Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра
БІОТЕХНІКИ ТА ІНЖЕНЕРІЇ

Основи моделювання в біотехнологічній галузі

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	**Другий (магістерський)**
Галузь знань	*16 – Хімічна інженерія та біоінженерія*
Спеціальність	*162 – Біотехнології та біоінженерія*
Освітня програма	*Біотехнології*
Статус дисципліни	*Вибіркова*
Форма навчання	*Очна (денна)*
Рік підготовки, семестр	*1 курс, 2 семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити (120 годин) в т.ч. лекцій – 30 годин, практичні роботи – 20 годин, СРС – 70 годин.*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*Залік / домашня контрольна робота*
Розклад занять	*На сайтах http://roz.kpi.ua та https://schedule.kpi.ua*
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Керівник дисципліни: *к.т.н., доц. каф. БТ та І,* Костик Сергій Ігорович, 044-204-94-51, kostyksergey@ukr.net Викладачі: *ас. каф. БТ та І,* Ружанський Антон Сергійович, 044-204-94-51, anrux@protonmail.com
Розміщення курсу	*Е-Кампус, Google classroom*

Програма навчальної дисципліни

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

Дисципліна "Основи моделювання в біотехнологічній галузі" є важливим етапом у підготовці фахівців у галузі біотехнології та біоінженерії. Основним акцентом дисципліни є використання сучасної системи автоматизованого проєктування SolidWorks, що дозволяє моделювати фізичні процеси, які відбуваються в типовому біотехнологічному обладнанні. Студенти вивчають такі модулі, як SolidWorks Static Simulation для конструкційних розрахунків, SolidWorks Thermal Simulation для теплових розрахунків, SolidWorks Motion Simulation для моделювання рухомих вузлів та SolidWorks Flow Simulation для аналізу гідродинамічних процесів. Завдяки цьому дисципліна дає можливість студентам оволодіти важливими навичками, необхідними для ефективного проєктування та оптимізації біотехнологічного обладнання. Курс також надає знання щодо створення 3D моделей, розробки технічної документації та застосування математичних і комп'ютерних методів для вирішення складних інженерних задач. Студенти отримують навички оцінки результатів моделювання, перевірки адекватності моделей та прогнозування їхньої роботи в різних режимах. Вони навчаються оптимізації процесів та встановленню оптимальних параметрів для досягнення високої ефективності роботи біотехнологічних установок. Вивчення цієї дисципліни забезпечує здатність студентів здійснювати прогнозування та оптимізацію роботи біотехнологічного обладнання в різних режимах та автоматизувати виробничі процеси.

Дисципліна «Основи моделювання в біотехнологічній галузі» є складовою частиною професійно-орієнтованого циклу підготовки магістра спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія, освітньої програми «Біотехнології».

Метою вивчення дисципліни «Основи моделювання в біотехнологічній галузі» є формування у студентів здібностей: створення 3D моделей елементів конструкцій обладнання в пакеті SolidWorks; проводити моделювання на статичну міцність елементів конструкцій в додатку Static Simulation; моделювання рухомих механізмів в пакеті SolidWorks в додатку Motion; моделювання теплообміну в пакеті SolidWorks розширення Thermal Simulation; моделювання гідродинаміки в пакеті SolidWorks розширення Flow Simulation.

Відповідно до освітньої програми дисципліна має забезпечувати:

Загальні компетентності:

- Здатність проведення досліджень на відповідному рівні (ЗК 01).
- Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК 02).

Фахові компетентності:

- Здатність здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах (ФК 02).
- Здатність відбирати та аналізувати релевантні дані, у тому числі за допомогою сучасних методів аналізу даних і спеціалізованого програмного забезпечення (ФК 03).
- Здатність обґрунтовувати, реалізовувати та оптимізувати проектно-конструкторські рішення в галузі біотехнології (ФК 11).
- Здатність використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для аналізу та управління біотехнологічними об'єктами (процесами) (ФК 15).

Програмні результати навчання

- Вміти обирати та застосовувати найбільш придатні методи математичного моделювання та оптимізації при розробленні науково-технічних проектів (ПРН 04).
- Планувати та управляти науково-дослідними, науково-технічними та/або виробничими проектами у галузі біотехнології, базуючись на сучасних тенденціях розвитку науки, техніки та суспільства (ПРН 08).

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

Дисципліна «Основи моделювання в біотехнологічній галузі» є логічним продовженням дисципліни «Процеси та апарати біотехнологічних виробництв», «Устаткування виробництв галузі». Дисципліна забезпечує виконання дипломних атестаційних робіт кваліфікаційного рівня магістр.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ І. Основи обчислення та моделювання в пакеті SolidWorks.

Тема 1.1. Загальні поняття та визначення моделювання. Задачі, цілі та мета моделювання.

Тема 1.2. Істинність та адекватність моделей. Види моделювання.

Тема 1.3. Загальні відомості про SolidWorks. Основні оператори, команди та функції SolidWorks.

