

ЗАТВЕРДЖЕНО  
Наказ ректора ДВНЗ «ПДТУ»  
від 30 серпня 2019 № 147-05  
Форма № ПДТУ-3.04

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «Приазовський державний технічний університет»**  
**Факультет інформаційних технологій**  
**Кафедра біомедичної інженерії**



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union



Олійник І. М.

**«БІОМАТЕРІАЛИ»**

Методичні вказівки до самостійного вивчення  
дисципліни «Біоматеріали»  
для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр»  
спеціальності 163 – Біомедична інженерія,  
освітньої програми «Біомедична інженерія»

Розроблено в рамках проекту «Erasmus + (CBHE) BioArt: «Інноваційна  
мультидисциплінарна навчальна програма зі штучних імплантів для  
біоінженерії для рівнів бакалавр та магістр»

Developed in the frame of project «Erasmus+ (CBHE) BioArt: Innovative  
Multidisciplinary Curriculum in Artificial Implants for Bio-Engineering BSc/MSc  
Degrees»

(586114-EPP- 1-2017- 1-ES- EPPKA2-CBHE- JP)

*This project has been funded with support from the European Commission. This  
publication / communication reflects the views only of the author, and the  
Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the  
information contained there in.*

Маріуполь  
2019

УДК 669.14 (083)

Біоматеріали: методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Біоматеріали» для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 163 – Біомедична інженерія, освітньої програми «Біомедична інженерія» / уклад. І. М. Олійник. Маріуполь : ДВНЗ «ПДТУ», 2019. - 19 с.

В методичних вказівках наведено зміст конкретної теми, розглянуті основні питання для самоконтролю при підготовці до поточних аудиторних занять, виконання лабораторних робіт і дослідно-аналітичних робіт, зміст самостійних робіт студентів, а також список рекомендованої літератури.

Складач: І. М. Олійник, канд. техн. наук, доцент

Рецензент: В.Г.Єфременко, доктор тех. наук, професор

Затверджено  
на засіданні кафедри «Біомедична інженерія»,  
протокол № 7 від 12 грудня 2019 р.

Затверджено  
методичною комісією  
факультету інформаційних технологій,  
протокол № 5 від «24» грудня 2019 р.

© ДВНЗ «ПДТУ» 2019

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ КУРСУ.....	8
3 САМОСТІЙНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ.....	13
3.1 Вимоги до оформлення самостійного домашнього завдання	13
3.2 Варіанти СДЗ	14
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	17

## ВСТУП

Самостійна робота дає можливість більш глибоко оцінити істинний стан розглянутого питання, перспективи його розвитку і впливає на глибину і стійкість набутих знань та вмінь, допомагає творчо застосовувати їх у майбутній професійній діяльності.

Уміння студентів самостійно працювати над вивченням конкретного предмета – важливий чинник підвищення якості підготовки спеціалістів.

Самостійна робота студента включає підготовку до практичних занять; самостійне опрацювання додаткової літератури та питань для самоконтролю засвоєння змісту навчального матеріалу, а також самостійних домашніх завдань.

Враховуючи це, рекомендуються наступні **форми організації самостійної роботи студентів з матеріалознавства та технології матеріалів**:

- підготовка до практичних занять;
- самостійне опрацювання додаткової літератури до тем лекційного курсу і практичних занять, а також літератури для підготовки самостійного домашнього завдання;
- підготовка доповідей, рефератів та есе за тематикою лекцій і семінарів;
- самостійне опрацювання питань для самоконтролю засвоєння змісту лекційного матеріалу з курсу.

## 1 МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Методичні вказівки до самостійного вивчення дисципліни «Біоматеріали» розроблена в рамках проекту «Erasmus + (СВНЕ) BioArt: «Інноваційна мультидисциплінарна навчальна програма зі штучних імплантів для біоінженерії для рівнів бакалавр та магістр» та складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів в галузі знань 16 – Хімічна біоінженерія за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія, освітньої програми «Біомедична інженерія».

**Предметом** вивчення навчальної дисципліни є біомедичні матеріали, які застосовуються в різних галузях медицини, закономірності залежності їх властивостей від хімічного складу, структури, способів обробки та умов експлуатації.

