

НЕПЕРЕРВНА МЕДИЧНА ОСВІТА

CONTINUING MEDICAL EDUCATION

<https://doi.org/10.28925/1609-8595.2021.3.8>

УДК 378.016:[53+004]

Олександр Чалий

ORCID iD 0000-0002-5755-3875

доктор фізико-математичних наук, професор,
член-кореспондент НАПН України,
завідувач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
avchalyi7@gmail.com

Олена Любчик

ORCID iD 0000-0003-3993-2991

кандидат фізико-математичних наук,
старший викладач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
mbf@nmu.ua

Кирило Чалий

ORCID iD 0000-0001-7077-0324

доктор фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
kirchal@univ.kiev.ua

Олена Чайка

ORCID iD 0000-0001-9890-9850

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
mbf@nmu.ua

Інна Кривенко

ORCID iD 0000-0001-5539-8632

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
innakri18@gmail.com

Наталія Гриценко

ORCID iD 0000-0001-7686-4540

старший викладач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
mbf@nmu.ua

Альбіна Криштопа

ORCID iD 0000-0003-1034-7342

старший викладач кафедри медичної і біологічної фізики та інформатики,
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця,
просп. Перемоги, 34, 01601 Київ, Україна,
lla335578@gmail.com

Олексій Сисоєв

ORCID iD 0000-0001-5899-0244

кандидат економічних наук,
керівник департаменту ліцензування та акредитації,
Київський міжнародний університет,
вул. Львівська, 49, 03179 Київ, Україна
4998858@gmail.com

ВИКЛАДАННЯ МЕДИЧНОЇ І БІОЛОГІЧНОЇ ФІЗИКИ ТА МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАТИКИ В ЄВРОПЕЙСЬКИХ УНІВЕРСИТЕТАХ

В оглядовій статті представлено порівняльний аналіз щодо певних визначальних аспектів викладання фундаментальних для медичної освіти дисциплін «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» в 10 університетах 7 європейських країн. Проведено ґрунтовне зіставлення організації викладання цих природничих дисциплін (зокрема обсягу аудиторних годин) в Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця та інших європейських медичних університетах для спеціальності «Медицина». Встановлено, що в переважній більшості – 8 з 9 європейських університетах (медичних факультетах) на вивчення обов'язкових фізичних дисциплін відводиться більше аудиторних годин (для деяких університетів – у 2–3 рази більше), ніж у НМУ імені О. О. Богомольця. Дисципліна «Медична інформатика та основи наукових досліджень» затверджена в робочому навчальному плані НМУ для спеціальності «Медицина» на 2021–2022 навчальний рік не як обов'язкова нормативна дисципліна, а як варіативна дисципліна, яку студенти 1-го курсу НМУ імені О. О. Богомольця можуть обрати з апріорною ймовірністю, яка дорівнює 0,5. Підкреслено значення викладання дисциплін «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» як невід'ємних інтегральних частин сучасної практично-орієнтованої медичної освіти. Враховуючи перспективи поглиблення інтеграції медичної освіти України в Європейський освітній простір і з метою забезпечення якісної підготовки майбутніх лікарів та створення передумов для академічної мобільності студентів, обґрунтовано доцільність приведення у відповідність обсягу аудиторних годин та пріоритетності викладання дисциплін «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» в НМУ імені О. О. Богомольця до виявлених типових діапазонів годин в навчальних планах переважної більшості профільних факультетів низки університетів провідних Європейських країн.

Ключові слова: європейський освітній простір; кредити ECTS; медична інформатика; медична і біологічна фізика; медична освіта; обсяг аудиторних годин; порівняльний аналіз; якісна підготовка майбутніх лікарів.

Вступ. Історія медицини та сучасні тенденції її розвитку свідчать, що дисципліни «Медична і біологічна фізика» (МБФ) та «Медична інформатика» (МІ) поряд з іншими фундаментальними природничими дисциплінами є дуже важливими для медичної освіти та медицини в цілому.

Дисципліни МБФ і МІ, викладання яких обговорюється в даній оглядовій публікації, без сумніву можна вважати міждисциплінарними, бо вони знаходяться на межі двох наук (дисциплін), а саме: а) фізики і медицини, б) фізики і біології, в) інформатики і медицини. Слід підкреслити, що перша з цих дисциплін, тобто фізика та інформатика, надає інший

свої методи дослідження, а друга дисципліна, тобто медицина та біологія, надає об'єкти дослідження і велику базу емпіричних даних. Це дає можливість переносити результати одної науки (дисципліни), яка є більш точною (наприклад, фізика) на іншу науку (дисципліну), яка є значно більш складною, оскільки включає в себе багаторівневі зв'язки від міжатомної взаємодії до функціонування клітин і всього організму в цілому, і тому поки що менш точною (наприклад, медицину), отримуючи при цьому нові, переважно, кількісні, а не тільки якісні результати.

В медичних університетах (факультетах) різних країн світу існують, як правило, два підходи до ви-

кладання дисципліни «Медична і біологічна фізика» (МБФ), яку ще часто називають «Медична біофізика» або «Біомедична фізика».

Перший з них пов'язаний з викладанням дисципліни МБФ, що характеризується багатогранним підходом, котрий включає в себе такі основні напрямки (розділи) застосування фізики в медицині: 1) біомеханіка, біореологія та гемодинаміка; 2) електродинаміка медико-біологічних систем; 3) механізми та ефекти взаємодії фізичних полів з біологічними тканинами; 4) електронна медична апаратура; 5) елементи молекулярної біофізики та біофізики мембранних процесів в клітинах; 6) термодинамічні та синергетичні принципи біофізики складних систем; 7) оптичні та квантово-механічні методи дослідження медико-біологічних систем; 8) елементи радіаційної медицини. У такому широкому сенсі, медична фізика – це прикладний розділ фізичної науки, в якій фундаментальні закони і досягнення фізики застосовуються для опису процесів в живій та неживій природі, перш за все – в організмі людини, з метою їхнього використання для успішного розв'язання складних задач медицини. Слід зазначити, що саме така дисципліна МБФ викладається протягом багатьох років на однойменній кафедрі Національного медичного університету (надалі – НМУ) імені О. О. Богомольця (Чалий, 2017; Chalyi, Deluka, 1998; Chalyi, Deluka, 1999; Chalyi, 2017). Основною метою викладання цієї навчальної дисципліни є удосконалення професійних компетентностей майбутніх лікарів шляхом поглибленого вивчення і розширення їх знань, умінь і навичок із зазначених вище розділів медичної фізики, які лежать в основі функціонування сучасних (електронних) медичних пристроїв та визначають їх використання в діагностиці та лікуванні захворювань людини. Надалі в цій оглядовій статті наша увага буде зосереджена в основному саме на деяких особливостях викладання медичної фізики в такому широкому і багатогранному сенсі.

Другий підхід у викладанні медичної біофізики у відносно більш вузькому сенсі пов'язаний з використанням іонізуючого та неіонізуючого випромінювання в таких медичних напрямках, як радіаційна онкологія, діагностична радіологія, ядерна медицина, радіотерапія, тощо (Медична і біологічна фізика, 2017; Чалий, 2017; Chalyi, Deluka, 1998; Chalyi, Deluka, 1999; Hobbie, 1997). Зауважимо, що навчання студентів НМУ імені О. О. Богомольця в зазначених медичних напрямках відбувається на кафедрі радіології та радіаційної медицини, у зв'язку з чим ми не будемо докладно висвітлювати це питання.

Що стосується медичної інформатики, то викладання дисципліни МІ в медичних університетах (факультетах) різних країн безпосередньо пов'язано з використанням потужних інформаційних технологій, що є безумовним трендом медицини. У закладах вищої медичної освіти світу, включаючи НМУ імені О. О. Богомольця, поява навчальної дисципліни МІ пройшла досить тривалий процес свого становлення. Спочатку, як поодинокі елементи у змісті освіти

щодо застосування комп'ютерної техніки у медицині, зокрема, для автоматизації обробки статистичних даних у медичній діагностиці (Ledley, Lusted, 1959), потім, в якості окремого розділу в межах вивчення навчальної дисципліни «Медична і біологічна фізика з інформатикою та медичною апаратурою», як це відбулося в НМУ імені О. О. Богомольця та інших вищих медичних закладах України (Чалий та ін., 1993; Минцер та ін., 2003; Jekel et al, 2007). І нарешті, як окрема нормативна дисципліна з постійно оновлюючим змістом у відповідності до досягнень сучасних технологій (Jekel et al., 2007; Shortliffe et al., 2001; Bland, 2003; Булах та ін., 2012; Bulakh et al., 2018; Гур'янов та ін., 2018).

Наразі медична інформатика (в англійській мові зустрічається термін «Medical Informatics», «Health Informatics» та більш сучасна назва Health and Biomedical Informatics) є міждисциплінарною, багатопрофільною та постійно зростаючою науковою дисципліною, із власними методологічними підходами та включає наступні напрями (розділи) застосування інформаційних технологій, концепцій та методів інформатики у біомедичних дослідженнях та системі охорони здоров'я, починаючи з вивчення молекулярних та клітинних процесів та закінчуючи доглядом за пацієнтами і популяціями:

1) *біомолекулярна інформатика* (англ. Biomolecular Informatics) – зосереджена на молекулярних та клітинних дослідженнях, проектуванні нових біологічних сполук засобами комп'ютерних технологій, вивченні процесів медицини та біології за допомогою математичних моделей, інформаційного, функціонального, структурного, логіко-евристичного, алгоритмічного комп'ютерного моделювання процесів у живому організмі у нормі та патології,

2) *інформатика зображень* (англ. Imaging Informatics) – розробляє обчислювальні та математичні методи для роботи з медичними зображеннями у біомедичних дослідженнях, діагностиці та клінічній допомозі, вивчає комп'ютерні технології отримання, опрацювання, інтерпретації медичних DICOM-зображень, біосигналів, формування систем збереження та передачі медичних зображень (PACS), технологій віртуальної та доповненої реальності;

3) *клінічна інформатика* (англ. Clinical Informatics) – базується на застосуванні інформаційних технологій у клінічній практиці для надання пацієнтам медичних послуг, здійсненні віддаленого консультування за допомогою телемедичних технологій, розробці онлайн-сервісів для пацієнтів та лікарів, комп'ютерних систем для діагностики, моніторингу та прогнозування захворювань, медичних апаратно-комп'ютерних та мобільних систем з догляду за здоров'ям;

4) *інформатика досліджень* (англ. Research Informatics) – присвячена застосуванню інформаційних технологій у медико-біологічних статистичних дослідженнях з метою підвищення ефективності клінічних випробувань у медицині;

5) *опрацювання даних та інженерія знань в ін-*

форматиці охорони здоров'я (англ. Data Processing and Knowledge Engineering in Health Informatics) – вивчає стратегії отримання, структуризації та представлення доказових медичних знань в інформаційних системах, забезпечує розробку систем підтримки прийняття рішень, медичних експертних систем, алгоритмів машинного навчання та штучного інтелекту, аналіз даних нейронними мережами, запровадження робототехніки у медицині;

б) *інформатика громадського здоров'я* (англ. Public Health Informatics) – визначається як системне застосування інформаційних технологій у галузі охорони здоров'я на рівні держави, охоплює електронну систему охорони здоров'я, медичні інформаційні системи для комплексної автоматизації закладів охорони здоров'я, здійснює керування, моніторинг, аналітику та оптимізацію процесів у національній системі охорони здоров'я.

