медико-біологічних дослідженнях;</p> <ul style="list-style-type: none"> – класифікувати хімічні властивості та перетворення біонеорганічних речовин в процесі життєдіяльності організму; – трактувати загальні фізико-хімічні закономірності, що лежать в основі процесів життєдіяльності людини; – розподіляти препарати за фармакологічними групами; – знаходити в довідковій літературі нові лікарські препарати у відповідних фармакологічних групах.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Хімічні та біологічні дослідження речовин (у т.ч. біологічного походження) з фармакологічною активністю. Розробка ліків, медичних виробів та інших парафармацевтичних продуктів, що містять фізіологічно активні речовини.
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник (електронне видання), презентації лекцій та рекомендації до практичних занять знаходяться в Електронному Кампусі, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції та практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	Біологія розвитку та основи еволюційної теорії
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Галкін О.Ю., д.б.н., проф., Поєдинок Н.Л., д.б.н., с.н.с.
Вимоги до початку вивчення	Вивченню даної дисципліни передують вивчення дисципліни «Біохімія», а також основ цитології (біології клітини)
Що буде вивчатися	Дисципліна «Біологія розвитку та основи еволюційної теорії» складається з двох блоків – основ онтогенезу (індивідуальний розвиток організмів) та основ еволюційної теорії. В рамках першого блоку розкриваються основи еволюційної теорії: вивчення антиеволюційних поглядів та додарвіністичного періоду біології, передумов створення та основних постулатів теорії еволюції Чарльза Дарвіна, основ сучасної синтетичної теорії еволюції. Вивчаються механізми мікро- та макроеволюції, а також еволюція онтогенезу, органів та функцій. Другий блок – основи онтогенезу (індивідуального розвитку організмів) – являє собою важливу складову підготовки сучасних біотехнологів та передбачає вивчення основ ембріології, органом та системогенезу, аукології, питань впливу спадковий та середовищних факторів на ріст та розвиток організмів, а також методів дослідження генетики та спадковості людини.
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліна є важливою для вивчення з двох причин. <ul style="list-style-type: none"> • По-перше, будь-який біомедичний інженер та біотехнолог є певною мірою біологом й, відповідно, має мати відповідний «біологічний світогляд». «Еволюційна складова» курсу допомагає розставити крапки над «і» у розумінні того звідки взялося життя та як воно розвивалося/розвивається. • По-друге, основи біології розвитку є прологом для однієї із найбільш прогресуючих та інтригуючих галузей медицини та біотехнології – регенеративної медицини.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: <ul style="list-style-type: none"> - історії антиеволюційних поглядів, передумов та історії створення еволюційної теорії, - особливостей додарвіністичного періоду у біології, - основних положень еволюційної теорії Ч. Дарвіна, - основ сучасної синтетичної теорії еволюції, - загальної характеристики елементарних еволюційних факторів (основи мікроеволюції), - основних закономірностей макроеволюції, - головних напрямків еволюції, - основ біологічного прогресу, - основ еволюції онтогенезу, органів і функцій,

	<ul style="list-style-type: none"> - уявлень про розвиток органічного світу Землі, - уявлень про онтогенез та основи ембріології (ембіоногенез у людини, будова репродуктивних залоз, прогенез, ранні етапи диференціації и клітини, органогенез та системогенез), - критичних періоди розвитку людини, - уявлень про біологічний вік та основи ауКСології, - ролі спадкових факторів та факторів середовища в контролі росту і розвитку організму, - ролі спадковості і середовища у формуванні здоров'я і хвороб людини, - методів вивчення генетики і спадковості у людини. <p>вміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулювати основні положення синтетичної теорії еволюції, - обґрунтувати логічну структуру теорії еволюції, - розкривати механізми макро- та мікроеволюції, - розкривати сутність онтогенезу і філогенезу. <p>досвід:</p> <ul style="list-style-type: none"> - віднаходження взаємозв'язків між спадковістю та факторами середовища, з одного боку, та здоров'ям та виникненням хвороб людини, з іншого боку; - віднаходження механізмів еволюційних процесів на прикладах адаптації сучасних представників флори та фауни.
<p>Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)</p>	<p>У світоглядному та фундаментальному плані: «синхронізація» знань та поглядів на життя із прогресивною частиною людства.</p> <p>У прикладному: продовжити вивчення дисциплін, присвячених регенеративним (клітинним, тканинним) біотехнологіям.</p>
<p>Інформаційне забезпечення</p>	<p>Силабус, навчальний посібник (конспект лекцій), онлайн-курс на платформі Сікорський.</p>
<p>Форма проведення занять</p>	<p>Лекції, семінарські заняття</p>
<p>Семестровий контроль</p>	<p>Залік</p>