Тема 1.4. Створення та побудова 3D об'єктів в пакеті SolidWorks.

Тема 1.5. Створення сітки (MESH) методом кінцевих елементів в пакеті SolidWorks.

Розділ ІІ. Розширення САПР в пакеті SolidWorks.

Тема 2.1. Статичний аналіз конструкцій на міцність та стійкість в пакеті SolidWorks розширення Static Simulation.

Тема 2.2. Моделювання рухомих механізмів в пакеті SolidWorks розширення Motion.

Тема 2.3. Моделювання теплообміну в пакеті SolidWorks розширення Thermal Simulation.

Тема 2.4. Моделювання гідродинаміки в пакеті SolidWorks розширення Flow Simulation.

Модульна контрольна робота

ДКР

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базові інформаційні ресурси

1. Плашихін, С. А. (2020). SolidWorks: Комп'ютерне моделювання. Київ: Національний технічний університет України "КПІ".
2. Плашихін, С. А. (2021). SolidWorks: Практичний курс. Київ: Національний технічний університет України "КПІ".
3. Буряк, В. І., & Ковальчук, В. В. (2018). Інженерна графіка в SolidWorks. Луцьк: Луцький національний технічний університет.
4. Буряк, В. І., & Ковальчук, В. В. (2019). Основи автоматизації проектування машин. Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування.
5. Planchard, D. C. (2021). Engineering Design with SOLIDWORKS 2021: A Step-by-Step Project-Based Approach Utilizing 3D Solid Modeling. Mission, KS: SDC Publications.
6. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. (2014). *Introducing SOLIDWORKS*. Отримано з https://files.solidworks.com/pdf/introsw.pdf
7. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. (2023). *Fundamentals of 3D Design and Simulation*. Отримано з https://www.solidworks.com/sites/default/files/2023-04/Fundamentals3DDesign_SIM_ENG_SV.pdf
8. Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. (2022). *What's New SOLIDWORKS 2022*. Отримано з https://files.solidworks.com/Supportfiles/Whats_new/2022/english/whatsnew.pdf

Додаткові інформаційні ресурси

1. Tran, L. (2020). Beginner's Guide to SOLIDWORKS 2020 – Level I. Mission, KS: SDC Publications.

Інформаційні ресурси

1. YouTube канал «SolidWorks в НТУУ КПІ ім. Сікорського»: https://www.youtube.com/@Solidworks_NTUU_KPI

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Лекційні заняття спрямовані на:

- надання сучасних, цілісних, взаємозалежних знань з дисципліни **«**Розрахунок і проєктування ферментаційного обладнання**»**, рівень яких визначається цільовою установкою до кожної конкретної теми;
- забезпечення в процесі лекції творчої роботи студентів спільно з викладачем;
- виховання у студентів професійно-ділових якостей і розвиток у них самостійного творчого мислення;
- формування у студентів необхідного інтересу та надання напрямку для самостійної роботи;
- відображення методичної обробки матеріалу (виділення головних положень, висновків, рекомендацій, чітке і адекватне їх формулюваннях);
- використання для демонстрації наочних матеріалів, поєднання, по можливості їх з демонстрацією результатів і зразків;
- викладання матеріалів лекцій чіткою і якісною мовою з дотриманням структурно-логічних зв'язків, роз'яснення всіх нововведених термінів і понять;
- доступність для сприйняття даною аудиторією.

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)	Годин
1	**Лекція 1.** Моделювання, як метод пізнання навколишнього світу. Загальна характеристика методів і засобів моделювання. Істинність та адекватність моделей. Види моделювання. СРС. Роль моделювання у біотехнології. Особливості моделювання процесів біотехнології. Оцінка адекватності моделей. Література [1-6].	2
2	**Лекція 2.** Загальні відомості про SolidWorks. Основні оператори, команди та функції SolidWorks. СРС. Спеціальні оператори SolidWorks. Комбінації клавіш швидкого доступу в SolidWorks. Література [1-6].	2
3	**Лекція 3-4.** Створення та побудова 3D об'єктів в пакеті SolidWorks. Створення сітки (MESH) методом кінцевих елементів в пакеті SolidWorks. СРС. Масиви в SolidWorks. Використання різних типів елементів сітки. Література [1-6].	4
4	**Лекція 5-6.** Статичний аналіз конструкцій на міцність та стійкість в пакеті SolidWorks розширення Static Simulation. СРС. Крутний момент та розподілене навантаження в SolidWorks Simulation. Література [1-6].	4
5	**Лекція 7.** Моделювання рухомих механізмів в пакеті SolidWorks розширення Motion. СРС. Особливі оператори додатку SolidWorks Motion. Література [1-6].	2
6	**Лекція 8-9.** Моделювання теплообміну в пакеті SolidWorks розширення Thermal Simulation. Моделювання теплопровідності матеріалів і речовин. СРС. Особливі оператори додатку SolidWorks Thermal Simulation. Література [1-6].	4
7	**Лекція 10-11.** Моделювання теплообміну в пакеті SolidWorks розширення Thermal Simulation. Моделювання вільної і вимушеної конвекції. СРС. Особливі оператори додатку SolidWorks Thermal Simulation. Література [1-6].	4
8	**Лекція 12-13.** Моделювання гідродинаміки в пакеті SolidWorks розширення Flow Simulation. Гідродинаміка в каналах різної геометрії. Клапан Тесла. СРС. Особливі оператори додатку SolidWorks Flow Simulation. Література [1-6].	4
9	**Лекція 14-15.** Моделювання гідродинаміки в пакеті SolidWorks розширення Flow Simulation. Моделювання процесів перемішування. Моделювання руху рідини в реальному часі. Границя розподілу об'ємних долей газового і рідкого середовища. Моделювання гідродинамки через пористий фільтруючий шар. СРС. Особливі оператори додатку SolidWorks Flow Simulation. Література [1-6].	4
	Всього	**30**