Метою викладання навчальної дисципліни МІ у закладах вищої медичної освіти є: формування та розвиток у лікарів компетентності у галузі інформаційних технологій (ІТ) шляхом поглибленого вивчення і розширення знань, умінь і навичок із зазначених вище розділів медичної інформатики для забезпечення раціонального використання сучасного комп'ютерного програмного забезпечення загального та спеціального призначення, ознайомлення студентів із закономірностями та принципами інформаційних процесів у системах різного рівня ієрархії галузі охорони здоров'я, проблемами збору, збереження, оброблення і передачі сигналів та зображень у медицині, системами підтримки прийняття рішень у медицині, інформаційними технологіями аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, прогнозування, управління у сфері медико-біологічних досліджень, застосування медичних інформаційних систем як компоненту електронної системи охорони здоров'я, плануванням та коректною реалізацією статистичних досліджень у практичній та експериментальній медицині.

Мета статті – здійснити порівняльний аналіз певних визначальних аспектів викладання фундаментальних для медичної освіти дисциплін «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» в 10 університетах 7 європейських країн для зіставлення організації викладання цих природничих дисциплін з відповідним освітнім процесом у Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця і обґрунтування доцільності приведення у відповідність з європейськими провідними університетами обсягу аудиторних годин та пріоритетності викладання названих дисциплін.

Результати дослідження.

Медична освіта та викладання Медичної та біологічної фізики і Медичної інформатики в Німеччині. Медична освіта у Німеччині відноситься до числа найбільш престижних, та її рівень відповідає найкращим світовим стандартам. Завдяки дуже високому конкурсу, німецькі університети отримують кращих і найбільш цілеспрямованих студентів, а високок-

валіфікований професорський склад, достатнє фінансування вузів і потужні університетські клініки забезпечують належні умови для якісного навчання. При цьому, медична освіта у Німеччині є доступною для кожного, оскільки навчання відбувається переважно в державних вищих навчальних закладах і є безкоштовним. Іноземні абітурієнти також можуть скористатися можливостями навчатися в медичних університетах Німеччини. На думку німецької влади, культурне спілкування позитивно впливає на освіту й науку.

Зазвичай термін навчання у закладах вищої медичної освіти Німеччини триває орієнтовно 6 років, хоча в деяких випадках він може бути і довшим. Процес навчання можна поділити на три етапи (Медична освіта в Німеччині):

1. *Доклінічний етап*, який триває два навчальних роки (чотири семестри). Він передбачає отримання базових знань із гуманітарних, медичних та природничих наук. На цьому етапі студенти поряд з теоретичними знаннями отримують практичні навички догляду за хворими та надання першої невідкладної медичної допомоги. Наприкінці четвертого семестру передбачено проходження практики та складання державного іспиту (Staatsexamen).

2. *Клінічний етап*, який триває три роки (шість семестрів). Клінічний період навчання включає вивчення природничо-наукових та клінічних дисциплін загальної патології та методів лабораторного і лікувального обстеження. Студенти вивчають мікробіологію, загальну патологію, ортопедію, екстрену медицину, гінекологію, фармакологію та інші дисципліни. Основною метою цього етапу є отримання знань із клінічних дисциплін, принципів та алгоритму постановки діагнозу, розробки плану лікування. Клінічний етап також завершується державним іспитом.

3. *Практика* (1 рік). Період практики передбачає відпрацювання знань, умінь та навичок, отриманих за весь період навчання. Студенти під керівництвом лікаря-куратора залучаються до практичної діяльності для подальшого поглиблення знань та набуття досвіду у галузі медицини, а також можуть брати участь у клінічних обговореннях (конференціях).

Після закінчення закладу вищої медичної освіти випускник отримує перше професійне звання лікаря-практиканта. Молодий спеціаліст має пропрацювати 1,5 роки в якості лікаря-практиканта та здобути досвід і позитивні рекомендації, після чого він переходить на наступний рівень і стає лікарем-асистентом. І лише згодом, через декілька років успішної роботи лікар-асистент стає лікарем-спеціалістом, тобто може отримати ліцензію на практичну діяльність.

У Німеччині існують 35 державних та 4 приватних вищих навчальних закладів, у структурі яких передбачений факультет із спеціальності «лікувальна справа». Згідно рейтингам, які періодично складаються серед вищих навчальних закладів, за рівнем викладання та умов навчання серед лідерів виступають (Top 10 German Universities to study Medicine):

• *Гейдельберзький університет (Universität Heidelberg)*. Медичний факультет цього закладу вищої освіти визнано одним з найбільш престижним у Німеччині. Особливістю навчальної програми з медицини в університеті є те, що в ній приділяється багато уваги вивченню сучасних способів лікування нервових і серцево-судинних захворювань, а також провідних напрямків онкології.

• *Університет Любека (Universität zu Lübeck)*. Це дослідницький університет у Любеку (Північна Німеччина) навчальні програми якого майже повністю зосереджені на вивченні медицини та наук, які можуть бути застосовані у медицині.

• *Технічний університет Дрездена (Technische Universität Dresden)*. Один з провідних закладів вищої освіти, де можна отримати ґрунтовні знання з лікувальної справи та стоматології.

• *Технічний університет Аахена (RWTH Aachen University)*. Також протягом багатьох років знаходиться в лідерах медичної освіти Німеччини і пропонує навчальні програми не лише з медицини і стоматології, але й з біоінженерії.

Нижче наведена більш детальна інформація щодо змісту дисциплін МБФ та МІ в деяких університетах Німеччини.

На медичному факультеті в Маннхаймі *Гейдельберзького університету*, на доклінічному етапі, студенти обов'язково вивчають дисципліни, які закладають основи знань з фізики, математики та інформатики, необхідні для застосувань в доклінічних і клінічних дисциплінах (The Medical Faculty of Heidelberg). Так, курс лекцій з дисципліни «Фізика» включає такі важливі теми як основи біомеханіки, ознайомлює студентів з такими методами діагностики як електрокардіографія, електроенцефалографія, електроміографія, комп'ютерна томографія, магнітно-резонансна томографія, позитронно-емісійна томографія. Розглядаються фізичні основи ультразвукової діагностики. Вивчається оптика, лазери, медична оптика, дія іонізуючих випромінювань на біологічні об'єкти, дозиметрія іонізуючих випромінювань. Дисципліна «Біоматематика» ознайомлює студентів з основними поняттями статистики, основами статистичного аналізу медико-біологічних даних та застосування статистичного аналізу в епідеміології (Modulplan 1. Studienjahr. Medizinische Fakultät Mannheim).

В більшості університетів Німеччини навчання на медичних факультетах проводиться німецькою мовою. На медичному факультеті філії *Університету в Таргу Муреш (University Targu Mures, Medical Campus Hamburg, UMCH)*, який розташований в Гамбурзі, навчання ведеться не тільки німецькою мовою, але й англійською. Наприклад, лекції та семінари дисциплін доклінічного етапу (1 і 2 роки) викладаються англійською мовою (University Targu Mures Medical Campus Hamburg). Доклінічні дисципліни поділяються на блоки по три-шість тижнів кожен.

Одними з дисциплін першого року навчання в UMCH є наступні: «Біофізика та медичні біотехнології» – 5 кредитів ECTS (лекції – 21 година,

практичні заняття – 42 години, самостійна робота – 56 годин); «Медична інформатика» – 5 кредитів ECTS (лекції 8 годин, практичні заняття – 42 години, самостійна робота – 56 годин); «Медична біостатистика» – 3 кредити ECTS (лекції – 14 годин, практичні заняття – 14 годин, самостійна робота – 49 годин) (Curriculum 1 year 2020–2021 UMCH). На першому році навчання, крім обов'язкових дисциплін, студенти повинні пройти ще обов'язкові курси за вибором, серед яких є «Основи фізики», «Основи біології» та «Основи хімії».

Дисципліна МІ в UMCH має на меті ознайомити студентів з основами цифрових технологій та якомога глибше висвітлити різноманітні можливості застосування цих технологій у галузі медицини. Практичні завдання на заняттях з медичної інформатики допомагають студентам сформувати базові навички користування офісним програмним забезпеченням для такої роботи як редагування тексту та обробки даних або створення презентацій. Ці навички є необхідними як під час навчання, так і у подальшій професійній діяльності та в науковій роботі. В курсі медичної інформатики також передбачено вивчення основ представлення даних, а також функціонування комп'ютерних та мережевих архітектур. Слід зазначити, що дисципліна МІ в медичному університеті Гамбурга UMCH включає в себе такі теми: «Електронні медичні картки», «Аналіз даних про стан здоров'я», «Обробка даних пацієнта», «Конфіденційність та безпека медичної інформації», «Медичні зображення», «Біоінформатика», «Телемедицина», «Мобільні технології в охороні здоров'я» (Medical informatics at UMCH).

Медична освіта та викладання Медичної та біологічної фізики і Медичної інформатики в Польщі.

