

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ФАКУЛЬТЕТ БІОМЕДИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Факультету біомедичної інженерії

Протокол № 6 від «23» «січня» 2020 р.

Голова вченої ради В.Б. Максименко

м.п.



ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітню програму підготовки магістра
«Регенеративна та біофармацевтична інженерія»

за спеціальністю 163 Біомедична інженерія

Програму рекомендовано кафедрою

Трансляційної медичної біоінженерії

Протокол № 6 від «23» «січня» 2020 р.

В.о. завідувача кафедри О.Ю. Галкін

Київ – 2020

ВСТУП

Прийом на навчання на освітньо-професійну програму другого (магістерського) рівня вищої освіти «Регенеративна та біофармацевтична інженерія» за спеціальністю 163 «Біомедична інженерія» проводиться для абітурієнтів, що здобули перший (бакалаврський) рівень вищої освіти за освітньою програмою спеціальності 163 «Біомедична інженерія», а також споріднених спеціальностей (за умови позитивного результату додаткового випробування).

Метою комплексного фахового випробування є оцінювання рівня знань абітурієнтів з дисциплін, що мають найбільш важливе значення для формування фахових компетентностей. Комплексне фахове випробування за формою являє собою письмовий екзамен з наступних дисципліни: Біохімія, Біофізика, Основи біомедичної інженерії (Медична біотехнологія). Фахове вступне випробування триває 2 академічні години (90 хвилин) – без перерви. Екзаменаційний білет містить три теоретичні питання – по кожній із дисциплін.

ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Біохімія

Предмет та задачі біохімії. Основні поняття біохімії. Історія біохімії, розвиток біохімії на Україні, видатні вчені-біохіміки. Молекулярні основи життєдіяльності, принципи молекулярної організації та функціонування живої природи. Біомолекули та клітини. Хімічний склад живих організмів.

Амінокислоти та білки. Будова амінокислот. Стереοізомерія. Класифікація амінокислот на основі хімічної будови R-груп та їх полярності. Характеристика амінокислот, які входять до складу білків. Характеристичні реакції на амінокислоти. Кислотно-основні та електрохімічні властивості амінокислот. Пептиди: будова, класифікація та хімічні властивості. Біологічна активність пептидів. Деякі природні пептиди. Класифікація білків та їх біологічні функції. Структурна організація молекул білка: первинна, вторинна, надвторинна,

супервторинна, третинна та четвертинна структури. Фізико-хімічні та електрохімічні властивості білків. Денатурація білка. Загальна характеристика глобулярних білків. Характеристика фібрилярних білків. α -, β -кератини, колаген, еластин тощо. Складні білки: будова та біологічні властивості.

Ферменти. Класифікація і номенклатура ферментів. Будова молекул ферментів та їх загальні властивості (специфічність, каталітична ефективність, лабільність, здатність до регуляції). Кофактори і коферменти. Алостеричні ферменти, ізоферменти, ферментні комплекси. Будова і функції окремих коферментів і простетичних груп.

Вітаміни та біорегулятори природнього походження. Фізіологічно активні сполуки – біологічна значення та класифікація. Вітаміни – класифікація, будова функціональні особливості. Жиророзчинні вітаміни (групи А, Е, К, D, F, убіхінони): хімічна природа, біологічна роль та розповсюдженість в природі. Водорозчинні вітаміни (РР, Р, С, Н та група В): хімічна природа, біологічна роль та розповсюдженість в природі. Методи визначення вітамінів. Простагландини та лейкотрієни. Поняття про гормони – будова та функціональне значення для організму. Алкалоїди – біологічна активність та токсичність.