Практичні заняття

У системі професійної підготовки студентів по дисципліні **«**Основи моделювання в біотехнологічній галузі**»**, практичні заняття займають 50 % аудиторного навантаження. Будучи доповненням до лекційного курсу, вони закладають і формують основи кваліфікації магістра по спеціальності Біотехнології та біоінженерія. Зміст цих занять і методика їх проведення повинні забезпечувати розвиток творчої активності особистості. Вони розвивають наукове мислення і здатність користуватися спеціальною термінологією, дозволяють перевірити знання, тому даний вид роботи виступає важливим засобом оперативного зворотного зв'язку.

Основні завдання циклу комп'ютерних практикумів - закріпити знання, отриманні при вивченні теоретичного курсу. Набути навичок побудову 3д-обєктів та моделювання фізичних процесів, які відбуваються в обладнанні:

- допомогти студентам систематизувати, закріпити і поглибити знання теоретичного характеру в області розрахунку ферментаційного обладнання;
- ознайомити студентів з сучасними методиками розрахунків ферментаційного обладнання;
- навчити студентів прийомам вирішення практичних завдань, сприяти оволодінню навичками та вміннями виконання розрахунки за стандартними методиками;
- навчити їх працювати з науковою та довідковою літературою і програмним забезпеченням для виконання розрахунків;
- допомогти студентам набути досвід проведення аналізу конструкцій апаратів, устаткування для реалізації механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів;
- формувати вміння вчитися самостійно, тобто опановувати методами, способами і прийомами самонавчання, саморозвитку і самоконтролю.

№ з/п	Назва практичної роботи	Кіл-ть ауд. годин
1	**Комп'ютерний практикум 1.** Вивчення основних операторів , команди та функції SolidWorks. СРС. Виконання побудови елементу конструкції за індивідуальними завданнями.	1
2	**Комп'ютерний практикум 2.** Створення та побудова простих 3D- деталей та конструкцій в пакеті SolidWorks. СРС. Виконання побудови елементу конструкції за індивідуальними завданнями.	1
3	**Комп'ютерний практикум 3.** Особливості створення сітки (MESH) методом кінцевих елементів в пакеті SolidWorks. СРС. Виконання побудови елементу конструкції за індивідуальними завданнями.	1
4	**Комп'ютерний практикум 4.** Створення рухомого механізму та визначення його кінематичних параметрів. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	1
5	**Комп'ютерний практикум 5.** Порівняльний аналіз на статичну міцність та стійкість профілів різного поперечного перерізу. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	1
6	**Комп'ютерний практикум 6.** Перевірка конструкцій обладнання чи ємнісного апарату на статичну міцність. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	2
7	**Комп'ютерний практикум 7.** Аналіз теплопровідності різних видів металів у випадку моделювання багатошарової стінки. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	2
8	**Комп'ютерний практикум 8.** Проведення термічного аналізу радіатору в умовах вільної і вимушеної конвекції. Моделювання тепловіддачі і теплопередачі. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	2
9	**Комп'ютерний практикум 9.** Визначення гідродинамічних параметрів при русі рідині в каналі змінного перетину. Перевірка рівняння нерозривності потоку і закону Бернуллі. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	2

10	**Комп'ютерний практикум 10.** Вивчення обтікання геометричного об'єкту в вузькому каналі. Аналіз аеродинамічного чи гідравлічного опору. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	2
11	**Комп'ютерний практикум 11.** Моделювання гідродинаміки в ферментері під час роботи обертового перемішуючого пристрою. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	2
12	**Комп'ютерний практикум 12.** Моделювання гідродинаміки в циклонному апараті. СРС. Виконання розрахунку за індивідуальними завданнями.	1
13	**МКР**	2
	Всього	**20**

Самостійна робота студента

Самостійна робота займає 40 % часу вивчення кредитного модуля, включаючи і підготовку до заліку. Головне завдання самостійної роботи студентів – це опанування знань в областях, що не увійшли у перелік лекційних питань шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі. Самостійна робота призначена для поглиблення знань з даного курсу.