Система медичної освіти в Польщі передбачає 5–6 річну навчальну програму за спеціальностями: «Медицина», «Стоматологія», «Фармація», що закінчується проходженням загального іспиту (Медичне навчання в Польщі). Після закінчення закладу вищої освіти випускник повинен пройти 1-річне лікарське стажування і обов'язково скласти Національний іспит із загальної лікарської підготовки. Лише після цього він отримує право практикувати. Також під час навчання щороку студенти зобов'язані проходити обов'язкове стажування в лікарнях та інших закладах охорони здоров'я. Перших два роки студенти-медики вивчають загальну лікарську справу, біологію, хімію, математику і фізику. А вже потім, на наступних курсах отримують знання з обраної професії.

Такі спеціальності медичного напрямку як сестринська справа, акушерство, медицина невідкладних станів (або екстрена медицина), біотехнологія, косметологія, фізіотерапія, дієтологія та деякі інші в Польщі мають дві ступені: бакалаврат та магістратура. У Польщі всього дванадцять вищих медичних закладів. Найпрестижнішими і найвідомішими вважаються: Вроцлавський, Лодзький, Варшавський, Гданський, Познанський, Люблінський та Collegium Medicum при Ягеллонському університеті.

Як приклад, розглянемо програми в наступних 3-х популярних закладах вищої освіти Польщі:

Вроцлавський Державний Медичний Університет (Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu) – заклад з 67-ми річною історією. Відомий серед іншого і тим, що у п'ятдесятих роках минулого століття тут була виконана перша операція на відкритому серці у Польщі. Університет складається з п'яти факультетів та має дванадцять клінік. Бере участь в програмі Erasmus з моменту її діяльності в Польщі.

На першому році навчання студенти опановують такі дисципліни як: «Анатомія», «Біофізика», «Молекулярна біологія», «Медична хімія», «Основи інформаційних технологій та біостатистика», «Медична етика» та інші [37].

Кількість кредитів з дисципліни «Біофізика» складає 6,5 кредитів ECTS (22 години – лекції, 33 години – практичні заняття, 82,5 годин – самостійної роботи). Кількість кредитів з дисципліни «Основи інформаційних технологій та біостатистика» складає 3 кредити ECTS (10 годин – лекції, 30 – практичні заняття, 15 годин – самостійної роботи).

Навчальні програми з цих дисциплін доступні на веб-сайті університету, і з ними можна ознайомитись за наступним посиланням (Descriptions of courses 2020–2021. Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu).

Лодзький Медичний Університет (Uniwersytet Medyczny w Łodzi) – це найбільший державний заклад вищої медичної освіти Польщі, що веде підготовку лікарів і фармацевтів. Лодзький медичний університет надає можливості іноземним студентам навчатися польською або англійською мовами. Університет пропонує заочну та стаціонарну форми навчання.

На факультеті лікарської справи серед обов'язкових дисциплін першого року навчання є такі дисципліни як «Біофізика», «Біостатистика» та «Медична інформатика» (Curriculum 6-year MD. Uniwersytet Medyczny w odzi).

У курсі «Біофізика» розглядаються елементи молекулярної біофізики, термодинаміки біологічних систем, елементи теорії інформації та основи біокібернетики, елементи біофізики клітин, фізичні методи дослідження клітин, структура та фізичні і динамічні властивості біологічних мембран, механізми пасивного і активного транспорту речовини крізь мембранні структури клітин, біофізика системи кровообігу, робота та потужність серця як насоса, біофізика дихальної системи, проблеми теплопереносу, біофізика органів зору і слуху, вплив фізичних факторів на біологічні тканини. Студенти ознайомлюються з діагностичними та терапевтичними методами (ультразвукове дослідження, комп'ютерна томографія). Кількість кредитів з дисципліни «Біофізика» складає 8 кредитів ECTS (15 годин лекцій, 60 годин практичних занять).

У курсі «Біостатистика» студенти ознайомлюються з основними поняттями та методами мате-

матичної статистики, які застосовуються в біомедичних науках. Кількість кредитів ECTS становить 2 (10 годин лекцій, 10 годин практичних занять).

Курс МІ спрямований на вивчення методів оцінки стану здоров'я великих груп населення шляхом створення дослідницьких інструментів для обробки даних за допомогою комп'ютерів. Курс містить різноманітні розділи, наприклад, основні методи статистичних досліджень; джерела інформації про стан здоров'я населення; скринінгові дослідження для раннього виявлення хвороб. Також вивчаються аналітичні методи досліджень у медицині і методи моніторингу епідеміологічної ситуації щодо найважливіших проблем здоров'я в Польщі. Кількість кредитів з дисципліни МІ становить 2 кредити ECTS (2 години лекцій, 18 годин практичних занять).

Варшавський медичний університет (Warszawski Uniwersytet Medyczny) – заклад вищої медичної освіти з більш ніж сторічною історією, заснований у 1809 році. Входить до трійки найкращих польських медичних університетів за рейтингом від Perspektywy (2018).

Дисципліни «Біофізика», «Статистика та медична інформатика» студенти опановують на першому курсі. Кількість кредитів з дисципліни «Біофізика» складає 3 кредити ECTS (4 години лекцій, 30 годин практичних занять). Кількість кредитів з дисципліни «Статистика та медична інформатика» складає 2 кредити ECTS (4 години лекцій, 30 годин практичних занять).

В курсі «Біофізика» студенти ознайомлюються з основними поняттями та фізичними законами, які керують процесами в організмі людини на різних рівнях. Програма курсу включає різні теми: вступ до термодинаміки; біологічні мембрани і процеси, які з ними пов'язані; біофізика гемодинамічних процесів; електрична активність серця; біофізика дихання; біофізика зору, основні методи отримання зображень органів і тканин в медицині, тощо. Докладно з навчальною програмою можна ознайомитись за наступним посиланням (1st year curriculum. Warszawski uniwersytet medyczny).

Медична освіта та викладання Медичної та біологічної фізики і Медичної інформатики в Чехії та Словаччині. Чехія є однією з держав Центральної Європи, медична освіта якої визнається і цінується у всьому світі. Тривалість навчання на медичних факультетах чеських вищих навчальних закладів складає 6 років (Як отримати медичну освіту в Чехії). Процес навчання можна умовно поділити на три частини.

На першому і другому курсах вивчається загальна медицина і загальні дисципліни, що необхідні майбутнім лікарям (фізика, медична інформатика, біологія, біохімія, анатомія, тощо). На третьому і четвертому курсах передбачені дисципліни за спеціалізацією і навчання в клініці. Останні два роки студенти в повному обсязі вивчають обрану клінічну спеціальність.

Навчання на медичних спеціальностях в дер-

жавних університетах чеською мовою проводиться безкоштовно. На медичних спеціальностях можна вчитися також англійською мовою, хоча це навчання вже платне. Але оскільки ціна навчання нижча у порівнянні з іншими європейськими країнами, то це є привабливим для європейських студентів.

Карлів Університет в Празі – найпопулярніший медичний університет і одночасно один з найпрестижніших закладів вищої освіти в Чехії. Він входить до списку найстаріших університетів Центральної Європи. Заснований в 1348 році Чеським королем і Римським імператором Карлом IV, Карлів Університет входить в Асоціацію Європейських вузів, поряд з Оксфордом, Лейденом, Бонном, Сорбонною, Болоньєю і Університетом Женеви.

Карлів університет пропонує навчання на 5 медичних факультетах (3 з яких розташовані в Празі) та на фармацевтичному факультеті. На цих факультетах студенти можуть обирати наступні напрями навчання: загальна медицина, стоматологія, фармація, сестринська справа, спеціалізація в медицині – дієтологія, фізіотерапія тощо, медичний лаборант, біоаналітика в медицині, спеціаліст лабораторії та інші.

Відповідно до програми навчання на I Медичному факультеті Карлового університету обов'язковими дисциплінами, які вивчають студенти на першому та другому курсі, є дисципліни «Біофізика та медична фізика» та «Медична інформатика» (First Faculty of Medicine. Charles University).

В процесі вивчення дисципліни «Біофізика та медична фізика» студенти ознайомлюються з фізичними основами біологічних процесів. Вивчають взаємодію фізичних полів та іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами. Опановують знання щодо основної медичної апаратури. Обсяг навчального навантаження студентів становить 8 кредитів ECTS.

Курс МІ включає в себе наступні теми для опанування: властивості та обробка медичної інформації, медична статистика, біокібернетика, бібліографічні системи, інформаційні системи в охороні здоров'я, комп'ютерні технології. Кількість кредитів для цієї дисципліни: 4 кредити ECTS.

З навчальною програмою університету Карлового університету в Празі можна ознайомитись за наступним посиланням (Study plans for academic year 2020/2021. Charles University).

У *Словаччині* також існує чимало університетів, де можна отримати медичну освіту, але тільки у двох закладах вищої освіти країни можна пройти навчання за лікарськими спеціалізаціями (Медична освіта в Словаччині). Йдеться про такі університети:

- *Словацький медичний університет в Братиславі.*
- *Університет Павла Йозефа Шафарика в Кошицях.*

Структури дисциплін «Медична біофізика» та МІ в цих університетах включають основні розділи з дисциплін з МФ та МІ, які викладаються в центральньо-європейських університетах.

З навчальною програмою Словацького медичного університету в Братиславі, в якому кількість кредитів з дисципліни «Медична біофізика» складає 5 кредитів ECTS, можна ознайомитись за наступним посиланням (Study programme 1st year. Slovak Medical University in Bratislava).

В Університеті Павла Йозефа Шафарика в Кошицях кількість кредитів з дисципліни «Медична біофізика» складає 7 кредитів ECTS, тоді як з дисципліни МІ становить 2 кредити ECTS (Curriculum. Pavol Jozef Šafárik University in Košice).

Медична освіта та викладання Медичної та біологічної фізики і Медичної інформатики в Болгарії. Медична освіта Болгарії займає гідне місце в загальнонаціональній освітній системі, маючи високий рейтинг та рівень викладання, а також досягнень у дослідницькій роботі, що повністю відповідає стандартам європейської освіти. За загальноєвропейським принципом навчання студентів-медиків в Болгарії організовується у три етапи.

Перший етап – доклінічна підготовка (2 роки) дає студентам необхідні біологічні, фізичні та медичні (базові) знання з природничих, медичних та гуманітарних наук, що є основою для їх клінічної підготовки як лікарів.