Нуклеїнові кислоти – полінуклеотиди, біополімери, що зберігають, передають спадкову інформацію та приймають участь в біосинтезі р-РНК, т-РНК, їх структурна організація та біологічна роль. Олігонуклеотиди та полінуклеотиди. Нуклеозиди та нуклеотиди. Будова та біологічна роль нуклеїнових кислот. Структура нуклеотидів – складових компонентів нуклеїнових кислот: АМФ, ГМФ, УМФ, ЦМФ, д-ТМФ. Будова та значення 3',5'-ц-АМФ, його роль в дії гормонів на клітини. Фосфорильовані похідні нуклеотидів, значення АДФ та АТФ.

Біологічні мембрани. Основні закономірності обміну речовин. Біохімічні функції мембран. Рідинно-мозаїчна модель біомембран, ліпіди мембран. Види транспорту речовин через мембрани. Біохімічні механізми регуляції обмінних процесів. Рівні регуляції обмінних процесів. Зберігання та передача інформації в біологічних системах.

Обмін речовин. Спільні шляхи метаболізму речовин. Окиснювальне декарбоксілювання пірувату. Будова мультиферментного комплексу пірувадегідрогенази (ПДГ). Цикл трикарбонових кислот Кребса, хімізм, значення, енергетичний баланс. Історія розвитку вчення про біологічне окиснення.

Біоенергетика. Макроергічні сполуки, їх біологічне значення. Окиснювальне фосфорилування. Макроергічні сполуки, їх біологічне значення. Тканинне дихання. Будова та значення мітохондрій. Редокспотенціал та його значення. Утворення води та вуглекислого газу в тканинах шляхом простого та окиснювального декарбоксілювання. Утворення пероксиду водню та роль допоміжних ферментів в його знешкодженні. Окиснювальне фосфорилування. Будова АТФази.

Метаболізм вуглеводів. Анаеробний обмін вуглеводів. Механізми гліколізу і глікогенолізу, біологічне значення, енергетичний баланс цих процесів, субстратне фосфорилування, регуляція гліколізу. Обмін молочної кислоти у тканинах. Аеробне окиснення глюкози. Енергетичний баланс повного аеробного окиснення вуглеводів до вуглекислого газу та води. Пентозофосфатний шлях обміну вуглеводів, його значення, регуляція.

Метаболізм ліпідів. Обмін ліпідів: розщеплення тригліцеридів у тканинах, мобілізація жирних кислот із жирових депо та їх окиснення. Біосинтез вищих жирних кислот, тригліцеридів, фосфоліпідів та холестерину. Стерини та стериди. Біотрансформація холестерину та його біологічне значення

Метаболізм білків. Обмін білків як центральний процес живої матерії. Динамічний стан білків тіла. Азотистий баланс. Біологічна цінність білків. Замінні та незамінні амінокислоти. Норма білку. Білкові резерви. Проміжний обмін простих білків. Особливості обміну амінокислот та біологічне значення окремих амінокислот.

Біохімія гормональної регуляції. Загальні відомості про гормони. Класифікація гормонів за хімічною природою. Аденілатциклазний та фосфоінозитидний механізм реалізації дії гормонів. Гормони гіпоталамуса.

Гормони гіпофіза. Структура та біологічна роль гормонів щитовидної залози, катехоламінів, гормонів підшлункової залози та стероїдних гормонів.

Біофізика

Предмет та задачі біофізики. Предмет біофізики. Задачі біофізики. Зв'язок біофізики з іншими дисциплінами. Історія біофізики. Внесок вітчизняних вчених в розвиток біофізики.

Термодинаміка біологічних процесів. Типи термодинамічних систем. Перший закон термодинаміки. Перетворення енергії в організмі. Дихальний калориметр. Теорія теплової смерті. Закон Гесса. Другий закон термодинаміки. Статистичний характер ентропії. Рівняння Онзагера. Термодинамічний потенціал. Дисипативні структури. Негентропія.

Фізика макромолекул. Еластичність. Конформація. Конфігурація. Типи зв'язків та взаємодій в біологічно важливих молекулах. Фізика білка. Особливості структури білка. Просторова організація білків. Домени. Фізика нуклеїнових кислот. Первинна структура ДНК. Поліморфізм вторинної структури ДНК. Кільцева замкнута форма ДНК. Роль води в структурі біополімерів.