№ з/п	Назви тем і питань, що виноситься на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кіль-ть год
1	Використання модуля *Flow Simulation* для аналізу розподілу швидкості та тиску в клапані під різними режимами роботи[1 – 8].	4
2	Моделювання температурного розподілу в теплообміннику з урахуванням потоку рідини та тепловтрат через стінки [1 – 8].	4
3	Дослідження теплового потоку через багатошарові матеріали при різних температурних градієнтах [1 – 8].	4
4	Аналіз та оптимізація форми аеродинамічного профілю труби або каналу для зменшення гідравлічних втрат[1 – 8].	4
5	Визначення напружень і деформацій у резервуарі, що знаходиться під внутрішнім тиском рідини [1 – 8].	4
6	Використання *Flow Simulation* для дослідження турбулентних потоків у складній трубопровідній системі [1 – 8].	4
7	Дослідження ефективності тепловідведення радіатора за різних швидкостей потоку охолоджувальної рідини [1 – 8].	4
8	Аналіз зміни власних частот пластини або балки при нагріванні та впливу температурного розширення [1 – 8].	4
9	Дослідження теплових потоків і конвекції в закритій або відкритій камері з джерелом тепла [1 – 8].	4
10	Використання інструменту *Topology Optimization* для оптимізації ваги конструкції, що піддається механічним і тепловим навантаженням одночасно [1 – 8].	4
11	Виконання ДКР	10
12	Підготовка до заліку	10
	Всього	**70**

Протягом семестру студенти виконують домашню контрольну роботу (ДКР), яка являє практичну розробку, виконану студентом на основі вивченого матеріалу, і має на меті підтвердити його уміння самостійно вирішувати задачі інженерного рівня використовуючи інструменти САПР SolidWorks Simulation.

Основні завдання виконання домашньої контрольної роботи :

- систематизація, закріплення і розширення теоретичних знань, отриманих у процесі навчання та їх практичне використання при вирішенні конкретних інженерних, наукових, виробничих питань пов'язаних з дослідженням та проєктуванням обладнання;
- розвиток навичок самостійної роботи, оволодіння методиками розрахунку елементів технологічного обладнання біотехнологічних виробництв;
- використання сучасних комп'ютерних САПР для моделювання фізичних процесів в біотехнологічному спеціальному обладнанні, які передбачені завданням.

Перелік питань для підготовки до заліку надано у **Додатку А**.

Приклади типових завдань, які виносяться на залік у **Додатку Б**.

Перелік завдань до виконання домашньої контрольної роботи у **Додатку В**.

Політика та контроль

6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Правила відвідування занять

Відвідування аудиторних занять є важливим компонентом для успішного засвоєння дисципліни, однак, відсутність на аудиторних заняттях не передбачає нарахування штрафних балів, оскільки фінальний рейтинговий бал студента формується виключно на основі оцінювання результатів навчання. Якщо студент з поважних причин був відсутній на лекційному чи практичному занятті він має самостійно опрацювати пройдений матеріал, а у випадку пропуску лабораторного заняття чи заняття із контрольними заходами, зобов'язаний домовитись із викладачем про його відпрацювання в резервний день.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів

Заохочувальні та штрафні бали в рамках навчальної дисципліни не передбачені.

***Навчання іноземною мовою.** У ході виконання завдань студентам може бути рекомендовано звернутися до англомовних джерел.*

Політика дедлайнів та перескладань

Всі види робіт передбачені силабусом навчальної дисципліни мають виконуватись вчасно, у встановлені викладачем терміни для можливості отримання максимального балу.

Контрольні заходи (ДКР) та завдання на практичних заняттях виконуються студентами за розкладом, у встановлений для групи час, (виключення – перенесення написання групою (або окремих студентів) в зв'язку з необхідним дотриманням безпекових умов або з попередженням викладача та офіційним підтвердженням причини відсутності студента на написанні разом з групою).

У разі виникнення заборгованостей з навчальної дисципліни або будь-яких форс-мажорних обставин, студенти мають зв'язатися з викладачем по доступних (наданих викладачем) каналах зв'язку для розв'язання проблемних питань та узгодження алгоритму дій для відпрацювання.

Політика академічної доброчесності

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

Плагіат та інші форми не доброчесної роботи неприпустимі. До плагіату відноситься відсутність посилань при використанні друкованих та електронних матеріалів, цитат, думок інших авторів. Неприпустимі підказки та списування під час написання тестів, проведення занять; здача заліку за іншого студента; копіювання матеріалів, захищених системою авторського права, без дозволу автора роботи.

У випадку виявлення випадків академічної недоброчесності чи плагіату в індивідуальних видах робіт (звітів з лабораторних і практичних робіт та альбому конструкцій) студент зобов'язаний переробити даний вид робіт відповідно до власного варіанту завдання до моменту ліквідації академічної заборгованості (додаткова сесія).

У разі виявлення академічної недоброчесності під час виконання залікової роботи студент усувається з заліку і може повторити спробу здачі семестрового контролю під час ліквідації академічної заборгованості (додаткова сесія).