Другий етап – клінічна підготовка (4 роки), метою якої є набуття фахових знань для діагностики та профілактики захворювань, формуванням загальних та спеціальних компетентностей лікаря для подальшої професійної діяльності у галузі охорони здоров'я. Після третього курсу навчання здійснюється за цикловою системою, в якій іспити здаються протягом навчального року після закінчення занять з відповідної дисципліни.

Третій етап – переддипломна практика, яка проводиться в університетських клініках та лікарняних базах і має на меті використання отриманих знань та набуття практичного досвіду. Переддипломна медична практика закінчується державними іспитами із загальної медицини, невідкладної медицини, внутрішніх хвороб, хірургії, педіатрії, акушерства та гінекології, гігієни, епідеміології, інфекційних хвороб та соціальної медицини.

Після складання державних іспитів, студенти отримують диплом про закінчену вищу освіту за освітньо-кваліфікаційним ступенем «Магістр» та кваліфікацією «Лікар» з правом загальної медичної практики.

В Болгарії існує чимало університетів, де можна отримати медичну освіту, але зупинимось детальніше на двох найвідоміших і найпрестижніших закладах вищої медичної освіти:

- *Медичний університет у Софії (MUS).*
- *Медичний університет у Пловдиві.*

Медичний університет у Софії (MUS) – державний медичний навчальний заклад з більш ніж 100-літньою історією, який був створений Указом царя Фердинанда 10 листопада 1917 року як медичний факультет Софійського університету. Медичний університет у Софії пропонує навчання на 4-х

факультетах: медичному, стоматологічному, фармацевтичному, факультеті громадського здоров'я та в медичному коледжі «Йорданка Філаретова». На медичному факультеті Софійського університету за спеціальністю «Медицина» викладаються окремо такі навчальні дисципліни (Медицински университет – София):

Дисципліна «Медична фізика» загальною кількістю 90 годин, з яких 45 годин відводяться на лекції, а інші 45 годин на практичні заняття, разом 5,8 кредитів ECTS.

Дисципліна «Біофізика» загальною кількістю 75 годин, з яких 30 годин відводяться на лекції, а інші 45 годин на практичні заняття, разом 4,0 кредитів ECTS.

Дисципліна «Біостатистика та медична інформатика» загальною кількістю 45 годин, з яких 15 годин відводяться на лекції, а інші 30 годин на практичні (лабораторні) заняття, разом 2,3 кредитів ECTS.

Медичний університет у Софії готує також фахівців медичної галузі за спеціальністю «Медична радіологічна фізика» (термін навчання 3 роки) у межах післядипломної освіти. З навчальними програмами з цих дисциплін можна ознайомитись за наступним посиланням (Медицински факултет при Медицински университет – София).

Медичний коледж «Йорданка Філаретова» при Софійському університеті проводить підготовку за 8 спеціальностями на здобуття освітньо-кваліфікаційного рівня Бакалавр (термін навчання 3 роки), серед яких є спеціальність «Рентгенлаборант», котра включає в себе вивчення спеціальних дисциплін: «Рентгеновська фізика», «Радіобіологія», «Рентгеновська техніка», «Променева терапія», «Радіаційний захист».

Медичний університет у Пловдиві – престижний державний вищий медичний заклад Болгарії (Указом № 180 від 4 серпня 1945 р. було офіційно оголошено про створення першого Пловдивського вищого навчального закладу, який підписали три регенти – професори В. Ганев, Ц. Бобошевський і Т. Павлов та прем'єр-міністр К. Георгієв). В 90-ті роки навчальні програми Медичного університету у Пловдиві були співвіднесені зі світовими стандартами, щоб досягти співвідношення 1:3 між доклінічними та клінічними дисциплінами. Пловдивський університет пропонує навчання на медичному, стоматологічному, фармацевтичному факультеті, факультеті громадського здоров'я та медичному коледжі (Катедра по медицина физика и биофизика. Медицински университет – Пловдив).

На медичному факультеті за спеціальністю «Медицина» на кафедрі «Медичної фізики та біофізики» викладаються наступні дисципліни:

«Медична фізика» (на 1 курсі) загальною кількістю 90 годин, з яких 45 годин відводяться на лекції, а інші 45 годин на практичні заняття, разом 6,9 кредитів ECTS.

«Біофізика» (на 1 та 2 курсах) загальною кількістю 60 годин, з яких 30 годин відводяться на лекції, а

інші 30 годин на практичні заняття, разом 8,2 кредитів ECTS (Катедра по медицина физика и биофизика. Медицински университет – Пловдив).

Навчальна діяльність полягає у проведенні спеціалізованих лекційних курсів з медичної фізики та біофізики для лікарів, стоматологів, а з 2003 року – для фармацевтів. Курси лекцій є специфічними для кожної з дисципліни. Лабораторні заняття призначені для ознайомлення студентів з роботою різних вимірювальних приладів та оволодіння деякими фізичними принципами, які широко використовуються в медицині, стоматології та фармації. Вивчаються біофізичні механізми фізіологічних процесів: трансмембранний транспорт, генезис мембранних потенціалів та специфічні особливості потенціалів дії в різних типах збудливих тканин. Детально вивчаються скорочення м'язів, механізми передачі міжклітинної інформації та її вплив на внутрішньоклітинні процеси, взаємодія іонізуючого випромінювання з біологічними тканинами, тощо. З навчальною програмою з цих дисциплін можна ознайомитись за наступним посиланням (Учебни планове и програми. Медицински университет – Пловдив).

Медичний університет у Пловдиві надає студентам другого курсу спеціальності «Медицина» можливість обрати вибірккову дисципліну «Формування навичок та майстерності створення мультимедійних презентацій», що передбачає за навчальним планом 20 годин практичних занять (1,3 кредитів ECTS). Дисципліна «Медична статистика та інформатика» як нормативна передбачена у навчальному плані для спеціальності «Менеджмент охорони здоров'я». Загальна кількість аудиторних годин – 90, з них 40 годин лекцій та 50 годин практичних (лабораторних) занять (Катедра Медицинска информатика, биостатистика и електронно обучение. Медицински университет – Пловдив).

Медична освіта та викладання Медичної та біологічної фізики і Медичної інформатики в Греції. Греція – країна, яка зробила революцію в наукових знаннях і подарувала світу величезну когорту філософів, зокрема Аристотеля, Платона, праці яких дали можливість систематизувати знання про внутрішній і зовнішній світ людини. Греція – батьківщина лікаря Гіппократа, котрий вважається засновником медицини. Клятву Гіппократа приймають студенти-медики в усіх країнах. Він створив першу медичну школу і відокремив медицину як самостійну дисципліну. Тому, мабуть, і структура медичної освіти в Греції дещо відрізняється від загальноєвропейської, враховуючи стародавні національні традиції.

Кожен вищий медичний заклад країни утворює своєрідну навчальну ієрархію *Факультет*, що містить декілька суміжних дисциплін, забезпечуючи їх взаємодію і координацію для навчання та науково-дослідницької діяльності.

Факультет поділяється на *Школи* – основні академічні одиниці, які включають визначену предметну галузь наукової дисципліни.

Школи в свою чергу розподіляються на *Департа-*

менти, які координують частину предметної області школи і містять менші академічні одиниці, а саме: *Лабораторії, Клініки*.

Державну вищу освіту греки отримують виключно безкоштовно, оскільки згідно з чинною конституцією Греції, створення недержавних вищих навчальних закладів в країні заборонено.

Серед престижних університетів Греції, де можна отримати медичну освіту, є наступні:

- *Афінський Національний університет імені Каподистрії*.

- *Університет Аристотеля в Салоніках (AUTH)*.

Розглянемо детальніше особливості викладання фізичних та інформатичних дисциплін в цих найбільш відомих університетах країни.

Афінський Національний університет імені Каподистрії – перший і один з найбільш відомих вищих навчальних закладів Греції, який має факультет медицини, був заснований 3 травня 1837 року. Цей університет проводить підготовку студентів-медиків в «Школі медичних наук», до складу якої входять департаменти медицини, стоматології, фармації і сестринської справи. «Школа медичних наук», разом з юридичною, теологічною і філософськими школами й утворила в 1837 році Університет Оттона, який в подальшому був перейменований на честь І. Каподистрії, першого президента Греції (School of Medicine of National and Kapodistrian University of Athens).

В «Лабораторії медичної фізики», яка відноситься до «Школи медичних наук» Афінського Національного університету імені Каподистрії викладаються наступні дисципліни для студентів 1 курсу:

«Медична фізика» – обов'язкова дисципліна, яка має 4 години лекцій та 1,5 години практичних занять на тиждень, разом 71,5 години (6,0 кредитів ECTS).

«Медична інформатика» – факультативна обов'язкова дисципліна, яка викладається протягом одного семестру (1,5 години на тиждень), разом 19,5 годин (2,0 кредити ECTS). У випадку, якщо студенти не склали успішно іспиту з цієї дисципліни, вони мають право повторно записатися на цю дисципліну в іншому семестрі.

Для отримання ступеня «Бакалавр» студенту необхідно скласти 48 обов'язкових і 12 факультативних обов'язкових дисциплін навчальної програми. В «Школі медичних наук» є навчальні програми для отримання ступеня «Магістр» (зокрема, є магістерська програма «Медична фізика-радіофізика»), а також Аспірантури для медиків. З повною інформацією можна ознайомитись за наступним посиланням (Curriculum. National and Kapodistrian University of Athens).

Університет Аристотеля в Салоніках (AUTH) був заснований в 1925 році і вважається найбільшим навчальним закладом не лише Греції, а й Балканів. Цей університет посідає в академічному рейтингу «Academic Ranking of World Universities» 301 місце.

«Школа медичних наук» Університету Аристотеля в Салоніках (AUTH) включає в себе 4 департаменти, а саме: медицини, фармації, стоматології

та ветеринарних наук. До складу «Школи медичних наук» належить кафедра «Радіології, медичної фізики та інформатики», яка має такі лабораторії: «Лабораторія радіології-радіодіагностики»; «Лабораторія медичної фізики»; «Лабораторія комп'ютерної, медичної інформатики і біомедицини – Технології візуалізації»; три «Лабораторії ядерної медицини»; «Лабораторія променевої терапії онкології».