Попередні дисципліни - «Хімія», «Біохімія», «Фізика», «Анатомія та фізіологія людини», «Матеріалознавство та конструкційні матеріали».

**Мета та завдання** вивчення навчальної дисципліни «Біоматеріали» полягають у тому, щоб дати знання про основні види біоматеріалів, в ознайомленні з властивостями різних біоматеріалів (сталей, кольорових металів та їх сплавів, неметалевих матеріалів), і галузей використання біоматеріалів в медицині.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен

**знати:** загальну характеристику різних біоматеріалів, їх застосування у біомедицині;

**вміти:** вибрати відповідний біоматеріал для обраних біомедичних застосувань, демонструвати інноваційні ідеї в галузі біоматеріалів для біомедицини та їх застосування, аналізувати та порівнювати фізико-механічні властивості різних типів біоматеріалів, пояснити основні переваги та недоліки біоматеріалів у біомедицині.

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 150 годин, 5 кредитів ЄКТС, а на самостійну роботу – 102 год.

На підготовку до кожної теми відводиться наступна кількість годин:

#### Розподіл часу на самостійну роботу студентів

№ з/п	Вид роботи	Кількість годин
1	Опрацювання програмного матеріалу, що викладається на лекціях	32
2	Підготовка до лабораторних робіт	4
3	Підготовка до практичних (семінарських) занять	22
4	Виконання індивідуальних завдань (рефератів, творчих, розрахунково-графічних робіт, презентацій тощо)	26
5	Підготовка до контрольних заходів (модульна контрольна робота)	18
	<b>Разом</b>	<b>102</b>

Перевірка знань студента здійснюється за допомогою здачі ними іспиту. Оцінюючи знання студентів, викладач виходить, перш за все, з розуміння вивченого матеріалу, засвоєння основних положень дисципліни.

Завдання для самостійної роботи по курсу «Біоматеріали» складаються з написання реферату, підготовки презентації та доповіді.

Для виконання самостійного домашнього завдання необхідно спочатку ознайомитись з коротким викладенням курсу «Біоматеріали», що наведено на стор. 8 – 10, та звернутись до опорного конспекту лекцій.

На сторінках 19 – 24 викладено варіанти самостійного домашнього завдання. Для відповіді на аналітичне питання необхідно скористатись офіційними інформаційними ресурсами, які наведено в пункті «Рекомендовані інформаційні джерела».

Краще зрозуміти теоретичні набуття в галузі «Біоматеріали» допомагають досить поширені підручники і монографії відомих учених.

Для студента при вивченні даного курсу труднощі виникають при використанні літератури. Зверніть увагу на список рекомендованої літератури, що наведений в кінці методичних вказівок, підбір якої здійснювався, виходячи з її наявності в бібліотеці ПДТУ та наявності в інтернет-ресурсах. Радимо не обмежуватися тільки однією навчальною літературою. Глибоке знання даної дисципліни передбачає вивчення першоджерел, монографій і періодичних видань. Періодичні видання зосереджують свою увагу в основному на аналізі сучасних тенденцій розвитку біоматеріалів. Для більш чіткого усвідомлення змісту понять, які використовуються, радимо скористатися збірниками наукових праць які розміщено на сайті Інституційного репозитарію ПДТУ (Electronic Institutional Repository Pryazovskyi State Technical University) <http://eir.pstu.edu>

Для самостійної підготовки студенту потрібно вивчити теоретичний матеріал, що викладено у опорному конспекті лекцій який надається викладачем. Або керуючись робочою програмою та методичними вказівками до практичних занять і рекомендованою літературою, самостійно оволодіти знаннями з дисципліни.

Для студентів денної форми навчання самостійне домашнє завдання оцінюється у 26 балів. Самостійне домашнє завдання враховується в підсумку балів, що отримує студент на прикінці семестру, і є обов'язковим до виконання.

## **2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ З ВИВЧЕННЯ ТЕОРЕТИЧНОГО МАТЕРІАЛУ**

При самостійній роботі з дисципліни «Біоматеріали» студенту варто користуватися розгорнутим планом та короткими теоретичними відомостями, наведеними нижче.