Фізика мембран. Біологічні функції, склад та структура мембран. Біохімічний склад. Рідинно-мозаїчна концепція. Рецепція, електрична збудливість. Пружні властивості. Флексоелектричні ефекти. Фазові переходи.

Вільні радикали. Стабільні та нестабільні радикали. Аніон та катіон радикали. Перекисні радикали. Одновалентний шлях відновлення кисню. Вільнорадикальне перекисне окиснення. Ініціювання ланцюга. Продовження ланцюга. Вироджене розгалуження. Обрив ланцюга. Активні форми азоту. Антиоксиданти. Біологічна дозиметрія.

Фізика м'язового скорочення та механохімічні процеси. Структура м'яза. Послідовність фізичних процесів при функціонуванні м'яза. Механічні властивості м'яза. Схема установки для вивчення скорочення м'яза. Теорія м'язового скорочення. Механохімічні процеси.

Біомеханіка серцево-судинної системи. В'язкі властивості крові. Визначення в'язкості. Тіксотропні властивості крові. Гідродинамічні параметри кровообігу.

Біоакустика. Фізика слуху. Закон Вебера-Фехнера. Закон Стівенса. Слуховий апарат людини. Зовнішнє, середнє і внутрішнє вухо. Розповсюдження звукових хвиль у внутрішньому вусі. Механоелектрична та цитохімічна теорії.

Фотобіологічні процеси. Фотосинтез. Фототаксис. Фототропізм. Поглинання кванта світла. Фотохімічні реакції. Основні закони фотохімії. Квантовий вихід фотохімічних реакцій. Спектр дії фотохімічних реакцій. Фотоприєднання. Фотоокисдування. Фотогідратація. Фоторозпад. Фотосенсибілізація. Фотоізомеризація. Внутрішньомолекулярні та міжмолекулярні процеси розміну енергії в фотобіологічних процесах. Міжмолекулярний перенос енергії.

Визначення біоелектричного потенціалу та його взаємозв'язок з метаболічними процесами. Електричні та магнітні властивості тканин організму. Дифузний потенціал. Мембранний потенціал. Біопотенціал дії. Вимірювання мембранного струму. Проведення збудження. Електричний генератор струму. Диполі. Моделі електромагнітних взаємодій. Магнітні властивості тканин організму. Поля біоелектричних генераторів. Поля мікроскопічних магнітних частинок. Поля, що виникають в результаті неоднорідного магнітного сприймання. Співвідношення між магнітними та електричними полями.

Біофізичні аспекти впливу електромагнітного опромінювання. Фізичні характеристики неіонізуючих електромагнітних полів. Особливості проникнення випромінювання та взаємодія електромагнітних полів радіохвиль з організмом. Нетеплові ефекти. Теплові ефекти.

Основи біомедичної інженерії (Медична біотехнологія)

Вступ до біомедичної інженерії та медичної біотехнології. Характеристика галузі. Основні напрямки розвитку біомедичної інженерії та медичних біотехнологій. Виникнення та основні етапи розвитку біотехнології. Особливості та відмінності біотехнологій у порівнянні з іншими технологічними процесами. Базова термінологія. Принципи класифікації та приклади класифікацій біотехнологічних процесів.

Теоретичне обґрунтування використання клітинної терапії. Етапи розвитку клітинної та тканинної терапії. Розвиток сучасної клітинної терапії. Клітинна трансплантологія: етапи, ускладнення. Морфологія клітини. Методи вивчення клітин.

Біомембрани: структура та участь у взаємодіях. Структура мембран. Хімічний склад мембран. Основні властивості. Кількісні характеристики. Функції мембран.

Структура і організація імунної системи. Основи імунітету. Центральні органи імуногенезу. Основи імунітету. Клітинні та гуморальні фактори імунітету. Характеристика імунної відповіді, імунологічна пам'ять. Функціональна структура антитіл.