«Лабораторія медичної фізики» в Університеті Аристотеля в Салоніках (AUTH) була заснована першою в Греції у 1964 році. Професорсько-викладацький склад цієї кафедри навчає студентів-медиків основним фізичним законам і принципам, біомедичним технологіям і їх використанню в практичній медицині. В цій лабораторії студенти приймають участь в міжнародних програмах післядипломної освіти з медичної фізики та радіофізики, відбувається навчання лікарів-резидентів в аспірантурі в таких напрямках, як радіологія, радіотерапія та ядерна медицина (School of Medicine. Aristotle University of Thessaloniki).

У «Школі медичних наук» Університету Аристотеля навчання студентів з метою отримання освітньо-кваліфікаційного ступеня «Бакалавр» триває 12 семестрів і проходить в 3 етапи: доклінічний (1–4 семестр), клінічний (5–10 семестр), клінічна практика (11–12 семестр). Відповідно до цієї програми, на 1 курсі обов'язковими для вивчення в 1 семестрі є такі дисципліни:

«Медична фізика» – дисципліна, яка вивчається студентами по 6 годин на тиждень протягом 65 аудиторних годин. Цікаво зазначити, що 52 години, тобто 80% від загальної кількості аудиторних годин, студенти обирають самостійно, записуючись до кожного викладача на певну кількість годин. Інші 20% аудиторних годин, тобто 13 годин, витрачаються на виконання лабораторних робіт. В навчальному плані 2020–2021 року на вивчення дисципліни «Медична фізика» виділяється 5 кредитів ECTS.

«Медична інформатика» – дисципліна, яка вивчається студентами протягом 65 годин, з яких 26 годин – це вибіркові аудиторні години (студенти також записуються на певну частину курсу до викладачів за їхнім власним вибором); ще протягом 26 годин студенти виконують практичні (лабораторні) роботи, останні 13 годин тривають контрольні та екзаменаційні заходи.

Після завершення бакалаврської програми студенти отримують медичну ступінь «Ptychion Iatrikes», що дає доступ до післядипломної освіти (магістратури), а далі докторантури медичних наук і, нарешті, до отримання ліцензії, яка дозволяє практикувати в державному і приватному секторах ЄС. З навчальними програмами з цих дисциплін можна ознайомитись за наступним посиланням (Curriculum. Aristotle University of Thessaloniki).

Висновки. У статті проведено детальний порівняльний аналіз навчальних планів викладання базових природничих дисциплін МБФ і МІ у низці медичних університетів в таких країнах Європи, як

Німеччина, Польща, Чехія, Словаччина, Болгарія, Греція та в Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця. Результати цього аналізу наведені в порівняльній таблиці 1, що дозволяє зробити такі висновки:

1. У переважній більшості 8 з 9 європейських медичних університетах на вивчення базових фізичних дисциплін відводиться більше аудиторних годин у порівнянні з обсягом в 50 годин для дисципліни МБФ за новим навчальним планом, що був затверджений для спеціальності «Медицина» на 2021–2022 навчальний рік в НМУ імені О. О. Богомольця. Так, ці медичні університети мають наступні обсяги аудиторних годин на вивчення обов'язкових фізичних дисциплін: Вроцлавський Медичний Університет

(Польща) – на 10% більше, Медичний Університет Гамбурга (Німеччина) – на 26% більше, Карлів Університет Праги (Чехія) – на 44% більше, Медичний Університет Лодзі (Польща) – на 50% більше, Медичний Університет Кошиці (Словаччина) – на 96% більше, Університет імені Аристотеля в Солоніках (Греція) – на 180% більше, Медичний Університет в Пловдиві (Болгарія) – на 200% більше, Медичний Університет в Софії (Болгарія) – на 230% більше. І лише в одному польському медичному університеті, а саме: у Варшавському Медичному Університеті, в якому відсутня фундаментальна дисципліна «Медична фізика», на вивчення дисципліни «Біофізика» відведено лише 34 аудиторні години, тобто на 32% менше, ніж в НМУ імені О. О. Богомольця.

Таблиця 1

Кількість аудиторних годин на фізичні та інформатичні обов'язкові дисципліни в університетах Європи

Назва Університету	Країна	Дисципліна та кількість аудиторних годин
Національний медичний університет імені О. О. Богомольця	Україна	Робочий навчальний план спеціальності «Медицина» на 2021–2022 навчальний рік: «Медична та біологічна фізика» – лекцій 8, практ. (лаб) 42. Всього годин: 50. «Медична інформатика та основи наукових досліджень» для студентів 1-го року навчання – лекцій 6, практ. 24. Всього годин: 30.
Медичний університет – Гамбург (UMCH)	Німеччина	«Біофізика та медичні біотехнології» – лекцій 21, практ. (лаб) 42. Всього годин: 63. «Медична інформатика» – лекцій 28, практ. (лаб) 42. Всього годин: 70.
Вроцлавський державний медичний Університет	Польща	«Біофізика» – лекцій 22, практ. (лаб) 33. Всього годин: 55. «Основи інформаційних технологій та біостатистика» – лекцій 10, практ. 30. Всього годин: 40.
Лодзький медичний університет	Польща	«Біофізика» – лекцій 15, практ. (лаб) 60. Всього годин: 75. «Медична інформатика» – лекцій 2, практ. 18. Всього годин: 20.
Варшавський медичний університет	Польща	«Біофізика» – лекцій 4, практ. (лаб) 30. Всього годин: 34. «Статистика та медична інформатика» – лекцій 4, практ. 30. Всього годин: 34.
Карлів університет – Прага	Чехія	«Біофізика та медична фізика» – лекцій 24, практ. (лаб) 48. Всього годин: 72. «Медична інформатика» – лекцій 15, практ. 15. Всього годин: 30.
Медичний Університет Павла Йозефа Шафарика – Кошиця	Словаччина	«Медична біофізика» – лекцій 56, практ. (лаб) 42. Всього годин: 98. «Медична інформатика» – практ. 28. Всього годин: 28.
Медичний університет – Софія (MUS)	Болгарія	«Медична фізика» – лекцій 45, практ. (лаб) 45. «Біофізика» – лекцій 30, практ. (лаб) 45. Всього годин «Медична фізика» + «Біофізика»: 165, лекцій 75, практ. (лаб) 90. «Біостатистика та медична інформатика» - лекцій 15, практ. (лаб) 30. Всього годин: 45.
Медичний університет – Пловдив	Болгарія	«Медична фізика» – лекцій 45, практ. (лаб) 45. «Біофізика» – лекцій 30, практ. (лаб) 30. Всього годин «Медична фізика» + «Біофізика»: 150, лекцій 75 + практ. (лаб) 75. «Формування навичок та майстерності створення мультимедійних презентацій» – лекцій 0, практ. (лаб) 20. Всього годин 20. «Медична статистика та інформатика» для спеціальності «Менеджмент охорони здоров'я» – лекцій 40, практ. (лаб) 50. Всього годин 90.
Університет імені Аристотеля – Солоніки	Греція	«Медична фізика» – 140 годин (для іноземних студентів). «Медична інформатика» – 65 годин (для іноземних студентів).

Формальне порівняння кількості кредитів ECTS в університетах різних європейських країн дещо ускладнене у зв'язку із неоднозначністю встановлення одиниці вимірювання кредиту ECTS. Нормативні документи Європейської комісії щодо особливостей застосування ECTS (ECTS key features) визначають, що погодинна відповідність 60 кредитам ECTS повного навантаження студентів протягом навчального року часто встановлюються національними законодавчими положеннями в сфері освіти та регламенту-

ються університетами. У більшості випадків навантаження студентів становить від 1500 до 1800 годин протягом навчального року, що означає відповідність одного кредиту ECTS 25–30 академічним годинам навчальної роботи студентів (ECTS key features).

Для більшої наочності на Рис. 1 наведено порівняльну діаграму кількості аудиторних годин на вивчення дисципліни МБФ в Національному медичному університеті імені О.О. Богомольця та фізичних дисциплін в інших європейських університетах.



Рис. 1. Порівняльна діаграма кількості аудиторних годин на вивчення дисципліни «Медична і біологічна фізика»

Складено самостійно

2. У медичних університетах Німеччини, Польщі, Чехії, Словаччини, Болгарії дисципліна МІ віднесена до обов'язкових базових дисциплін. Для порівняння наведемо кількість аудиторних годин на обов'язкову дисципліну МІ в деяких медичних університетах Європи: Медичний Університет Гамбурга (Німеччина) – 70 аудиторних годин, Медичний Університет в Софії (Болгарія) – 45 аудиторних годин, Вроцлавський Медичний Університет (Польща) – 40 аудиторних годин, Варшавський Медичний Університет (Польща) – 34 аудиторні години, Карлів Медичний Університет Праги (Чехія) – 30 аудиторних годин, Медичний Університет у Пловдиві (Болгарія) – 20 аудиторних годин для спеціальності «Медицина» та 90 аудиторних годин для спеціальності «Менеджмент охорони здоров'я». Слід зауважити, що у трьох європейських медичних університетах обов'язкова дисципліна МІ об'єднана з іншими спорідненими обов'язковими дисциплінами: «Статистика» у Варшавському Медичному Університеті (Польща), а також «Біостатистика» у Вроцлавському Медичному Університеті (Польща) і Медичному Університеті в Софії (Болгарія). У відповідності до робочого навчального плану на 2021–2022 н. р. підготовки фа-

хівців другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань «Охорона здоров'я» спеціальності «Медицина», на вивчення студентами 1-го курсу дисципліни «Медична інформатика та основи наукових досліджень» в НМУ імені О.О. Богомольця виділено 30 аудиторних годин, з них 6 годин на лекції та 24 години на практичні заняття. Разом з тим, окрім зміни назви дисципліни МІ на нову і більш широку назву «Медична інформатика та основи наукових досліджень», а також скорочення кількості аудиторних годин на практичні заняття майже вдвічі – з 44 годин до 24 годин, дисципліна «Медична інформатика та основи наукових досліджень» затверджена не як обов'язкова, а як варіативна дисципліна, яку студенти 1-го курсу можуть обрати з апіорною ймовірністю 0,5, оскільки існує перелік з 8 варіативних дисциплін, а обрати потрібно 4 дисципліни із цього загального переліку.

