

Освітньо-наукова програма
«Сучасні матеріали для хімії та медичного призначення»
Modern materials for chemistry and medicinal applications

Категорія: Спеціальність 102 Хімія

Освітньо-наукова програма, розроблена силами НаУКМА та Університету Миколи Коперніка (УМК)(Польща) за підтримки гранту КАТАМАРАН 2020

Розробники програми від НаУКМА:

Кафедра хімії

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімії	А.Ф. Бурбан
Доктор технічних наук, доцент	П.В. Вакулюк
Кандидат технічних наук, доцент	В.В. Коновалова
Кандидат хімічних наук, ст. викладач	І.С. Колесник
Кандидат хімічних наук, ст. викладач	Т.В. Мурланова

Галузь знань: **10 – Природничі науки**

Освітньо-наукова програма: **«Сучасні матеріали для хімії та медичного призначення»**

Спеціальність: **102-Хімія**

Освітній рівень: **8**

Освітній ступінь: **Магістр.**

Узагальнений об'єкт діяльності: хімічні матеріали, хімічні сполуки та хімічні явища, а також фізичні явища, що їх супроводжують, хімічні методи дослідження матеріалів

Нормативний термін навчання: **два роки.**

Мета програми: полягає у наданні здобувачам освіти (студентам магістерських програм) додаткових можливостей опанування комплексом сучасних знань, умінь та навичок, необхідних для застосування у професійній та науковій діяльності у сфері хімії, хімічній технології, фармацевтичній хімії, охороні навколишнього середовища та сучасних медичних матеріалів.

Предметна область: хімія

Мова викладання: англійська

Орієнтація програми:

Навчання за освітньо-науковою програмою **«Сучасні матеріали для хімії та медичного призначення»** дозволяє:

- ґрунтовно ознайомитись з сучасними напрямками розвитку хімічної науки та останніми досягненнями, пов'язані з новими хімічними матеріалами, в тому числі медичного використання; ознайомити з головними принципами та завданнями зеленої хімії та сучасної хімічної науки та технології; набути знання та навички, необхідні для професійної та наукової діяльності в області хімії та сучасних матеріалів; глибше зрозуміти основні механізми та тенденції розвитку щодо використання сучасних хімічних методів у медицині, фармації та хімії наноматеріалів; розширити перспективи майбутнього працевлаштування.

Загальний обсяг навчальної програми – 120 кредитів ЄКТС .

Програмні результати навчання:

- ПР01. Знати та розуміти поглиблені знання з хімії як теоретичної основи навчання в галузі сучасних матеріалів;
- ПР02. Знати та розуміти основні тенденції розвитку щодо використання хімічних методів у медицині, фармації та хімії матеріалів;
- ПР03. Знати та розуміти позитивні аспекти та недоліки, пов'язані з синтезом та технологією сучасних матеріалів, включаючи захист авторських прав;
- ПР04. Глибоко знати і розуміти аналітичні методи та інструментальні вимірювальні прийоми, що застосовуються в медицині, фармації та хімії матеріалів, та їх значення для прогресу точних та природничих наук, пізнання світу та розвитку людства;
- ПР05. Знати сучасні напрямки розвитку та останні досягнення, пов'язані з сучасними матеріалами;
- ПР06. Знати і розуміти етичні умови, ризики та відповідальність, пов'язані з сучасними дослідженнями матеріалів.

Програмні навички

- Н01. Можливість використовувати знання сучасних матеріалів у хімії, медицині та фармації, правильно обирати аналітичні та інструментальні методи, що застосовуються при синтезі нових матеріалів;
- Н02. може обговорювати теми, що стосуються сучасних матеріалів, під час навчання та під час підготовки дипломної роботи та може готувати результати роботи польською та англійською мовами, використовує англійську для спілкування на рівні B2 + у галузі сучасних матеріалів;
- Н03. може самостійно та спільно планувати, впроваджувати та розширювати знання хімічних методів, що застосовуються в медичних та матеріальних дослідженнях, та вирішувати проблеми, засновані на відомих проблемах у галузі сучасних матеріалів;
- Н04. вміти критично оцінювати результати аналізів, обговорювати помилки вимірювання та застосовувати відповідний пакет програм для статистичного аналізу експерименту;
- Н05. вміти використовувати отримані знання в галузі сучасних матеріалів для суміжних галузей та наукових дисциплін.