При виконанні індивідуальних самостійних завдань (звітів практичних робіт та ДКР) не допускається використання в списку використаної літератури російськомовних джерел.

Політика академічної поведінки і етики

Студенти мають брати активну участь в навчальному процесі, не спізнюватися на заняття та не пропускати їх без поважної причини, не заважати викладачу проводити заняття, не відволікатися на дії, що не пов'язані з навчальним процесом. Студенти мають бути толерантним, поважати думку оточуючих, заперечення формулювати в коректній формі, вести конструктивний діалог і підтримувати зворотний зв'язок на заняттях.

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

7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з кредитного модуля згідно з робочим навчальним планом:

Семестр	Начальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи	
	кредити	акад. год.	Лекції	Практичні	СРС	ДКР	Семестрова атестація
6	4	120	30	20	70	1	залік

Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, які він отримує за:

1) виконання 8 практичних робіт – 48 балів;
2) виконання домашньої контрольної роботи – 22 бали;
3) виконання МКР, виконується на ПК – 30 балів;

Поточний контроль: виконання практичних робіт, виконання ДКР

Система рейтингових балів

1. **Виконання і захист практичних робіт.**
   Максимальна кількість балів за кожне практичне завдання дорівнює - 6, з яких 4 бали за повне правильне і вчасне виконання практичного завдання і 2 бали за захист практичного завдання. Сумарно за 8 практичних занять можливо отримати 8×6=48 балів.

Виконання практичної роботи:

- «відмінно» – повне, правильне із можливими незначними неточностями, вчасне виконання під час самостійної роботи студента (СРС) – 3,5-4 балів;
- «добре» - повне, правильне із певними неточностями чи незначними помилками, вчасне виконання під час самостійної роботи студента (СРС) – 2,6-3,4 балів;
- «задовільно» - повне, але виконане із помилками практичне завдання та/або невчасне його виконання під час самостійної роботи студента (СРС) – 2 – 2,5 балів;
- «незадовільно» - не повне та/або виконання з грубими помилками чи невиконання практичного завдання під час самостійної роботи студента (СРС) – 0 балів.

Захист практичної роботи:
- «відмінно» – повна (не менше 90% потрібної інформації), правильна відповідь при захисті практичної роботи – 1,9 - 2 бали;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), в основному правильна із деякими неточностями при захисті практичної роботи – 1,5-1,8 балів;
- «задовільно» – не повна (не менше 60% потрібної інформації) та/або відповідь з помилками при захисті практичної роботи – 1-1,4 балів;
- «незадовільно» – не вірна відповідь при захисті практичної роботи – 0 балів.

Виконання кожного індивідуального практичного завдання, як правило, має дедлайн не більше 14 календарних днів з моменту проведення практичного аудиторного заняття, дедлайн чітко зазначається в завданні розміщеному на платформі дистанційного навчання із використанням Google classroom.
У випадку, якщо практична робота надсилається на перевірку після встановленого дедлайну, то вона оцінюється на мінус 20% від максимального балу, тобто не більше ніж у 4,8 бали.

2. Виконання ДКР.
Максимальна кількість балів за ДКР – 22 бали.

Виконання ДКР:
- «відмінно» – повне, правильне із можливими незначними неточностями, вчасне виконання під час самостійної роботи студента (СРС) – 20-22 балів;
- «добре» - повне, правильне із певними неточностями чи незначними помилками, вчасне виконання під час самостійної роботи студента (СРС) – 16-19 балів;
- «задовільно» - повне, але виконане із помилками практичне завдання та/або невчасне його виконання під час самостійної роботи студента (СРС) – 12 – 15 балів;
- «незадовільно» - не повне та/або виконання з грубими помилками чи невиконання практичного завдання під час самостійної роботи студента (СРС) – 0 балів.

Виконання домашньої контрольної роботи (ДКР), як правило, має дедлайн не більше 30 календарних днів з моменту видачі викладачем завдання, дедлайн чітко зазначається в завданні розміщеному на платформі дистанційного навчання із використанням Google classroom.
У випадку, якщо ДКР на перевірку після встановленого дедлайну, то він оцінюється на мінус 20% від максимального балу, тобто не більше ніж у 17,6 балів.

3. Виконання МКР.
Максимальна кількість балів за МКР – 30 балів.
Виконання МКР:
- «відмінно» – повне, правильне із можливими незначними неточностями, вчасне виконання всіх 3-х завдань МКР – 25-30 балів;

- «добре» - повне, правильне із певними неточностями чи незначними помилками завдання та вчасне виконання не менше 2-х завдань МКР – 18-24 балів;
- «задовільно» - повне, але виконані із помилками завдання та вчасне виконання не менше 1 го завдання МКР – 10 – 17 балів;
- «незадовільно» - не повне та/або виконання з грубими помилками чи невиконання завдань МКР або не виконання жодного завдання – 0 балів.