Рис. 2 ілюструє порівняльну діаграму кількості аудиторних годин на вивчення дисципліни «Медична інформатика та основи наукових досліджень» в Національному медичному університеті імені О. О. Богомольця та в інших європейських університетах, де викладаються інформатичні дисципліни.

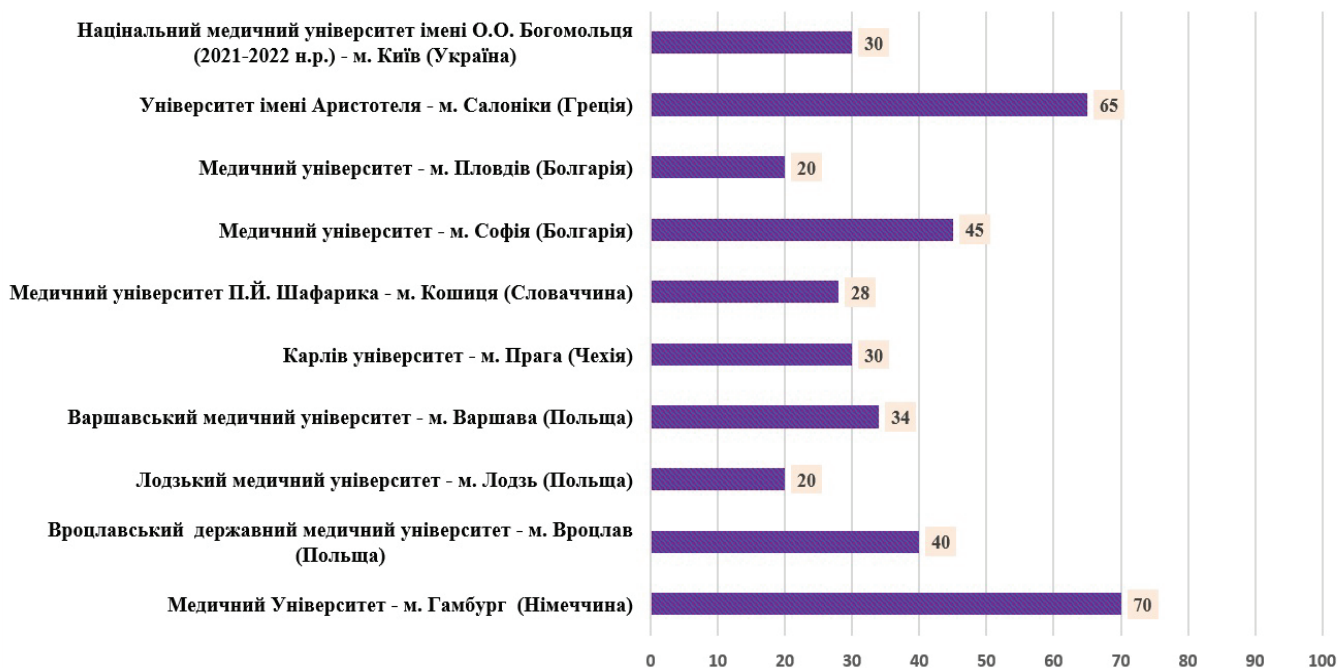


Рис. 2. Порівняльна діаграма кількості аудиторних годин на вивчення дисципліни «Медична інформатика та основи наукових досліджень»

Складено самостійно

3. Враховуючи перспективи поглиблення інтеграції медичної освіти України в Європейський освітній простір і з метою забезпечення якісної підготовки майбутніх лікарів та створення передумов для академічної мобільності студентів, обґрунтовано доцільність приведення у відповідність обсягу аудиторних годин та пріоритетності викладання дисциплін «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» в НМУ імені О. О. Богомольця до виявлених типових діапазонів годин в навчальних планах переважної більшості профільних факультетів низки університетів провідних Європейських країн.

4. Результати аналізу визначальних аспектів організації викладання дисципліни «Медична та біологічна фізика» і «Медична інформатика» в 10 університетах 7 європейських країн є беззаперечним свідченням особливої цінності цих дисциплін для сучасної медичної освіти.

Важливість медичної фізики визначається тим, що це є прикладний розділ фізичної науки, в якій фундаментальні закони і досягнення фізики застосовуються для опису процесів в живій та неживій природі, перш за все – в організмі людини, з метою їхнього використання для успішного розв'язання складних задач медицини.

Застосування потужних інформаційних технологій є, безумовно, сучасний тренд медицини. З початку

XXI ст. медична інформатика, як наука та навчальна дисципліна, набула стрімкого розвитку і продовжує постійно еволюціонувати завдяки прогресу технологій. Вона характеризується широким розповсюдженням, інтеграцією та інноваційними застосуваннями у системі охорони здоров'я. Все це сприяє поліпшенню якості діагностичного, лікувального та профілактичного процесів, кращому догляду за здоров'ям пацієнтів, удосконаленню та доступності медичного обслуговування, ширшому запровадженню доказової, персоналізованої (геномної) та превентивної медицини.

В практичному плані медична і біологічна фізика, медична інформатика та біомедична інженерія є невід'ємними інтегральними частинами медичної галузі та медичної освіти. Саме ці розділи науки і техніки та навчальні дисципліни забезпечили надійне підґрунтя для створення прецизійного і високотехнологічного медичного обладнання для діагностики та лікування, починаючи від апаратів рентгенографії та кардіографії і закінчуючи (поки що!) хірургічною роботизованою системою Да Вінчі для малоінвазивних втручань, а також комбінованою системою медичної візуалізації PET-MRI (позитронноемісійним та магнітнорезонансним томографом). А далі продовжуючи всім тим, що фізики, математики та фахівці галузі IT разом із лікарями обов'язково винайдуть і застосують для медицини!

Список використаної літератури

1. Біофізика. Фізичні основи аналізу та метрологія / За ред. Е. І. Личковського, В. О. Тиманюка. Вінниця: Нова Книга, 2014.
2. Булавін Л. А., Гречко Л. Г., Лерман Л. Б., Чалий О. В. Медична фізика. Динамічні та статистичні моделі. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2011.
3. Булах І. Є., Войтенко Л. П., Мруга М. Р., Аліта О. С., Жегрій Т. І., Кривенко І. П., Слухай Т. С., Шило І. М. Медична інформатика в модулях. Київ: Медицина, 2012.

4. Гур'янов В. Г., Лях Ю. Є., Парій В. Д., Короткий О. В., Чалий О. В., Чалий К. О., Цехмістер Я. В. Посібник з біостатистики. Аналіз результатів медичних досліджень у пакеті EZR (R-statistics). Київ: Вістка, 2018.
5. Зима В. Л. Біофізика. Збірник задач. Київ: Вища школа, 2001.
6. Катедра Медицина інформатика, біостатистика і електронно обчислювальне навчання. *Медицински университет – Пловдив*. URL: <https://mu-plovdiv.bg/fakulteti/obshtestveno-zdrave/katedri/meditsinska-informatika-biostatistika-el-obuchenie/> (дата звернення: 03.04.2021).
7. Катедра по медицина физика и биофизика. *Медицински университет – Пловдив*. URL: <https://mu-plovdiv.bg/fakulteti/farmatsevtichen/katedri/meditsinska-fizika-biofizika/> (дата звернення: 03.04.2021).
8. Костюк П. Г., Зима В. Л., Магура І. С., Мирошниченко М. С., Шуба М. Ф. Біофізика. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008.
9. Лопушанський Я. Збірник задач і запитань з медичної і біологічної фізики. Львів: Наукове товариство імені Тараса Шевченка, 2006.
10. Медицински университет – София. URL: <https://www.mu-sofia.bg/obuchenie/narychnik-rugvokursnika/medicinski-fakultet/> (дата звернення: 20.03.2021).
11. Медицински факултет при Медицински университет – София. URL: https://medfac.mu-sofia.com/index.php?page_id=241&lang=bg/ (дата звернення: 20.03.2021).
12. Медична і біологічна фізика (підручник для студентів вищих медичних (фармацевтичних) закладів) / за ред. О. В. Чалого. Вінниця: Нова Книга, 2017.
13. Медична і біологічна фізика. Практикум / За ред. О. В. Чалого. Київ: Книга плюс, 2003.
14. Медична освіта в Німеччині. URL: <https://studysou.ua/ua/news/med-obrazovanie-v-germanii#> (дата звернення 24.04.2021).
15. Медична освіта в Словаччині. URL: <https://slovakstudy.com/uk/ru-medicinskoe-obrazovanie-v-slovakii-uk-medichna-osvita-v-slovachchini/> (дата звернення 03.06.2021).
16. Медичне навчання в Польщі. URL: <https://entrant.eu/medichne-navchannya/> (дата звернення 26.04.2021).
17. Минцер О. П., Вороненко Ю. В., Власов В. В. Оброблення клінічних і експериментальних даних у медицині. Київ: Вища школа, 2003.
18. Ремизов А. Н. Медицинская и биологическая физика. Москва: Высшая школа, 1996.
19. Сергиенко В. И., Бондарева И. Б. Математическая статистика в клинических исследованиях. Москва: ГЭОТАР МЕД, 2000.
20. Тиманюк В. А., Животнова Е. Н. Биофизика. Харьков: НФАУ, 2003.
21. Учебни планове и програми. *Медицински университет – Пловдив*. URL: <https://mu-plovdiv.bg/studenti/programi-grafitsi/uchebni-planove-programi-spetsialnosti/> (дата звернення: 22.03.2021).
22. Чалий О. В., Дяков В. А., Хаїмзон І. І. Основи інформатики. Київ: Вища школа, 1993.
23. Чалый А. В. Неравновесные процессы в физике и биологии. Київ: Наукова Думка, 1997.
24. Як отримати медичну освіту в Чехії. URL: <https://migrant.biz.ua/chexiya/navchannya-cz/otrymaty-medychnu-osvitu.html> (дата звернення 26.04.2021).
25. 1st year curriculum. *Warszawski uniwersytet medyczny*. URL: https://ed.wum.edu.pl/wp-content/uploads/2020/10/zbi%C3%B3r-1-rok-6-20_21-1.pdf (дата звернення 26.04.2021).
26. Bland M. An Introduction to Medical Statistics. New York: Oxford University Press, 2003.
27. Bulakh I. Y., Liakh Y. Y., Martseniuk V. P., Khaimzon I. Y. Medical Informatics. Kyiv: Medicine Publishing, 2018.
28. Chalyi A. (Ed.) Medical and Biological Physics (Textbook for Students of Higher Medical Institutions). Vinnytsia: Nova Knyha, 2017.
29. Chalyi A. V., Deluka P. M. Fulbright program builds bridges between leading American and Ukrainian universities in the study of medical physics and biomedical engineering. *Fulbright Newsletter*. 1999. № 4. P. 8–11.
30. Chalyi A. V., Deluka P. M. Training in medical physics at the University Wisconsin-Madison and concepts of teaching medical physics at the higher medical school of Ukraine. *International Conference on Physics of Biological Systems*. Kyiv, 1998. P. 15–16.
31. Cotterill R. Biophysics. An Introduction. New York: John Wiley & Sons, 2003.
32. Curriculum. *Aristotle University of Thessaloniki*. URL: <https://aristotlemedical.edu.gr/> (дата звернення: 22.05.2021).
33. Curriculum. *National and Kapodistrian University of Athens*. URL: https://school.med.uoa.gr/fileadmin/depts/med.uoa.gr/school/uploads/Odigos_Spoydon/Odigos_Spoydon_2020-2021.pdf (дата звернення: 20.05.2021).
34. Curriculum 1 year 2020–2021 UMCH. URL: https://edu.umch.de/wpcontent/uploads/2021/02/UMCH_Curriculum_2020-2026-5-1.pdf (дата звернення 24.04.2021).
35. Curriculum 6-year MD. *Uniwersytet Medyczny w Łodzi*. URL: <https://studymed.umed.pl/programs/6-year-md-program/curriculum/> (дата звернення 26.04.2021).
36. Curriculum. *Pavol Jozef Šafárik University in Košice*. URL: https://www.upjs.sk/public/media/20498/GM_2020-2021.pdf (дата звернення 03.06.2021).
37. Descriptions of courses 2020–2021. *Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu*. URL: <https://www.ed.umed.wroc.pl/medicine-desc-course-2020-21> (дата звернення 26.04.2021).