Соціальні компетентності

- СК01. Вміти формулювати та представляти думки з питань, пов'язаних з новими матеріалами в хімії, медицині та фармації, і усвідомлює важливість набутих знань у науковій та професійній роботі;
- СК02. Розуміти етичні та соціальні аспекти практичного використання набутих знань та навичок;

СК03. Вміти ділитися своїми знаннями та обґрунтовувати важливість розвитку хімічних наук у медичному та матеріальному аспектах.

Контроль та оцінювання знань і вмінь студентів

Контрольні заходи щодо перевірки та оцінювання якості знань і умінь, набутих у процесі навчання за програмою (поточний контроль, семестровий контроль, заліки та екзамени) будуть здійснюватися відповідно до Положення «Про рейтингову оцінку систему оцінювання знань» (наказ НаУКМА №280 від 13.06.2017 р.)

Вимоги до випуску

Завершена навчальна програма обсягом 120 кредитів

Форма навчання

Денна

Керівник програми

Д.т.н., професор, Бурбан Анатолій Флавіанович

Навчальний план освітньо-наукової програми «Сучасні матеріали для хімії та медичного призначення»

Семестр 1

	Назва курсу	ECTS кредити	Кількість аудиторних годин			Форма контролю
			лекції	семінари	Лабораторно-практичні	
Нормативні Курси УМК	Фізико-хімічні методи визначення сучасних матеріалів Physicochemical methods for modern materials characterization	8	30		50	екзамен
	Полімерні та композитні матеріали Polymer and composite materials	7	20		50	екзамен
	Наноматеріальні технології Nanomaterial technologies	6	15		45	екзамен
	Методи розділення Separation methods	6	15		45	залік
	Англійська мова для хімії. English in chemistry II	3		30		залік

Всього:	30				300
----------------	-----------	--	--	--	------------

Семестр 2

	Назва курсу	ECTS кредити	Кількість аудиторних годин			Форма контролю
			лекції	семінари	Лабораторно-практичні	
Нормативні Курси НАУКМА	Сорбція і адсорбція Sorption and adsorption	6	30		30	екзамен
	Фармацевтична хімія Pharmaceutical chemistry	6	30		30	екзамен
	Валідація в фармацевтичному виробництві Validation of pharmaceutical manufacturing	6	30		30	екзамен
	Методологія наукових досліджень в хімії Methodology of scientific research in chemistry	3		30		екзамен
	Очищення та розділення речовин мембранними методами Purification and separation of substances by membrane methods	6	30		30	залік
	Англійська мова	3		30		залік
Всього:		30				300

Семестр III

	Назва курсу	ECTS кредити	Кількість аудиторних годин			Форма контролю
			лекції	семінари	Лабораторно-практичні	
Вибіркові УМК	Вибіркові курси 3 x 50h	15	30		120	залік
Вибіркові НАУКМА	Вибіркові курси 3 x 50h	15	30		120	залік
Всього:		30				300

Семестер IV

	Назва курсу	ECTS credits	Кількість аудиторних годин			Форма контролю
			лекції	семінари	Лабораторно-практичні	
	Вибірковий курс НаУКМА	5				С/Е
External course	Social and Technical Innovations Соціальні та технічні інновації	2	10		10	С
	Дипломна робота	20			200*	Е
	Дипломна практика	3		30		С
Total:		30	10	30	10	50

Вибіркові курси УМК:

	Назва курсу	ECTS кредити	Кількість аудиторних годин			Форма контролю
			лекції	семінари	Лабораторно-практичні	
	1. Metals in Medicine. Bioinorganic Chemistry and Applications Метали в медицині. Біоорганічна хімія 2. Materials for modern implantology Матеріали в сучасній імплантології	5	10		40	залік
	1. Membrane techniques . Мембранні технології 2. Active substances technology Технології активних сполук	5	10		40	залік
	1. Free radicals in chemistry and medicine Вільні радикали в хімії та медицині 2. Natural raw materials analysis in medicinal Аналіз натуральних матеріалів в медицині	5	10		40	залік
	1. Molecular modeling Молекулярне моделювання 2. Structural analysis of biomolecules Структурний аналіз біомолекул	5	10		40	залік
	1. Chemistry of bioorganic and heterocyclic compounds Хімія біоорганічних та гетероциклічних сполук 2. Pharmaceutical forms Фармацевтичні форми	5	10		40	залік

Вибіркові курси НАУКМА:

Назва курсу	ECTS credits	Кількість аудиторних годин			Форма контролю
		лекції	семінари	Лабораторно-практичні	
Основи менеджменту The fundamentals of management	5	20		30	залік
Клітинна та тканинна інженерія при створенні нових біологічних матеріалів Cell and tissue engineering in the creation of new biological materials	5	20		30	залік
Органічні функціональні матеріали Organic functional materials	5	20		30	залік
Молекулярне проектування нових біологічно активних та біосумісних речовин Molecular design of new biologically active and biocompatible substances	5	20		30	залік
Нанотехнології в фармакології Nanotechnology in pharmacology	5	20		30	залік
Системи доставки в медицині Delivery system in medicine	5	20		30	залік

Анотації курсів: Основні НаУКМА

Methodology of scientific research in chemistry

The course focuses on scientific research methodologies and achievements in the field of chemistry through lectures, discussions and reading about the design of projects, the understanding of the scientific literature, and the ethics of research and publication. The course develops skills in the communication and presentation of scientific results in a professional manner and also critical thinking and analytical skills in research.

Курс присвячений методології наукових досліджень та досягнень у галузі хімії через лекції, дискусії та читання про дизайн проектів, розуміння наукової літератури, етику наукових досліджень та публікацій. Курс розвиває навички комунікації та представлення наукових результатів у професійній манері, а також критичне мислення та аналітичні навички в дослідженнях.

Organic Synthesis in Early Drug Discovery

During this course, the student is challenged to combine all his or her current knowledge of all fields of chemistry into the understanding, application and evaluation of organic synthesis in early drug discovery and their mutual influence on each other. Through group discussions, the students are activated to formulate their own opinions and ideas on the subjects studied and application of natural compounds, target-oriented synthesis, combinatorial chemistry, diversity-oriented synthesis, lead-oriented synthesis, and chemoinformatic approaches in drug discovery from a practical point of view.

Під час цього курсу студент повинен поєднати всі свої поточні знання з усіх галузей хімії у розумінні, застосуванні та оцінці органічного синтезу при ранньому відкритті лікарських засобів та їх взаємному впливі один на одного. Завдяки груповим дискусіям студенти активізуються формулювати власні думки та ідеї щодо вивчених предметів та застосування природних сполук, цільово-орієнтованого синтезу, комбінаторної хімії, орієнтованого на різноманітність синтезу, свинцево-орієнтованого синтезу та хемоінформаційних підходів у пошуку лікарських засобів з практичної точки зору.

Pharmaceutical chemistry

The course focuses on drug discovery and development process, particularly, approaches to biologically active compound search, preclinical and clinical trials. The analysis of substances and dosage form share discussed according to their querulents of European Pharmacopoeia. The course covers topics such as Good Manufactory Practice, Good Laboratory Practice, and pharmaceutical process validation. The laboratory and practical classes include pharmacopoeia aspects of quality control of inorganic and organic active substances as well as analytical methods validation.

Курс зосереджений на процесі виявлення та розробки лікарських засобів, зокрема, підходах до пошуку біологічно активних сполук, доклінічних та клінічних випробуваннях. Аналіз речовин та лікарських форм обговорюється відповідно до вимог Європейської фармакопеї. Курс охоплює такі теми, як Належна виробнича практика, Належна лабораторна практика та підтвердження фармацевтичного процесу. Лабораторні та практичні заняття включають фармакопейні аспекти контролю якості неорганічних та органічних активних речовин, а також перевірку аналітичних методів.