Дисципліна	ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Біомедичної інженерії
Вимоги до початку вивчення	Знання таких дисциплін та розділів дисциплін: вища математика, звичайні диференційні рівняння, лінійна алгебра, перетворення Лапласа та Фур'є, дискретна математика, варіаційне обчислення, спектральна теорія, теорія вірогідності, теоретична механіка (динаміка), теоретичні основи електротехніки, аналогова схемотехніка,
Що буде вивчатися	Дисципліна складається з двох розділів: аналіз систем автоматичного керування та синтез цих систем. <i>Аналіз</i> – за відомими характеристиками складових елементів біотехнічних систем обчислити їх якість. <i>Синтез</i> – за заданими показниками якості сконструювати систему автоматичного керування, вибравши параметри елементів, параметри яких ми можемо змінювати. Особливі розділи: Елементи теорії оптимальних систем, Калмановських фільтрів, робототехніки. Вивчення з застосуванням найсучаснішої ліцензійної системи електронно-технічного моделювання біоінженерних систем MicoCap-12.
Чому це цікаво/треба вивчати	Всі біологічні системи людини, тварин, рослин підпорядковуються основним законам теорії управління. Майже всі технічні системи управління використовують аналогічні ідеї. Здобуті знання необхідні для правильного і глибокого розуміння функціонування складних електронних медичних виробів.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: - основних принципів організації і будови інформаційних і вимірювальних систем, - сучасних інженерних та інформаційних засобів створення, проектування та тестування систем діагностики та терапії; вміння: - добре орієнтуватися в основних законах функціонування складних біологічних та біоінженерних систем; - вибирати та обґрунтовувати застосування радіоелектронних компонентів при проектуванні медичної техніки; - проводити математичне моделювання біологічних систем та створювати їхні математичні моделі; - забезпечувати ефективне використання засобів проектування та виготовлення медичного обладнання і виробів медичного призначення; - обирати методи та інструментальні засоби для реалізації технічних проектів, застосовувати сучасні методи і способи моделювання при проектуванні медичного обладнання та виробів медичного призначення

Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> - проводити сервісні, профілактичні, ремонтні роботи та проектування складних медичних систем; - проводити наукові дослідження, отримувати та документувати результати та робити науково-обґрунтовані висновки на основі їх аналізу; - забезпечувати ефективне використання засобів проектування та виготовлення медичного обладнання і виробів медичного призначення; - обирати методи та інструментальні засоби для реалізації технічних проектів, застосовувати сучасні методи і способи моделювання при проектуванні медичного обладнання та виробів медичного призначення.
Інформаційне забезпечення	Навчальний посібник (електронне видання), силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	залік

Дисципліна	БІОМЕДИЧНА МЕХАНІКА
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Біомедичної інженерії ФБМІ
Вимоги до початку вивчення	Знання таких дисциплін та розділів дисциплін: <ul style="list-style-type: none"> – Вища математика-1. Аналітична геометрія та лінійна алгебра. Диференціальне числення функцій дійсної змінної; – Фізика-1. Механіка та молекулярна фізика. Електростатика. Електромагнетизм; – Анатомія та фізіологія людини-2. Основи анатомії та фізіології людини; – Біофізика.
Що буде вивчатися	Фактори, що впливають на механічні властивості біотканин. Оцінка міцності, жорсткості та стійкості біологічних матеріалів. Експериментальні методи визначення пружних характеристик матеріалів. Визначення напружень і деформацій в біологічних об'єктах різної форми. Реологічна поведінка біологічних матеріалів. Механічні властивості та функціонування скелетних м'язів. Основи теорії локомоцій. Основи гемодинаміки. Реологічні властивості крові. Залежність в'язкості від гематокриту. Модель Кессона. Прояви тиксотропії. Еритроцит як в'язко-пружне тіло. Механічні властивості кровоносних судин. Закон Лапласа. Рівняння Ламе. Режими руху крові у судинному руслі. Особливості течії крові у криволінійних судинах і при галуженні судин. Біомеханіка опорно-рухового апарату людини. Осанка і геометрія мас. Принципи діагностики і корекції сколіозу. Кінематика і динаміка опорно-рухового апарату. Біокінематичні ланцюги і біокінематичні пари. Ступені свободи біокінематичних пар. Підходи до реабілітації механічних функцій опорно-рухового апарату людини.
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліну доцільно вивчати, оскільки це дозволить зрозуміти, що людина, як об'єкт дослідження, може розглядатися в якості механічної системи, всі рухи і процеси якої можуть бути описані законами механіки і змодельовані у відповідному програмному забезпеченні.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: <ul style="list-style-type: none"> – механічних властивостей біологічних тканин і рідин; – механічних процесів, що протікають в біологічних системах; – будови і функціонування опорно-рухової системи людини; – біомеханічних підходів до створення штучних органів і систем та протезно-ортопедичних виробів.