38. ECTS key features. *European Commission*. URL: https://ec.europa.eu/assets/eac/education/ects/users-guide/key-features_en.htm#ectsTop (дата звернення: 22.05.2021).
39. First Faculty of Medicine. *Charles University (main page)*. URL: <https://en.lf1.cuni.cz/> (дата звернення 03.06.2021).
40. Hill A. B. *A Short Textbook of Medical Statistics*. London: Hodder and Stouglston, 1977.
41. Hobbie R. K. *Intermediate Physics for Medicine and Biology*. New York, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1997.
42. Jekel J. F., Ketz D. L., Elmore J. G., Dorothea M. J. *Epidemiology, Biostatistics, and Preventive Medicine*. Philadelphia: Saunders Elsevier, 2007.
43. Ledley R. S., Lusted L. B. Reasoning Foundations of Medical Diagnosis. *Science*. 1959. Vol. 130. Issue 3366. P. 9–21. DOI: 10.1126/science.130.3366.9
44. Maroti P., Berkes I., Tolgyesi F. *Biophysics Problems. A Textbook with Answers*. Budapest: Akademiai Kiado, 1998.
45. Medical informatics at UMCH. URL: <https://edu.umch.de/en/medical-informatics/> (дата звернення 24.04.2021).
46. Modulplan 1. Studienjahr (Medizinische Fakultät Mannheim). URL: https://www.umm.uni-heidelberg.de/fileadmin/medma/studium/modulplan_grundstudium_jahr_1.JPG (дата звернення 03.06.2021).
47. Nolting B. *Methods of Modern Biophysics*. Berlin: Springer-Verlag, Heidelberg, 2006.
48. School of Medicine of National and Kapodistrian University of Athens. URL: https://www.uoa.gr/scholes_kai_tmimata/epistimon_ugeias/ (дата звернення: 20.05.2021).
49. School of Medicine. *Aristotle University of Thessaloniki*. URL: <http://www.health.auth.gr/> (дата звернення: 22.05.2021)
50. Shortliffe E. H., Perault L. E., Wiederhold G., Fagan L. M. (Eds.). *Medical Informatics. Computer applications in health care and biomedicine*. New York: Springer-Verlag, 2001.
51. Study plans for academic year 2020/2021. URL: <https://en.lf1.cuni.cz/study-plans-for-academic-year-20192020> (дата звернення 03.06.2021).
52. Study programme 1st year. *Slovak Medical Unicersity in Bratislava*. URL: http://www.szu.sk/userfiles/file/Eng/LF/2019/GM_study_programm.pdf (дата звернення 03.06.2021).
53. The Medical Faculty of Heidelberg (main page). URL: <http://www.medizinische-fakultaet-hd.uni-heidelberg.de/index.php?id=2&L=en> (дата звернення 24.04.2021).
54. Top 10 German Univesities to study Medicine. URL: <https://www.studying-in-germany.org/top-german-universities-to-study-medicine/> (дата звернення 24.04.2021).
55. University Targu Mures Medical Campus Hamburg (UMCH main page). URL: <https://edu.umch.de/en> (дата звернення 24.04.2021).

References

- Lichkovsky, E. I., Timanyuk, V. O. (2014). *Biofizika. Fizichni osnovi analizu ta metrologiya [Biophysics. Physical bases of analysis and metrology]*. Nova Kniga.
- Bulavin, L. A., Grechko, L. G., Lerman, L. B., Chalyi, O. V. (2011). *Medichna fizika. Dinamichni ta statistichni modeli [Medical physics. Dynamic and statistical models]*. VPC «Kiyivskij universitet».
- Bulah, I. Ye., Vojtenko, L. P., Mruga, M. R., Alita, O. S., Zhegrij, T. I., Krivenko, I. P., Sluhaj, T. S., Shilo, I. M. (2012). *Medichna informatika v modulyah [Medical informatics in modules]*. Medicina.
- Gur'yanov, V. G., Lyah, Yu. Ye., Parij, V. D., Korotkij, O. V., Chalyi, O. V., Chalyi, K. O., Cehmister, Ya. V. (2018). *Posibnik z biostatistiki. Analiz rezultativ medichnih doslidzhen u paketi EZR (R-statistics) [Handbook of Biostatistics. Analysis of the results of medical research in the package EZR (R-statistics)]*. Vistka.
- Zima, V. L. (2001). *Biofizika. Zbirnik zadach [Biophysics. Collection of tasks]*. Visha shkola.
- Katedra Medicinska informatika, biostatistika i elektronno obuchenie [Department of Medical Informatics, Biostatistics and e-learning]. *Medical University – Plovdiv*. <https://mu-plovdiv.bg/fakulteti/obshtestvenozdrave/katedri/meditsinska-informatika-biostatistika-el-obuchenie/>
- Department of Medical Physics and Biophysics. *Medical University – Plovdiv*. <https://mu-plovdiv.bg/fakulteti/farmatsevtichen/katedri/meditsinska-fizika-biofizika/>
- Kostyuk, P. G., Zima, V. L., Magura, I. S., Miroshnichenko, M. S., Shuba, M. F. (2008). *Biofizika [Biophysics]*. VPC «Kiyivskij universitet».
- Lopushanskij, Ya. (2006). *Zbirnik zadach i zapitan z medichnoyi i biologichnoyi fiziki [Collection of problems and questions in medical and biological physics]*. Naukove tovaristvo imeni Tarasa Shevchenka.
- Medicinski universitet – Sofiya [Medical University – Sofia]*. <https://www.mu-sofia.bg/obuchenie/narychnik-pyrvokursnika/medicinski-fakultet/>
- Medicinski fakultet pri Medicinski universitet – Sofiya [Medical Faculty at the Medical University – Sofia]*. https://medfac.mu-sofia.com/index.php?page_id=241&lang=bg/
- Chalyi, O. V. (Ed.) (2017). *Medichna i biologichna fizika (pidruchnik dlya studentiv vishih medichnih (farmaceutichnih)*