Типова МКР складається з трьох питань різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння дисципліни. Приклади типових завдань, які виносяться на залікову контрольну роботу наведено у ***Додатку Б****.*
Після виконання МКР, студент усно чи з використанням засобів відео зв'язку, в режимі реального часу, проходить співбесіду із викладачем по відповідям на завдання контрольної роботи.
Під час виконання модульної контрольної роботи (МКР) необхідно дотримуватись правил академічної доброчесності, не допускається використання будь яких гаджетів, підручників, конспектів та інших джерел інформації. У разі невиконання цієї умови студент може бути відсторонений від МКР, без можливості виконати МКР іншим разом (студент відправляється на залік).

Календарний контроль.

Проводиться двічі на семестр, як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Календарний контроль проводиться, як правило, на 7-8 та 14-15 тижнях кожного семестру навчання здобувачів, і реалізується шляхом визначення рівня відповідності поточних досягнень (рейтингу) здобувача встановленим і визначеним в РСО критеріям. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю з навчальної дисципліни є значення поточного рейтингу здобувача не менше, ніж 50 % від максимально можливого на час проведення такого контролю (викладачем доводиться до студентів перелік необхідних видів робіт для отримання атестації).

Семестровий контроль.

Залік. Перелік питань для підготовки до заліку надано у **Додатку А** та приклади типових завдань, які виносяться на залік у **Додатку Б**.

Умови допуску до семестрового контролю.

До заліку допускаються студенти, яким зараховано всі види робіт передбачених у розділі силабусу «Політика та контроль», пункт 7 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)», підпункти 1-3 та набрати не менше 30 балів.

У випадку, якщо певний вид робіт (практична робота, лабораторна робота, альбом конструкцій, МКР) надсилається викладачу на перевірку пізніше ніж за 5 днів до встановленої дати заліку, то студент є недопущеним і автоматично відправляється на додаткову сесію, як той що не виконав обсяг робіт необхідний для допуску до заліку, передбачений цим силабусом.

Максимальна сума балів складає 100. Для отримання заліку з дисципліни «автоматом» потрібно виконати умови допуску до заліку (наведено вище) та мати рейтинг не менше 60 балів.

Розрахунок шкали ($R_{СУМ}$) рейтингу:

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$Rc = R_{ПРАК} + R_{ДКР} + R_{МКР} = 48+22+30=100 \text{ балів.}$$

Для отримання студентом відповідних оцінок його рейтингова оцінка R_C переводиться згідно з таблицею:

Кількість балів $R_{СУМ} = R_{ПРАК}+R_{ЛАБ}+R_{МКР}+R_{АК}$	***Традиційна оцінка***
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре

Кількість балів $R_{СУМ} = R_{ПРАК}+R_{ЛАБ}+R_{МКР}+R_{АК}$	***Традиційна оцінка***
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Студенти, які на момент залікового тижня (основна сесія) є допущеними, але мають рейтинг менше 60 балів (але не менше 30), а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. Студенти, які були недопущені мають виконати всі види робіт до моменту ліквідації академічної заборгованості (додаткова сесія) після чого вони виконують залікову контрольну роботу.

Залікова контрольна робота складається з чотирьох питань, одного теоретичного ***(R_1) та трьох практичних, які виконуються на ПК (R_2, R_3, R_4)*** *різних розділів робочої програми з переліку, що наданий у методичних рекомендаціях до засвоєння дисципліни та наведені у* **Додатку А та Додатку Б**. *Після написання залікової контрольної роботи, студент усно чи з використанням засобів відео зв'язку, в режимі реального часу, проходить співбесіду із викладачем по відповідям на завдання контрольної роботи.*

Кожне завдання контрольної роботи максимально оцінюється у 25 балів відповідно до наступних критеріїв:

−«відмінно», повне виконання завдань контрольної роботи і правильні відповіді під час співбесіди (не менше 90% потрібної інформації) – 23-25 балів;

−«добре», достатньо повне виконання завдань контрольної роботи і переважно вірні відповіді з можливими неточностями під час співбесіди (не менше 75% потрібної інформації, з незначними неточностями) – 18-22 балів;

−«задовільно», неповне виконання завдань контрольної роботи та/або часткові або не точні відповіді під час співбесіди (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 14-17 балів;

−«незадовільно», не повне чи не вірне виконання завдань практичної роботи та/або незадовільні відповіді під час співбесіди (не відповідає вимогам на 15 балів) – 0 балів.

Максимальна сума балів за чотири завдання залікової контрольної роботи ***$R=R_1+R_2+R_3+R_4=25+25+25+25=100$ балів****, які переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:*

Кількість балів $R=R_1+R_2+R_3+R_4$	***Традиційна оцінка***
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Під час виконання залікової контрольної роботи необхідно дотримуватись правил академічної доброчесності, не допускається використання будь яких гаджетів, підручників, конспектів та інших джерел інформації. У разі невиконання цієї умови студент може бути відсторонений від виконання залікової контрольної роботи і буде направлений на перескладання.

При отриманні незадовільної оцінки під час основної сесії, студент має лише 2 спроби для перездачі у відповідності до графіку перескладання заборгованостей (додаткова сесія).