	<p>вміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> – визначати: сили, напруження і деформації, що виникають в біологічних об'єктах; швидкість скорочення, роботу, потужність і теплопродукцію м'язів; гідравлічний опір, швидкість крові і режими течії в судинах при біфуркаціях, звуженні і розширенні кров'яного русла; реологічні характеристики біологічних рідин при застосуванні капілярних і ротаційних віскозиметрів; – аналізувати дію сил на опорно-рухову систему людини; – визначати загальний центр тяжіння людини; – розв'язувати алгебричні та диференціальні рівняння з метою визначення кінематичних характеристик руху та параметрів рівноваги тіла людини; – досліджувати кінематику тіла людини з використанням метода перетворення координат; – застосовувати методи теорії подібності та аналізу розмірностей до біологічних процесів.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Набутими знаннями та вміннями можна користуватися при аналізі, моделюванні функціонування живих організмів та біотехнічних систем
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник (електронне видання), онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції та практичні заняття.
Семестровий контроль	Залік, РГР

Дисципліна	ТЕОРІЯ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Біомедичної інженерії ФБМІ
Вимоги до початку вивчення	Вивченню даної дисципліни передуює вивчення дисциплін «Вища математика», «Основи інформатики», «Фізика», «Цифрова схемотехніка».
Що буде вивчатися	<ul style="list-style-type: none"> - методи реєстрації, зчитування та візуалізації біомедичних сигналів з допомогою комп'ютерної техніки; - методи обробки одно- та двовимірних сигналів в біомедичних комп'ютерних системах; - методи розрахунку параметрів одно- та двовимірних біомедичних сигналів, корисних для автоматизації діагностики.
Чому це цікаво/треба вивчати	Розвиток сучасних біомедичних систем передбачає необхідність обґрунтовано вибирати, використовувати і вдосконалювати існуючі методи обробки та аналізу сигналів, вміння застосовувати новітні комп'ютерні системи для розрахунку параметрів одно- та двовимірних біомедичних сигналів, корисних для автоматизації діагностики.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<p>знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методів конструювання біотехнічних та медичних апаратів і систем; - використання методів аналізу та обробки сигналів у медичних приладах і системах; - узагальнення і впровадження в практику передового наукового і технічного досвіду; - методів і способів досліджень, що використовуються при проектуванні медичного обладнання. <p>вміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> - конструювати біотехнічні та медичні апарати і системи; - застосовувати методи і засоби комп'ютерного моделювання, проектування і конструювання медичних приладів та виробів медичного призначення; - планувати експерименти і проводити аналіз і розрахунки за отриманими експериментальними даними; - розв'язувати професійні наукові та інженерні задачі.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	<ul style="list-style-type: none"> - застосовувати сигнали та методи їх дослідження в біомедичних системах, що пов'язані, у відповідності до спеціалізації факультету, - використанням методів цифрової обробки сигналів при підготовці дипломних проектів та робіт, а також у курсовому проектуванні.
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник (електронне видання), онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття

Семестровий контроль	Залік
Дисципліна	РЕЄСТРАЦІЯ І ОБРОБКА БІОСИГНАЛІВ І МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Біомедичної інженерії
Вимоги до початку вивчення	Знання основ фізики та вищої математики, інформатики та об'єктно-орієнтованого програмування, електротехніки та електроніки.
Що буде вивчатися	Основи одержання та обробки безперервних та дискретних сигналів. Цифрова обробка сигналів та зображень. Засоби аналізу даних в біомедицині. Фізичні принципи і засоби здобування біомедичної інформації (сенсори). Фізичні принципи та засоби формування зображень в інфрачервоному діапазоні. Акустичні та ультразвукові дослідження в біомедичній інженерії. Фізичні принципи та засоби електромагнітних досліджень. Особливості та основні засади одержання біомедичної інформації через використання рентгенівського, гама- та ядерних випромінювань. Комп'ютерна томографія. Магнітно-резонансна томографія. Позитронно-емісійна томографія.
Чому це цікаво/треба вивчати	Найважливішими напрямками цієї дисципліни є комп'ютерна томографія, МРТ, позитронно-емісійна томографія, які зараз надзвичайно бурхливо розвиваються і потребують все більшої кількості і якості фахівців. Крім того система відображення є однією з головних підсистем будь-якого діагностичного обладнання.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<p>знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основних принципів організації і будови інформаційних і вимірювальних систем, - основ теорії розпізнавання образів, штучного інтелекту та експертних систем, систем моніторингу і прогнозування, інтелектуальних інформаційних технологій, - сучасних інженерних та інформаційних засобів створення, проектування та тестування систем діагностики та терапії, візуалізації біомедичної інформації, можливостей застосування професійного програмного забезпечення для вирішення задач біомедичної інженерії. <p>вміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розробляти, розраховувати та аналізувати схеми інтелектуальних медичних інформаційно-вимірювальних приладів, систем моніторингу і прогнозування, систем діагностики, - вирішувати задачі інформаційно-вимірювальної техніки за допомогою систем розпізнавання образів, штучного інтелекту

	та експертних систем, .- використовувати можливості технічних і програмних засобів штучного інтелекту та експертних систем.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Набутими знаннями та вміннями можна користуватися при розробці, експлуатації, технічному обслуговуванні та удосконаленні існуючих систем біомедичного призначення, оскільки підсистема відображення інформації завжди є інтерфейсом, що забезпечує взаємодію діагноста з відповідним обладнанням.
Інформаційне забезпечення	Навчальний посібник (електронне видання), силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

6 семестр

Дисципліна	ТЕХНОЛОГІЇ БІОМЕДИЧНИХ ПРОДУКТІВ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Луценко Т.М., к.т.н.
Вимоги до початку вивчення	Знання основ математики, фізики, аналітичної хімії та інструментальних методів аналізу, мікробіології, а також біотехнології та біоінженерії.
Що буде вивчатися	Теоретичні основи, що стосуються правил і вимог отримання біомедичних продуктів. Технологічні можливості отримання різних корисних для людини біомедичних продуктів за допомогою мікроорганізмів (ферменти, вітаміни, органічні кислоти, антибіотики, амінокислоти), основними схемами та умовами виробництв мікробного синтезу і основні галузі їх використання.
Чому це цікаво/треба вивчати	Дисципліну цікаво вивчати, оскільки розуміння різних технологічних процесів, параметрів стандартизації та вимог продукції є необхідним підґрунтям для створення технології різноманітних видів біомедичної продукції.
Чому можна навчитися (результати навчання)	<p>знання:</p> <ul style="list-style-type: none"> - класифікацію біомедичних продуктів; - способи виготовлення біомедичної продукції; - основних та допоміжних стадії технологічного процесу; - кінетику мікробіологічних процесів; - основні сполуки, які отримують шляхом мікробного синтезу; - технологію та умови промислового отримання продуктів за допомогою мікроорганізмів; - питання щодо особливостей будови і розвитку мікроорганізмів, які використовуються для отримання різних сполук шляхом мікробного синтезу; - промислові технології культивування клітинних культур і вірусів <p>вміння:</p> <ul style="list-style-type: none"> - користуватися нормативною, довідковою та науковою літературою для вирішення професійних завдань; - вести пошук для розв'язання професійних завдань; - працювати на обладнанні та апаратурі для одержання готових і проміжних продуктів; - враховуючи властивості речовин і допоміжних матеріалів знаходити оптимальний варіант у способах отримання біомедичної продукції; - проводити технологічні розрахунки; - працювати на всіх рівнях біотехнологічного процесу: від розробки ідеї і її експериментальної перевірки в лабораторії