Purification and separation of substances by membrane methods

The course will describe in details membrane separation processes and a wide range of applications including water treatment, desalination, separation, concentration, and purification of different mixture of substances. The course covers microfiltration, ultrafiltration, nanofiltration and reverse osmosis membrane processes and their current applications in water treatment, pharmaceutical and food industries.

Курс детально описує процеси мембранного розділення та широкий спектр їх застосувань, включаючи обробку води, знесолення, розділення, концентрування та очищення різних сумішей речовин. Курс охоплює мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, нанофільтрацію та мембранні процеси зворотного осмосу та їх сучасне застосування у водопідготовці, фармацевтичній та харчовій промисловості.

Sorption and adsorption

During this course, the student is challenged to combine all his or her current knowledge of all fields of chemistry into the understanding, applications and evaluation of a selected set of adsorption theories, equations, models from physical chemistry, as well practical use of computers to analyze the experimental data. Through group discussions, the students are activated to formulate their own opinions and ideas about the subjects studied and their application to various systems including activated carbons, porous oxides, highly disperse adsorbents, polymers, composite materials interesting from a practical point of view.

Під час цього курсу перед студентами стоїть завдання об'єднати всі свої сучасні знання з усіх галузей хімії в розуміння, застосування та оцінку обраного набору теорій адсорбції, рівнянь, моделей з фізичної хімії, а також практичного використання комп'ютерів для аналізу експериментальних даних. Групові дискусії сприятимуть формулюванню у студентів власних думок та уявлень про вивчені предмети та їх застосування до різних систем, включаючи активоване вугілля, пористі оксиди, високодисперговані адсорбенти, полімери, композитні матеріали, цікаві з практичної точки зору.

Анотації курсів: вибіркові НаУКМА

Cells and tissues engineering in the creation of new biological materials

In this course, the student is challenged to combine all his or her current knowledge of the all fields of chemistry with the basic cell biology into a complex understanding, applications and evaluation of a the principles of surface modification, biocompatibility, cell culture, sterilization, and toxicity testing as well practical use of specialized laboratory equipment and computers to analyze the experimental data. Through group discussions, the students are activated to formulate their own opinions and ideas about the future of biocompatible materials and the role of chemistry in tissue engineering and in vitro modeling. Students are expected to implement their knowledge of various systems including activated surfaces, porous materials, polymers, composite materials and matrixes with the requirements and limitations imposed by the principles of biocompatibility, absence of toxicity/mutagenicity in combination with living cells *in vitro*.

У цьому курсі перед студентом стоїть завдання об'єднати всі свої знання з усіх галузей хімії з базовою клітинною біологією в комплексне розуміння, застосування та оцінку принципів модифікації поверхні, біосумісності, клітинної культури, стерилізації та тестування токсичності, а також практичного використання спеціалізованого лабораторного обладнання та комп'ютерів для аналізу експериментальних даних. Групові дискусії мотивуватимуть студентів для формулювання власних думок та ідей щодо майбутнього біозмінних матеріалів та ролі хімії в галузі створення нових тканин та їх моделюванні *in vitro*. Очікується, що студенти зможуть застосовувати свої знання різних систем, включаючи активовані поверхні, пористі матеріали, полімери, композитні

матеріали та матриці з вимогами та обмеженнями, встановленими принципами біосумісності, відсутності токсичності/мутагенності в поєднанні з живими клітинами *in vitro*.

Fundamentals of product and project management

The course focuses on the basic methodological foundations and tools necessary to successfully manage new products and projects: develops skills in planning and organizing the creation of new products (technologies) and methodological and practical skills in assessing the commercial prospects of an innovative product, its functional and economic substantiation; development of a project of a new product launching on the market, selection of a project team and leadership, calculation of the project budget, development of schedules for its realization. The course also allows mastering risk minimization technologies in the project preparation and realization

Курс присвячений основним методологічним основам та інструментам, необхідним для успішного управління новими продуктами та проектами: розвиває навички планування та організації створення нових продуктів (технологій) та методологічних та практичних навичок оцінки комерційних перспектив інноваційного продукту, його функціонального та економічного обґрунтування; розробка проекту запуску нового продукту на ринку, підбір проектного колективу та керівництва, розрахунок бюджету проекту, розробку графіків його реалізації. Курс також дозволяє освоїти технології мінімізації ризиків при підготовці та реалізації проекту

Modern drug delivery systems

The course focuses on the modern drug delivery systems: prodrugs, drug-polymeric conjugates, hydrogels, microcapsules, micelles and vesicles, liposomes. pH-, thermo-, photo- and magneto-sensitive systems and their properties are discussed. The laboratory classes include a research project on obtaining pH- and magneto-sensitive hydrogels and studying their swelling, sorption, and drug release properties.