8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В умовах дистанційного або змішаного режиму проведення занять організація освітнього процесу здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання: платформи дистанційного навчання «Сікорський», «Електронний кампус». Навчальний процес у такій формі здійснюється відповідно до затвердженого розкладу навчальних занять з дотриманням безпекових умов.

У разі виникнення непереборних обставин чи інших форс-мажорних ситуацій та за відповідного розпорядження по університету/факультету в силабус можуть бути внесені зміни, про які будуть повідомлені всі здобувачі.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено к.т.н., доцент Костик Сергій Ігорович

Ухвалено кафедрою біотехніки та інженерії (протокол № 12 від 11.06.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією ФБТ (протокол № 6 від 30.06.2025 р.)

Додаток А

Питання, які виносяться на залік

Орієнтовний перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль

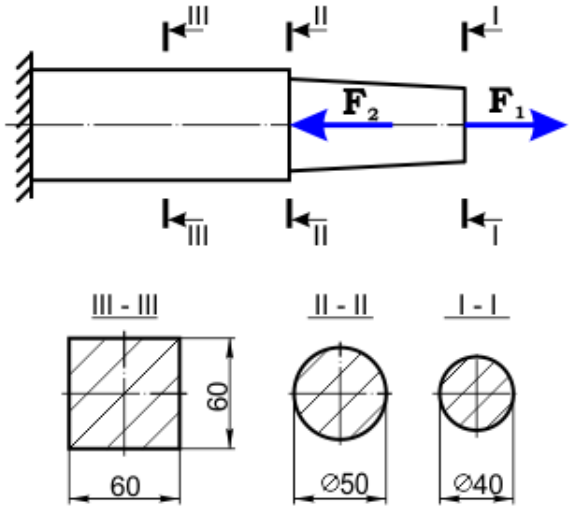
1. Принципи комп'ютерного моделювання фізичних процесів у SolidWorks.
2. Основні модулі SolidWorks Simulation і їх призначення.
3. Типи сіток і методів їх створення у SolidWorks Simulation.
4. Метод скінченних елементів (FEM) та його реалізація у SolidWorks Simulation.
5. Різновиди граничних умов у SolidWorks Simulation.
6. Теоретичні основи аналізу напружень у конструкціях.
7. Основи теплового аналізу у SolidWorks Simulation.
8. Особливості гідродинамічного аналізу в модулі Flow Simulation.
9. Типи навантажень, доступні в SolidWorks Simulation.
10. Методи оптимізації конструкцій у SolidWorks.
11. Основи багатофізичних аналізів у SolidWorks Simulation.
12. Теорія частотного аналізу конструкцій.
13. Контактна взаємодія та її моделювання у SolidWorks Simulation.
14. Критерії оцінки міцності матеріалів у SolidWorks Simulation.
15. Теоретичні основи моделювання конвективного теплообміну.
16. Типові помилки при моделюванні фізичних процесів у SolidWorks.
17. Відмінності між статичним і динамічним аналізом.
18. Теорія моделювання турбулентності в Flow Simulation.
19. Використання бібліотеки матеріалів у SolidWorks.
20. Верифікація та валідація результатів моделювання у SolidWorks Simulation.

Додаток Б

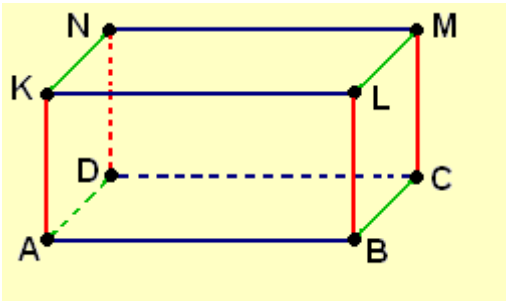
Питання, що виносяться на модульну контрольну роботу

Приклади практичних завдань, які виносяться на МКР та залікову роботу:

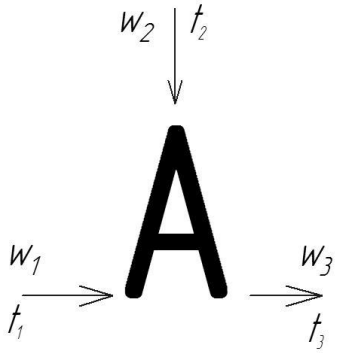
1. Перевірте на міцність стрижень при розтягу-стиску, який навантажено двома силами F1 = 100 кН і F2 = 600 кН. Матеріал стрижня – нержавіюча сталь. Робоча температура – 150 ^{O}C.



2. Габаритні розміри деталі АК=1м, ВС=0,5м, АВ=5м. Матеріал – алюміній. Грань BCML контактує з рідиною з температурою 120 ^{O}C, а грань ABCD контактує з рідиною із температурою 70 ^{O}C. Всі інші грані - 20 ^{O}C. Вирішити задачу теплопровідності для деталі.