Створення клітинних систем на основі клітинних взаємодій. Технології отримання моноклональних антитіл. Антитіла, їх синтез. Історія створення метода моноклональних антитіл. Отримання моноклональних антитіл. Клонування гібридомних клітин. Масове продукування антитіл. Очищення антитіл. Сфери застосування моноклональних антитіл: діагностика та терапія захворювань людини, аналітичні аспекти.

Стовбурові клітини. Теоретичні основи використання стовбурових клітин. Сучасні класифікації стовбурових клітин. Джерела стовбурових клітин. Отримання стовбурових клітин для використання у клініці. Банки пуповинної крові. Роль ембріональних стовбурових клітин в кардіоміогенезі

Системи тканин як об'єкти медичних біотехнологій. Види та проліферативні властивості тканин. Репаративні властивості тканин. Гістогенез основних тканин організму. Тканинна інженерія. Класи біоматеріалів, що використовують в тканинній інженерії. Сучасні можливості тканинної інженерії. Створення штучних органів. Біопротези клапанів серця.

Технології культивування тваринних клітин і тканин людини. Мета та задачі культивування. Культура тканин та клітин. Отримання та використання культур клітин людини. Типи культивуємих клітин. Транспортування і зберігання клітинних культур. Отримання пухлинних клітин.

Системи і апарати для культивування клітин людини. Основні напрямки культивування клітин в лабораторних умовах. Культивування клітин в біотехнологічній промисловості. Біореактор, його технічна характеристика. Характеристика біореактора в залежності від фази біотехнологічного процесу.

Організація генетичного матеріалу людини. Молекулярна біотехнологія. Виникнення та розвиток молекулярної біотехнології. Перспективи і проблеми. Геном людини: основні риси організації. Поліморфні маркери ДНК. Біологічні системи в молекулярній біотехнології: прокаріоти та еукаріоти. *Esherichia coli*. *Saccharomyces cervisiae*. Культури еукаріот.

Молекулярні механізми мінливості. Спадкові хвороби людини: сучасний стан та перспективи генної інженерії. Основні групи мутагенів: фізичні, хімічні, біологічні. Основні положення мутаційної теорії. Принципи класифікації мутацій (за типом клітин, за ступенем впливу на генотип, за ступенем впливу на життєздатність організму тощо).

Генна інженерія: проблеми та перспективи. Генна інженерія: історія розвитку, можливості, методи. Основні групи ферментів. Рестриктази. Метод рестриктазного картування, прийоми.

Технологія конструювання рекомбінантної ДНК. Основні методи конструювання рекомбінантної ДНК: рестриктазно-лігазний, коннекторний, зшивка ферментів із різними липкими кінцями. Визначення нуклеотидної

послідовності (секвенування ДНК). Методи: хімічний, ферментативний, гібридизація. Блотинг.

Основні методи введення рекомбінантного гену в клітину. Клонування *in vivo*. Геномна бібліотека. Введення рекомбінантного гену: векторний та прямий способи. Векторна ДНК, склад. Типи векторів: бактеріальні плазміди, віруси, косміди, фасміди, вірусоїди.

ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

На комплексному фаховому випробуванні абітурієнт отримує екзаменаційний білет, який включає три теоретичні питання однакової складності (з кожної з дисциплін). Кінцева оцінка визначається як сума балів набраних за відповіді на кожне з трьох питань екзаменаційного білету. При перевірці завдань застосовують критерії оцінювання, при розробці яких береться за основу повнота, логічність та правильність розкриття питання. Максимальний ваговий бал для питань першого та другого – 33, для третього – 34.