Курс зосереджений на сучасних системах доставки ліків: проліки, лікарсько-полімерні кон'югати, гідрогелі, мікрокапсули, міцели та везикули, ліпосоми. Обговорюються pH-, термо-, фото- та магніточутливі системи та їх властивості. Лабораторні заняття включають дослідницький проект з отримання pH та магніточутливих гідрогелів та вивчення їх властивостей набухання, сорбції та вивільнення лікарських засобів.

Nanotechnology in pharmacology

The aim of this course is to present an up-to-date overview about nanomaterials (fullerenes, graphene, nanotubes, quantum dots, gold particles, hydrogels, dendrimers and iron oxide particles etc.) have broad application in modern pharmacology. They are used as artificial biomaterials and implants in regenerative medicine, biomedical diagnostics, cancer treatment, and in biosensors, to name a few. Apart from application areas, nanomaterials properties and their characterization, laboratory synthesis and functionalization will be discussed during the course.

Метою цього курсу є представити сучасний огляд наноматеріалів (фулерени, графени, нанотрубки, квантові точки, частинки золота, гідрогелі, дендримери та частинки оксиду заліза тощо), що мають широке застосування в сучасній фармакології. Їх використовують як штучні біоматеріали та імпланти в регенеративній медицині, біомедичній діагностиці, лікуванні раку та в біосенсорах. Окрім областей застосування, під час курсу будуть обговорюватися властивості наноматеріалів та їх характеристика, лабораторний синтез та функціоналізація.

Organic functional materials

The course will describe in detail the chemical modification and functionalization of organic and polymer substances; a wide range of applications, including chemical industry, pharmacy, medicine and biotechnology.

Курс детально опише хімічну модифікацію та функціоналізацію органічних та полімерних речовин; широкий спектр застосування, включаючи хімічну промисловість, фармацію, медицину та біотехнології.

Основні УМК

Metal complexes in medicine and modern personalized implantology

When we speak of metals in medicine, many of us still associate them, almost unconsciously, with toxic rather than curative effects. However, despite the known toxic effect of some metal ions in humans, many metal ions (in adequate dosages) are required for many critical functions in our organism to occur. The proposed subject refers to the use of metals in modern medicine. The aim of the subject is to show modern trends, needs, and attempts to satisfy these needs by means of an interdisciplinary approach to the subject - that is, by looking more closely at the metal materials in terms of their structure, morphology, and biological properties, so that they can be used in chemotherapy, phototherapy, orthopedic implantology, maxillary product, and for cardiological, neurological or urological applications. Students will be familiarized with innovative methods of the structure modification of the coordination sphere, surface modification of metals and metal alloy implants as well as enrichment of their surfaces with metal and oxide nanoparticles. Topics related to the implant shape personalization and the incremental techniques (3D printing) application in creating such implants will also be discussed.

Modern Separation Techniques

Understanding the theoretical basis with a focus on the practical use of analytics in chemistry, biology, biochemistry, medicine and toxicology. Acquisition of basic knowledge about a modern analytical laboratory. Acquiring the ability to choose the right method of collecting and preparing biological, medical and pharmaceutical samples. Acquaintance with the analytics of various compounds found in chemistry, cosmetics and medicine; sampling and sample preparation, apparatus, separation techniques, analytical and instrumental methods; measurement errors, validation. Measuring apparatus. Correct measurement and analysis, reports, good laboratory practice. Quality assurance, validation.