	<p>до масштабування процесу до рівня виробництва;</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконувати роботи, які пов'язані з отриманням, дослідженням та застосуванням мікроорганізмів, ферментів, біологічно активних речовин, продуктів біосинтезу і біотрансформації; - працювати з приладами та обладнанням для дослідження властивостей використовуваних мікроорганізмів, клітинних культур, одержуваних з їх допомогою речовин в лабораторних і промислових умовах; - працювати на установках і устаткуванні для проведення біотехнологічних процесів.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	<p>Набутими знаннями та вміннями можна користуватися для визначення приналежності біотехнологічної продукції до певного класу. Для вибору основних та допоміжних стадій технологічного процесу отримання та контролю певного виду біомедичної продукції. Для виконання робіт, які пов'язані з отриманням, дослідженням та застосуванням мікроорганізмів. Працювати з приладами та обладнанням для дослідження властивостей використовуваних мікроорганізмів.</p>
Інформаційне забезпечення	<p>Навчальний посібник (електронне видання), силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.</p>
Форма проведення занять	<p>Лекції та практичні заняття</p>
Семестровий контроль	<p>Залік</p>

Дисципліна	БІОСТАТИСТИКА
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Бесараб О.Б., к.т.н.
Вимоги до початку вивчення	Вивченню даної дисципліни передуює вивчення дисципліни «Вища математика»
Що буде вивчатися	Методи статистичного дослідження для розв'язання задач, пов'язаних з дослідженням роботи біологічних та медичних систем, а також здоров'ям населення.
Чому це цікаво/треба вивчати	Застосування інструментарію математичного аналізу при вивченні біологічних та медичних явищ є необхідною умовою для забезпечення високої надійності результатів та об'єктивності їх аналізу. Сучасні принципи доказової медицини базуються на біостатистиці.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: - основних прийомів, способів і методів збору статистичної інформації, питання організації статистичного спостереження; - різних методів статистичного об'єднання, зведення та групування даних; - методів дослідження об'єктів, аналізу і обробки експериментальних даних; - методів систематизації та обробки експериментальної інформації; вміння: - застосовувати статистичні методи аналізу зв'язку та динаміки явищ; - збирати, обробляти та аналізувати вихідні дані, які необхідні для розрахунку показників, які характеризують здоров'я населення та діяльність закладів охорони здоров'я; - аналізувати та інтерпретувати дані статистики медико-біологічних процесів та явищ, виявляти тенденції змін показників; - використовувати програмне забезпечення для обробки даних біологічних та медичних досліджень.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Набутими знаннями та вміннями можна користуватися в області методології біологічних та медичних досліджень. Статистично обґрунтовувати достовірність даних експериментальних досліджень та оцінювати їх.
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник (електронне видання), онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	БІОМЕТРИЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Бесараб О.Б., к.т.н.
Вимоги до початку вивчення	Вивченню даної дисципліни передують вивчення дисциплін «Вища математика» та «Інформатика»
Що буде вивчатися	Методи ідентифікації особи за біометричними характеристиками та загальні відомості про застосування технологій біометричної ідентифікації
Чому це цікаво/треба вивчати	Сучасні тенденції розвитку послуг закладів охорони здоров'я та медичного обладнання орієнтовані на автоматичну ідентифікацію пацієнтів з метою надання персоналізованої медичної допомоги.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: <ul style="list-style-type: none"> - принципи функціонування систем біометричної ідентифікації; - моделі процесу ідентифікації за різними біометричними даними (відбитки, геометрія ока, параметри обличчя, почерк, клавіатурний почерк, голос, геометрія долоні, ДНК); - сучасні системи біометричної ідентифікації; вміння: <ul style="list-style-type: none"> - проектувати та розробляти розумні пристрої які розпізнають користувачів; - вміти застосовувати біометричну аутентифікацію на стаціонарних та мобільних пристроях; - проектувати та аналізувати ефективні засоби захисту від стороннього доступу; - управляти безпекою в програмно-апаратних рішеннях за допомогою біометричної та багатофакторної аутентифікації.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Набутими знаннями та вміннями можна користуватися при проектуванні медичного обладнання або розробці технічного завдання на його проектування.
Інформаційне забезпечення	Силабус, навчальний посібник (електронне видання), онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У БІОМЕДИЧНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ, БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ФАРМАЦІЇ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3 (семестр 6)
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	Трансляційної медичної біоінженерії ФБМІ http://bi.fbmi.kpi.ua
Викладачі	Мотроненко В. В., д-р філос.
Вимоги до початку вивчення	Без вимог до початкової підготовки
Що буде вивчатися	В межах курсу студенти ознайомляться з нормативними документами в галузі біомедичної інженерії, біотехнології та фармації; з видами нормативних документів та сферами їх впливу; з структурою нормативних документів різних типів та рівнів, а також підходами до їх формування.
Чому це цікаво/треба вивчати	Знання нормативних документів необхідно спеціалісту в галузі біомедичної інженерії, біотехнології та фармації для професійного підходу при виробництві лікарських засобів та медичних виробів на всіх стадіях – від ідеї до промислової реалізації, з метою отримання готової продукції високої якості виробництво якої в повній мірі відповідатиме всім вимогам безпечності для його споживача.
Чому можна навчитися (результати навчання)	знання: <ul style="list-style-type: none"> - законів, постанов, актів та інших нормативних документів на рівні Держави в сфері біомедичної інженерії, біотехнології та фармації; - належних практик в різних сферах провадження наукової, лабораторної, промислової та інших напрямків діяльності в сфері біомедичної інженерії, біотехнології та фармації; - стандартів ДСТУ, ISO, EN, ISPE, IEST, та інші нормативних документів та стандартів в галузі; - технологічних регламентів, галузевих стандартів та інших документів за якими здійснюється провадження того певних видів діяльності в сфері біомедичної інженерії, біотехнології та фармації; - нормативних документів за якими здійснюється проектування, виробництво, реалізація та використання лікарських засобів та медичних виробів. вміння: <ul style="list-style-type: none"> - аналізувати та класифікувати нормативну документацію в сфері біомедичної інженерії, біотехнології та фармації; - використовувати нормативну документацію виходячи з необхідних виробничих потреб; - підходити до розробки лікарських засобів та медичних виробів використовуючи вимоги нормативної документації; - використовувати положення нормативних документів для здійснення дослідницької діяльності в сфері біомедичної