3. Використовуючи додаток SolidWorks Flow провести моделювання гідродинаміки та теплообміну для розрахункової схеми трубопроводів:



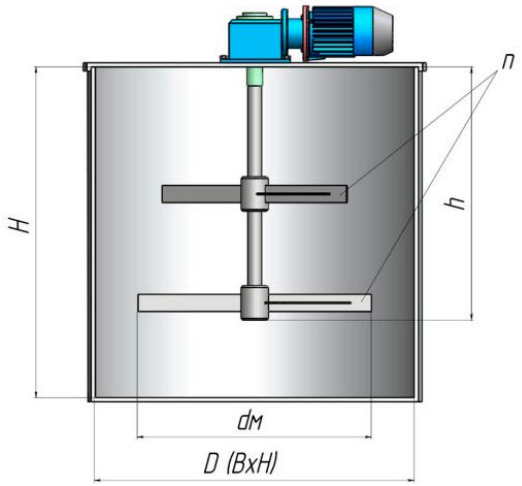
Рідина у першому вхідному штуцері має параметри: швидкість w_1=1 м/с, t_1 =20 ^{O}C. Рідина у другому вхідному штуцері має параметри: w_1=2 м/с, t_2 =90 ^{O}C.

4. Провести моделювання процесу перемішування рідини в резервуарі із наступними параметрами:

1. Габарити резервуара:
    - Висота резервуара (H): 2 м
    - Діаметр резервуара (D): 1,5 м
2. Розташування і розміри мішалки:
    - Діаметр мішалки ($d_м$): 0,5 м
    - Висота розташування мішалок (h): 0,5 м і 1,5 м
    - Кількість мішалок (n): 2
3. Рідина для перемішування:
    - Густина (ρ): 1000 кг/м³
    - В’язкість (μ): 0,001 Па·с
4. Параметри роботи:
    - Швидкість обертання мішалки (ω): 100 об/хв

Використовуючи модуль *Flow Simulation* у *SolidWorks*, визначити:

- Поле швидкостей і тисків рідини в резервуарі.
- Потужність, необхідну для обертання мішалки.
- Оцінити ефективність перемішування.

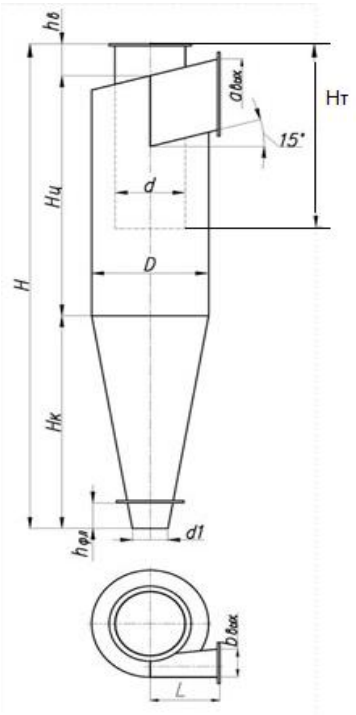


Додаток В

Приклад типового завдання ДКР

Відповідно до номера варіанта провести моделювання гідродинаміки повітря, що рухається в циклоні. Витрата повітря на вході в циклон *V, м³/год*, тиск на нижньому вихідному патрубку прийняти 1,1 атм, а на верхньому рівний атмосферному. Температуру повітря прийняти рівною температурі навколишнього середовища. Результати подати у вигляді епюр швидкості потоку та тиску, а також траєкторію руху потоку. Навести аналіз результатів у висновках.

*Прийняти висоту центральної труби рівною: $H_т = (H_ц + h_в) - D$



№	Позначення	*D, мм*	*d, мм*	*d_1, мм*	*$a_{вх}$, мм*	*$b_{вх}$, мм*	*L, мм*	*H, мм*	*$H_ц$, мм*	*$H_к$, мм*	*$h_в$, мм*	*$h_{фл}$, мм*	*V, м³/год*
1	ЦН15-100	100	60	30	66	29	90	456	226	200	30	24	100
2	ЦН15-150	150	90	45	99	41	110	684	339	300	45	36	200
3	ЦН15-200	200	120	60	132	52	120	912	452	400	60	48	300
4	ЦН15-250	250	150	75	165	65	150	1140	565	500	75	60	400
5	ЦН15-300	300	180	90	198	78	180	1368	678	600	90	72	500
6	ЦН15-350	350	210	105	231	91	210	1596	791	700	105	84	600
7	ЦН15-400	400	240	120	264	104	240	1824	904	800	120	96	700
8	ЦН15-450	450	270	135	297	117	270	2052	1017	900	135	108	800
9	ЦН15-500	500	300	150	330	130	300	2280	1130	1000	150	120	900
10	ЦН15-550	500	330	165	363	143	330	2508	1243	1100	165	132	1000
11	ЦН15-600	600	360	180	396	156	360	2736	1356	1200	180	144	1100
12	ЦН15-650	650	390	195	429	169	390	2964	1469	1300	195	156	1200
13	ЦН15-700	700	420	210	462	182	420	3192	1582	1400	210	168	1300
14	ЦН15-750	750	450	225	495	195	450	3420	1695	1500	225	180	1400