Nanomaterials and Nanotechnologies in Medicine

Nanotechnology is a dynamically developing field of science that is widely used in various areas of human activity, from the pharmaceutical or the cosmetics industry, e.g., the automotive industry. The lecture presents selected issues related to the broadly understood physicochemistry of nanomaterials. The aim of the course is to familiarize students with basic concepts of nanotechnology with particular emphasis on nanomaterials used in medicine. Basic issues in the field of synthesis and modification of carbon, metallic and ceramic nanomaterials, and others will also be presented. A thorough analysis of information on the pros and cons of nanoparticles will be presented.

Physicochemical methods for modern materials characterization

Within of the scope of the course in physicochemical methods of material characterization is to teach students instrumental methods. Students will learn spectroscopic methods such as MS, NMR, IR, X-ray, XPS, XRF XRD thermal analysis as well as microscopic methods (SEM AFM) used for materials characterization. Also electrochemical methods such as polarography, voltammetry, applied for different materials will be taught. The acquired knowledge covers theoretical background, quantitative and qualitative aspects of analytical methods and understanding the methodology of analyses. Students will develop skills in optimal methods of analysis selection and characterization of materials useful in future professional carriers or Ph. D. studies

Polymer and composite materials

The course will describe in detail physicochemical aspect of polymer and composite materials. Students will be introduced to the background of physicochemistry of polymeric materials, polymer-based composites and nanocomposites, photochemical processes and photoreactions in polymeric materials (photopolymerization, photodegradation, photomodification), the use of UV radiation in polymer technology, including biomedical applications, mechanical properties of polymers and polymeric composites. Additionally, practical aspects of polymer and composite preparation and processing will be introduced.

Social and Technical Innovations

The subject originates from the social need which is shaping students' ability to think creatively in combination with the ability to formulate a social or technical problem and the concept of its solution. Social and technical development nowadays and in the future can be accomplished by implementing social and technical innovations (so-called inventions). The subject is to contribute to an increase in the knowledge of the history of inventions and famous inventions (genesis, concept, implementation). Part of the lecture will be devoted to patenting inventions in Poland, Europe and the World.

Вибіркові УМК

Drug synthesis and pharmaceutical form

The course aims to theoretically and practically prepare students in the field of knowledge of active substances and methods of their synthesis as well as their pharmaceutical forms used. Another goal is to familiarize students with the excipients used in the drug form technology, their classification, predicting their impact on the properties, quality and durability of the drug form. As part of laboratory work, students acquire the practical skills in manufacturing and synthesizing active substances, controlling their quality and manufacturing drug forms in accordance with GMP requirements as well as assessing the quality of the manufactured drug forms.

From natural resources to free radicals

The lecture concerns the generation, properties and identification of free radicals. The interaction of free radicals with chemical compounds and molecules and macromolecules of biological origin is discussed. Several methods of free radical generation are described. The influence of free radicals on living organisms and protection against their activity are shown. Moreover, the lecture aims to discuss natural, biologically active compounds used in medicine and methods of their analysis. In addition, the lecture discusses methods such as sample preparation for analysis, identification, identity testing, and quantitative analysis with the use of classical and instrumental methods. The laboratory work concerns the effects of free radicals on materials properties (structure, mechanical properties, surface properties). In addition, the laboratory classes will be devoted to preparing samples for analysis depending on the method and measurement technique used, as well as performing qualitative and quantitative analyses of selected phytochemicals.

Materials and methods in natural drugs technology

Calcium carbonate, hydroxyapatite and fillers in natural drugs technology - obtaining and characterization with LDPS, EDXRF and XRD.

Membrane based separation methods used in the natural drugs technologies will be presented.

Structural basics for the activity of active substances

The course is interdisciplinary and aims to familiarize students with the techniques and tools used in the structural analysis of small molecule compounds. Knowledge of the presented methods is currently an essential element of the education of a versatile scientist in the field of natural and pharmaceutical sciences. The proposed subject aims to familiarize students with the methods of structural research at the molecular level and to make students aware of the limitations of the discussed methods and enable critical use of specialist literature. Additionally, the simple tools for molecular dynamics simulations are presented in order to demonstrate their functionality in the description of ligand-receptor interaction analysis.