	інженерії, біотехнології та фармації; - застосовувати положення нормативно-технічних документів, що регламентують порядок проведення сертифікації продукції, організації та атестації виробництва; - проектувати та організовувати виробничу діяльність в області біомедичної інженерії, біотехнології та фармації з використанням нормативно-технічної документації.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Розробляти та впроваджувати в реалізації медичні вироби та лікарські засоби з використанням нормативного забезпечення галузі на всіх рівнях провадження будь-яких видів діяльності в сфері біомедичної інженерії, біотехнології та фармації.
Інформаційне забезпечення	Силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	БІОФІЗИЧНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	біомедичної інженерії ФБМІ http://bmi.fbmi.kpi.ua/
Вимоги до початку вивчення	Основні і професійні дисципліни, вивчені на попередніх курсах.
Що буде вивчатися	Принципи побудови вимірювальних перетворювачів медичного призначення для розв'язання задач, пов'язаних із розробкою та інженерним обслуговуванням біологічних та медичних приладів і систем
Чому це цікаво/треба вивчати	Вимірювальні перетворювачі є первинним джерелом інформації у медичній техніці, без розуміння характеристик біофізичних перетворювачів неможливо розробляти сучасне медичне обладнання.
Чому можна навчитися (результати навчання)	1) розуміти та використовувати принципи побудови вимірювальних перетворювачів медичного призначення для розв'язання задач, пов'язаних із розробкою та інженерним обслуговуванням біологічних та медичних приладів і систем; 2) знати основи створення математичних моделей біофізичних перетворювачів; 3) уміти використовувати технічні та програмні засоби проектування вимірювальної техніки; 4) уміти здійснювати пошук та узагальнення інформації з питань розвитку біофізичних перетворювачів, робити висновки і формулювати рекомендації в межах своєї компетенції/
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Проводити дослідження із застосуванням біофізичних перетворювачів, у тому числі з урахуванням зарубіжного досвіду
Інформаційне забезпечення	Силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	БІОТЕРМОДИНАМІКА ТА МАСОПРЕНОС
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	біомедичної інженерії ФБМІ http://bmi.fbmi.kpi.ua/
Вимоги до початку вивчення	Основні і професійні дисципліни, вивчені на попередніх курсах.
Що буде вивчатися	Класифікація термодинамічних параметрів, розмірності і порядки основних термодинамічних констант, поняття і параметрів, розмірності постулатів термодинаміки, основні закони термодинаміки і їх наслідки, основні характеристичні функції і умови рівноваги.
Чому це цікаво/треба вивчати	Термодинамічні характеристики і термодинамічні потенціали біологічних об'єктів як відкритих термодинамічних систем
Чому можна навчитися (результати навчання)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Готовність до використання основних термодинамічних, математичних та інших природничо-наукових понять і методів при вирішенні професійних завдань. 2. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у галузі охорони здоров'я 3. Вміння працювати з інформацією: знаходити, оцінювати й використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для рішення наукових і професійних завдань 4. Вміння самостійно ставити і вирішувати численні термодинамічні завдання стосуються конкретних станів макросистем і процесів, що протікають в цих системах, вміння отримувати термічні і калорические рівняння стану. 5. Знання особливостей живих організмів як термодинамічних систем. Знання взаємозв'язку енергетичних перетворень в організмі з виконанням їм життєвих функцій.
Як можна користуватися набутими знаннями і вміннями (компетентності)	Застосовувати отримані знання в області біотермодинаміки на практиці, при вирішенні наукових, медичних і виробничих проблем
Інформаційне забезпечення	Силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	ОСНОВИ КОНСТРУЮВАННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ МЕДИЧНОЇ ТЕХНІКИ
Рівень ВО	Перший (бакалаврський)
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	Українська
Кафедра	біомедичної інженерії ФБМІ http://bmi.fbmi.kpi.ua/
Вимоги до початку вивчення	Основні і професійні дисципліни, вивчені на попередніх курсах.
Що буде вивчатися	Проектування схем, розрахунків та моделювання основних вузлів медичної техніки, розробка та моделювання сучасних медичних технологій
Чому це цікаво/треба вивчати	Даний курс дає можливість опанувати сучасні системи автоматизованого проектування медичної техніки.
Чому можна навчитися (результати навчання)	1) розуміти та використовувати норм та положень державних та галузевих стандартів в професійній області; 2) знати стандарти, технічні умови і технологічні інструкції для оформлення технічної документації в галузі біомедичної інженерії; 3) уміти розробляти та складати проектно-конструкторську документацію, що застосовується в галузі; 4) уміти застосовувати знання фундаментальних дисциплін для розв'язку професійних задач; 5) уміти оцінювати результати наукової та експериментальної діяльності. Знаходити шляхи впровадження інженерних ідей.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Приймати участі у створенні, експлуатації та моделюванні сучасних медичних технологій у галузі біомедичної інженерії та медичного приладобудування
Інформаційне забезпечення	Силабус, онлайн-курс на платформі Сікорський.
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік

Дисципліна	МОЛЕКУЛЯРНА БІОФІЗИКА
Рівень ВО	Перший бакалаврський рівень
Курс	3
Обсяг	4,0 кредити ЄКТС
Мова викладання	українська
Кафедра	Біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології ФБТ http://keb.kpi.ua/ та http://bioinform.kpi.ua/ua/
Вимоги до початку вивчення	Основні і професійні дисципліни, вивчені на попередніх курсах.
Що буде вивчатися	Основні поняття про біополімери та їхні фізико-хімічні властивості, структурну організацію і методи досліджень біомакромолекул.
Чому це цікаво/треба вивчати	Основні об'єкти біотехнології – біомакромолекули (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди), а також вода та об'єкти на клітинному рівні, тому знання про їх молекулярні біофізичні властивості та методи їх досліджень становить професійний інтерес фахівців з біотехнології.
Чому можна навчитися (результати навчання)	Користуватися отриманими теоретичними знаннями та практичними методами у дослідженні біополімерів – білків, вуглеводів, нуклеїнових кислот, працювати з програмними засобами у моделюванні побудов біополімерів та взаємодій біомакромолекул з лігандами та лікарськими препаратами, застосовувати просте лабораторне обладнання і методи у дослідженнях біополімерів.
Як можна користуватися набутими знаннями і уміннями (компетентності)	Це інженерні, фахові та дослідницькі компетентності, необхідні для розуміння методів досліджень біологічних макромолекул, принципів, програмних засобів і обладнання, яке застосовується.
Інформаційне забезпечення	Силабус, конспект лекцій, фахова і навчальна література, доступна в бібліотеці та в Інтернеті, програмні засоби у вільному доступі, онлайн-курс на платформі Сікорський..
Форма проведення занять	Лекції, практичні заняття
Семестровий контроль	Залік