- zakladiv) [Medical and biological physics (textbook for students of higher medical (pharmaceutical) institutions)]. Nova Kniga.
- Chalyi, O. V. (Ed.) (2003). *Medichna i biologichna fizika. Praktikum* [Medical and biological physics. Workshop]. Kniga plyus.
- Medichna osvita v Nimechchini [Medical education in Germany]. <https://studysou.ua/ua/news/med-obrazovanie-v-germanii#>
- Medichna osvita v Slovachchini [Medical education in Slovakia]. <https://slovakstudy.com/uk/ru-medicinskoe-obrazovanie-v-slovakii-uk-medichna-osvita-v-slovachchini/>
- Medichne navchannya v Polshi [Medical training in Poland]. <https://entrant.eu/medichne-navchannya/>
- Mincer, O. P., Voronenko, Yu. V., Vlasov, V. V. (2003). *Obroblennya klinichnih i eksperimentalnih danih u medicini* [Processing of clinical and experimental data in medicine]. Visha shkola.
- Remizov, A. N. (1996). *Medicinskaya i biologicheskaya fizika* [Medical and biological physics]. Vysshaya shkola.
- Sergienko, V. I., Bondareva, I. B. (2000). *Matematicheskaya statistika v klinicheskikh issledovaniyah* [Mathematical statistics in clinical research]. GEOTAR MED.
- Timanyuk, V. A., Zhivotnova, E. N. (2003). *Biofizika* [Biophysics]. NFAU.
- Uchebni planove i programi [Curricula and programs]. *Medical University – Plovdiv*. <https://mu-plovdiv.bg/studenti/programi-grafitsi/uchebni-planove-programi-spetsialnosti/>
- Chalyi, O. V., Dyakov, V. A., Hayimzon, I. I. (1993). *Osnovi informatiki* [Fundamentals of computer science]. Visha shkola.
- Chalyi, A. V. (1997). *Neravnovesnye processy v fizike i biologii* [Non-equilibrium processes in physics and biology]. Naukova Dumka.
- Yak otrimati medichnu osvitu v Chehiyi [How to get a medical education in the Czech Republic]. <https://migrant.biz.ua/chexiya/navchannya-cz/otrymaty-medychnu-osvitu.html>
- 1st year curriculum. *Warszawski uniwersytet medyczny*. URL: https://ed.wum.edu.pl/wp-content/uploads/2020/10/zbi%C3%B3r-1-rok-6-20_21-1.pdf (дата звернення 26.04.2021).
- Bland, M. (2003). *An Introduction to Medical Statistics*. Oxford University Press.
- Bulakh, I. Y., Liakh, Y. Y., Martseniuk, V. P., Khaimzon, I. Y. (2018). *Medical Informatics*. Medicine Publishing.
- Chalyi, A. (Ed.) (2017). *Medical and Biological Physics (Textbook for Students of Higher Medical Institutions)*. Nova Knyha.
- Chalyi, A. V., Deluka, P. M. (1999). Fulbright program builds bridges between leading American and Ukrainian universities in the study of medical physics and biomedical engineering. *Fulbright Newsletter*, 4, 8–11.
- Chalyi, A. V., Deluka, P. M. (1998). Training in medical physics at the University Wisconsin-Madison and concepts of teaching medical physics at the higher medical school of Ukraine. In *International Conference on Physics of Biologicial Systems*, (pp. 15–16).
- Cotterill, R. (2003). *Biophysics. An Introduction*. John Wiley & Sons.
- Curriculum. *Aristotle University of Thessaloniki*. <https://aristotlemedical.edu.gr/>
- Curriculum. *National and Kapodistrian University of Athens*. https://school.med.uoa.gr/fileadmin/depts/med.uoa.gr/school/uploads/Odigos_Spoydon/Odigos_Spoydon_2020-2021.pdf
- Curriculum 1 year 2020–2021 UMCH. https://edu.umch.de/wpcontent/uploads/2021/02/UMCH_Curriculum_2020-2026-5-1.pdf
- Curriculum 6-year MD. *Uniwersytet Medyczny w Łodzi*. <https://studymed.umed.pl/programs/6-year-md-program/curriculum/>
- Curriculum. *Pavol Jozef Šafárik University in Košice*. https://www.upjs.sk/public/media/20498/GM_2020-2021.pdf
- Descriptions of courses 2020–2021. *Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu*. <https://www.ed.umed.wroc.pl/medicine-desc-course-2020-21>
- ECTS key features. *European Commission*. https://ec.europa.eu/assets/eac/education/ects/users-guide/key-features_en.htm#ectsTop
- First Faculty of Medicine. *Charles University (main page)*. <https://en.lf1.cuni.cz/>
- Hill, A. B. (1977). *A Short Textbook of Medical Statistics*. Hodder and Stouglston.
- Hobbie, R. K. (1997). *Intermediate Physics for Medicine and Biology*. Springer-Verlag.
- Jekel, J. F., Ketz, D. L., Elmore, J. G., Dorothea, M. J. (2007). *Epidemiology, Biostatistics, and Preventive Medicine*. Saunders Elsevier.
- Ledley, R. S., Lusted, L. B. (1959). Reasoning Foundations of Medical Diagnosis. *Science*, 130 (3366), 9–21. 10.1126/science.130.3366.9
- Maroti, P., Berkes, I., Tolgyesi, F. (1998). *Biophysics Problems. A Textbook with Answers*. Akademiai Kiado.
- Medical informatics at UMCH. <https://edu.umch.de/en/medical-informatics/>
- Modulplan 1. Studienjahr. *Medizinische Fakultät Mannheim*. https://www.umm.uni-heidelberg.de/fileadmin/medma/studium/modulplan_grundstudium_jahr_1.JPG
- Nolting, B. (2006). *Methods of Modern Biophysics*. Springer-Verlag.

- School of Medicine of National and Kapodistrian University of Athens. https://www.uoa.gr/scholes_kai_tmimata/epistimon_ygeias/
- School of Medicine. Aristotle University of Thessaloniki. <http://www.health.auth.gr/>
- Shortliffe, E. H., Perault, L. E., Wiederhold, G., Fagan, L. M. (Eds.) (2001). *Medical Informatics. Computer applications in health care and biomedicine*. Springer-Verlag.
- Study plans for academic year 2020/2021. <https://en.lf1.cuni.cz/study-plans-for-academic-year-20192020>
- Study programme 1st year. Slovak Medical University in Bratislava. http://www.szu.sk/userfiles/file/Eng/LF/2019/GM_study_programm.pdf
- The Medical Faculty of Heidelberg (main page). <http://www.medizinische-fakultaet-hd.uni-heidelberg.de/index.php?id=2&L=en>
- Top 10 German Universities to study Medicine. <https://www.studying-in-germany.org/top-german-universities-to-study-medicine/>
- University Targu Mures Medical Campus Hamburg (UMCH). <https://edu.umch.de/en>

Стаття надійшла до редакції 28.06.2021

Прийнято до друку 28.10.2021

ПРЕПОДАВАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ И БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ И МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАТИКИ В ЕВРОПЕЙСКИХ УНИВЕРСИТЕТАХ

Чалый Александр, доктор физико-математических наук, профессор,
член-корреспондент АПН Украины,
заведующий кафедрой медицинской и биологической физики и информатики,
Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, avchalyi7@gmail.com

Любчик Елена, кандидат физико-математических наук,
старший преподаватель кафедры медицинской и биологической физики и информатики,
Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, mbf@nmu.ua

Чалый Кирилл, доктор физико-математических наук, профессор,
профессор кафедры медицинской и биологической физики и информатики,
Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, kirchal@univ.kiev.ua

Чайка Елена, кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры медицинской и биологической физики и информатики,
Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, mbf@nmu.ua

Кривенко Инна, кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры медицинской и биологической физики и информатики,
Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, innakri18@gmail.com

Гриценко Наталья, старший преподаватель кафедры медицинской и биологической физики и информатики, Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, mbf@nmu.ua

Криштопа Альбина, старший преподаватель кафедры медицинской и биологической физики и информатики, Национальный медицинский университет имени А. А. Богомольца,
просп. Победы, 34, 01601 Киев, Украина, lla335578@gmail.com

Сысоев Алексей, кандидат экономических наук,
руководитель департамента лицензирования и аккредитации,
Киевский международный университет,
ул. Львовская, 49, 03179 Киев, Украина, 4998858@gmail.com

В этой обзорной статье обсуждаются некоторые проблемы, связанные с преподаванием фундаментальных для медицинского образования дисциплин «Медицинская и биологическая физика» и «Медицинская

информатика» в 10 университетах 7 европейских стран. Проведено сравнение организации преподавания этих естественнонаучных дисциплин (в частности, объема аудиторных часов) в Национальном медицинском университете имени А. А. Богомольца и других европейских медицинских университетах для специальности «Медицина». Установлено, что в абсолютном большинстве (в 8 из 9 европейских университетах) на изучение обязательных физических дисциплин отводится больше аудиторных часов (для некоторых университетов в 2–3 раза больше), чем в Национальном медицинском университете имени А. А. Богомольца. Дисциплина «Медицинская информатика и основы научных исследований» утверждена в рабочем учебном плане Национального медицинского университета имени А. А. Богомольца на 2021–2022 учебный год не как обязательная нормативная дисциплина, а как вариативная дисциплина, которую студенты могут выбрать с априорной вероятностью, равной 0,5. Подчеркнуто значение преподавания дисциплин «Медицинская и биологическая физика» и «Медицинская информатика» как неотъемлемой интегральной части медицинской отрасли и медицинского образования. Учитывая перспективы углубления интеграции медицинского образования Украины в Европейское образовательное пространство и в целях обеспечения качественной подготовки будущих врачей и создание предпосылок для академической мобильности студентов, обоснована целесообразность приведения объема аудиторных часов и приоритетности преподавания дисциплин «Медицинская и биологическая физика» и «Медицинская информатика» в Национальном медицинском университете имени А. А. Богомольца в соответствии с выявленными типичными диапазонами часов в учебных планах подавляющего большинства профильных факультетов ряда университетов ведущих европейских стран.

TEACHING OF MEDICAL AND BIOLOGICAL PHYSICS AND MEDICAL INFORMATICS IN EUROPEAN UNIVERSITIES

Chalyi Alexander, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics, Professor,
Corresponding Member of the National Academy of Educational Sciences of Ukraine,
Head of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, avchalyi7@gmail.com

Lyubchyk Olena, PhD in Physics and Mathematics,
Senior lecturer of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, mbf@nmu.ua

Chalyi Kyrylo, Doctor of Sciences in Physics and Mathematics,
Professor of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, kirchal@univ.kiev.ua

Chaika Olena, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, mbf@nmu.ua

Kryvenko Inna, PhD in Education, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, mbf@nmu.ua

Gritsenko Natalia, Senior lecturer of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, mbf@nmu.ua

Kryshtopa Albina, Senior lecturer of the Department of Medical and Biological Physics and Computer Science,
Bogomolets National Medical University,
34 Peremogy avenue, 01601 Kyiv, Ukraine, alla335578@gmail.com

Sysoiev Oleksii, PhD in Economy,
Head of the Department of Licensing and Accreditation, Kyiv International University,
49 Lvivska Str., 03179 Kyiv, Ukraine, 4998858@gmail.com

This review article discusses some of the problems associated with teaching fundamental medical disciplines «Medical and Biological Physics» and «Medical Informatics» in 10 universities from 7 European countries. A comparison is made

of the organization of teaching these natural disciplines (in particular, the volume of classroom hours) at the Bogomolets National Medical University and other European medical universities for the specialty «Medicine». It was found that in the absolute majority of 8 out of 9 European universities (medical faculties) more classroom hours are allocated for the study of obligatory physical disciplines (for some universities 2–3 times more) than at the Bogomolets National Medical University. The discipline «Medical Informatics and Foundations of Scientific Research» is approved in the working curriculum of the Bogomolets National Medical University for the 2021-2022 academic year not as obligatory, but as a variable discipline which students of the 1st year of study can choose with a prior probability that is equal to 0.5. The importance of teaching the disciplines «Medical and biological physics» and «Medical informatics» as an integral part of the medical industry and medical education is emphasized. It is these directions of science and technology as well as academic disciplines (together with biomedical engineering) that provided a reliable basis to create precision and high-tech medical equipment for diagnostics and treatment, ranging from X-ray and cardiography devices and ending at the moment with the Da Vinci surgical robotic system for minimally invasive interventions, as well as medical imaging system using combined positron emission tomography and magnetic resonance imaging.