Критерій оцінювання питання та кількість балів:

- повна відповідь з поясненнями (не менше 90% потрібної інформації), не містить зайвої інформації – 33...31 балів;
- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 80% необхідної інформації), зайвої інформації немає – 30...27 балів;
- принципово правильна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 70% необхідної інформації), є зайва інформація – 26...23 бали;
- повна відповідь з неточностями (не менше 60% потрібної інформації) – 22...20 балів;
- не повна відповідь, в якій відсутні принципові неточності (не менше 50% потрібної інформації), але є помилки – 19...17 балів;
- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принциповими неточностями (менше 50% потрібної інформації) 16...1 балів;
- відсутність відповіді – 0 балів.

Оскільки, вступний іспит до магістратури з іноземної мови проходить у форматі ЗНО та у відповідності до «Правил прийому до КПІ ім. Ігоря Сікорського в 2020 році» наводимо таблицю переведення оцінок за шкалою ECTS в 100-200 бальну (шкала відповідності оцінкам ЄВІ).

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

При проведенні комплексного фахового випробування забороняється користуватися допоміжними матеріалами.

Приклад типового завдання комплексного фахового випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Класифікація білків та їх біологічні функції.
2. Функції, склад та структура біомембран.
3. Основні методи введення рекомбінантного гену в еукаріотичну клітину: векторний та прямий способи.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Біохімія

Базова

Зіменковський Б.С., Музиченко В.А. Біоорганічна хімія. – Львів: Кварт. – 2017. – 272 с.

Миронович Л.М. Біоорганічна хімія: Скорочений курс: Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2008. – 184 с.

Мардашко О.А., Миронович Л.М., Стапанова Г.Ф. Біологічна і біоорганічна хімія: Навчальний посібник. – Київ: Каравела, 2016. – 244 с.

Губський Ю.І. Біоорганічна хімія. – Вінниця: Нова книга, 2004. – 256 с.

Гонський Я.І., Максимчук Т.П. Біохімія людини. – Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. – 736с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/287594/>

Губський Ю.І. Біологічна і біоорганічна хімія : у 2 кн. : підручник. Кн.2. Біологічна хімія. / 2-е вид, випр. – К. : ВСВ «Медицина», 2017. – 544 с.

Губський Ю.І. Біологічна хімія. Підручник. – Київ-Тернопіль: Укрмедкнига, 2000 - 508 с. Режим доступу: <https://www.twirpx.com/file/181193/>

Ленинджер А. [Электронный ресурс]: Основы биохимии. – М.: Мир, 1985. – Том 1. – 365 с. Режим доступу: http://d.theupload.info/download/5sdxgtjvgzvwzg5dcr57qeur3yfkdmu8/lenindzher_a_osnovy_biohimii_v_3-h_t_t_1.djvu

Ленинджер А. [Электронный ресурс]: Основы биохимии. - М.: Мир, 1985. – Том 2. – 369 с. Режим доступу: http://d.theupload.info/download/q8d6vsji1qs13f4qiwmmeje61q87lnx1/lenindzher_a_osnovy_biohimii_v_3-h_t_t_2.djvu

Ленинджер А. [Электронный ресурс]: Основы биохимии. - М.: Мир, 1985. – Том 3. – 321 с. Режим доступу: http://d.theupload.info/download/jxzy4mhmfw0352zzvcixyigk5i82o42w/lenindzher_a_osnovy_biohimii_v_3-h_t_t_3.djvu

Додаткова

Овчинников Ю.А. Биорганическая химия Москва, "Просвещение" 1987.- 816 с.

Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Биорганическая химия. - М., Медицина, 2008. – 584 с.

Чирва В.Я., Ярмолюк С.М., Толкачова Н.В., Земляков О.Є. Органічна хімія: Підручник. – Львів: Бак, 2009. – 996 с.

Биохимия [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ под ред. Е.С.Северина - 5-е изд., - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. - 768 с. - Режим доступу: <http://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>

Кольман Я., Рем К.-Г [Электронный ресурс] Наглядная биохимия. – М.: Мир – 2000. - 463 с.- Режим доступу: http://www.ph4s.ru/book_him_bio.html

Кнорре Д.Г., Мызина С.Д. Биологическая химия. -М., 2000. – 468 с.

Біофізика

Базова

Костюк П.Г. Біофізика : підручник для студ. біологічних спец. вищих навч. заклад. / П.Г. Костюк [та ін.] ; Київський нац. ун-т імені Тараса Шевченка. - К.: Обереги, 2001. - 544 с.

Рубин А. Б. Том 1 - Теоретическая биофизика . - М. : Книжный дом «Университет», 2000. - 468 с. // <http://www.twirpx.com/file/61321/>

Рубин А. Б. Т. 2 : Биофизика клеточных процессов. - М. : Книжный дом «Университет», 1999. - 448 с. // <http://www.twirpx.com/file/61322/>

Тиманюк В. А. – Биофизика. - Национальный фармацевтический ун-т. - Х.: Издательство НФАУ : Золотые страницы, 2003. - 702 с. // <http://www.twirpx.com/file/216571/>

Додаткова

Самойлов В.О. Медицинская биофизика. - СПб.: Спецлит, 2004. - 496 с. // <http://www.twirpx.com/file/606334/>

Медична та біологічна фізика / під ред Чалого О.В. – К.: Книга плюс, 2005. - 760 с.

Ремизов А.Н. Медицинская и биологическая физика. - М.: Высшая школа, 1999. – 616 с.

Плонси Р., Барр Р. Биоэлектричество.- М.: Мир, 1991. - 366 с.

Адашевский В.М. Теоретические основы механики биосистем. Видавництво НФАУ: Харків, 2001. – 235 с.

Деев А.А. Биофизика. - М.: Медицина, 1983. – 272 с.

Генис.Р. Биомембраны. Молекулярная структура и функции. - М.: Мир, 1997. – 624 с.

Минцер О.П., Угаров Б.Н., Власов В.В. Методы обработки медицинской информации.-К: Выща шк., 1991.- 271 с.

Гродзинский Д.М. Радиобиология. - К.: Либідь, 2000. – 448 с.

Основи біомедичної інженерії (Медична біотехнологія)

Базова

Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Учебн. пособие для студ.вузов Новосибирск. – 2006. – 496 с.

Медичні біотехнології. Наглядна медична біотехнологія [Текст] : атлас для студ. напряму підготов. 6.0514 "Біотехнологія" / Нац. техн. ун-т України "Київ. політехн. ін-т" ; [уклад.: О. Ю. Галкін та ін.]. - К. : НТУУ "КПІ", 2011. - 36 с.

Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. — М.: Мир, 2002.

Бойко С.М. Вступ до біотехнології : навч. посіб. / С. М. Бойко ; Донец. нац. ун-т. - Донецьк : Донну, 2010. - 149 с.

Бекер М.Е. Введение в биотехнологию. Пер. с латыш. (Рига, 1974). – М.: «Пищевая пром-сть», 1978 – 237с.

Елинов Н.П. Основы биотехнологии. Для студентов институтов; аспирантов и практических работников. Издательская фирма «Наука» – С ПБ 1995. 600 с.

Биотехнология / М.Е. Бекер, Г.К.Лиєпиньш, Е.П.Райпулис – М :
Агропромиздат, 1990. – 334с.

Додаткова

Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. Пер. С англ. В 2-х частях. 4.2. М.: Мир, 1989. – 590 с.

Биотехнология. Принципы и применение: Пер. с англ. / Под ред. И. Хиггинса, Д. Беста и Дж. Джонса. – М.: Мир, 1988. – 480 с.

Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина І. Ферментація. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 240 с.

Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної промисловості. Технологічні розрахунки. Приклади і задачі. Частина ІІ. Обробка культуральних рідин. – Львів: Вид-во НУ “Львівська політехніка”, 2004. - 296 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ

Галкін О.Ю., д.б.н., проф.

Беспалова О.Я., к.б.н., с.н.с.

Вовянко С.І., к.б.н., доц.

Калашнікова Л.Є., к.б.н., доц.

Луценко Т.М., к.т.н.