Наступна інформація наведена таким чином: назва теми та її основний зміст, методичні рекомендації у вигляді короткої теоретичної інформації. Мета и задачі кожної теми: забезпечити оволодіння матеріалом згідно наведеного змісту теми, коротких теоретичних відомостей, контрольних питань до самоперевірки.

### **Тема 1. Вступ**

Розпочинаючи вивчення цієї теми, студенти спочатку повинні з'ясувати значення та задачі курсу «Біоматеріали», область застосування біоматеріалів, види біоматеріалів (імплантати та трансплантати), що таке біосумісності, відгук організму на імплантати, а також вимоги, що пред'являються до біоматеріалів (за хімічними, механічними та біологічними властивостями).

**Література: [1, 2, 13, 14].**

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Що таке біоматеріали?
2. Що таке біосумісність?
3. Назвіть основні галузі використання біоматеріалів.
4. Які вимоги пред'являються до біоматеріалів?
5. Що таке імплантати?
6. Що таке трансплантати?

### **Тема 2. Класифікація біоматеріалів**

У цьому розділі розглядаються класифікація біоматеріалів за походженням (аутоматеріали, алломатеріали, ксеноматеріали,



гетероматеріали), а також класифікація біоматеріалів за використанням. Структура біоматеріалів.

**Література: [1, 2, 13, 14].**

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Що таке аутоматеріали?
2. Що таке алломатеріали?
3. Що таке ксеноматеріали?
4. Що таке гетероматеріали?
5. Як класифікуються матеріали за використанням?

### **Тема 3. Кісткова тканина: будова, механічні та біологічні властивості.**

У цьому розділі розглядаються будова, механічні та біологічні властивості кісткової тканини, рівні організації кісткової тканини, підходи до заміни тканин і органів людини та специфіка заміни кісткової тканини.

**Література: [1 – 2, 7].**

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Будова кісткової тканини.
2. Що таке остеопласт?
3. Що таке остеон?
4. Що таке остеоцит?
5. Що таке остеокласт?
6. Оснеовні функції кістної тканини.

### **Тема 4. Матеріали для заміни і відновлення кісткової тканини (остеопластика).**

У цьому розділі розглядаються загальна характеристика матеріалів для заміни і відновлення кісткової тканини, класифікація остеопластичних матеріалів по відгуку організму на імплантат. Студент повинен знати сформовану термінологію.

**Література: [1 – 2, 7, 10, 11].**

**Контрольні питання для самоперевірки**

1. Які матеріали застосовують для заміни кістної тканини?
2. Які матеріали застосовують для відновлення кістної тканини?
3. Які існують методи заміни кістної тканини?
4. Для чого використовують гранули в кістної остеопластиці?
5. Для чого використовують мембрани в кістної остеопластиці?

**Тема 5. Біополімери**

У цьому розділі розглядаються полімери, сумісні з живим організм, синтетичні і природні матеріали, біоінертні (що не руйнуються в біологічних середовищах) і руйнуються (біорезорбівальні) полімери; висококрісталічні термопласти і гумоподібні еластомери, які використовуються в медицині.

**Література: [1, 3-5, 7, 13, 16].**

**Контрольні питання для самоперевірки**

1. Переваги застосування біополімерів в медицині.
2. Недоліки застосування біополімерів в медицині.
3. Застосування гумоподібних полімерів в медицині.
4. Що таке біорезорбівальні еластомери?
5. Які термопластичні полімери використовуються в біомедицині?

**Тема 6. Біокераміка**

У цьому розділі розглядаються специфіка одержання, випробування властивостей біокераміки і керамічних композитів, проблеми та сучасні тренди. Також розглядаються загальна характеристика біоскла і склокристалічних матеріалів.

**Література: [1, 6, 7, 13].**

**Контрольні питання для самоперевірки**

1. Які переваги застосування кераміки в біомедицині?
2. Які недоліки застосування кераміки в біомедицині?
3. Назвіть галузі застосування біокераміки.
4. Як класифікуються біокерамічні матеріали?
5. В якій галузі біомедицини використовується склокераміка?

**Тема 7. Біоактивні матеріали на основі фосфатів кальцію.**

У цьому розділі розглядаються кальційфосфатні покриття на металевих імплантатах, матеріали реакційного зв'язування: переваги і недоліки в порівнянні з фосфатної біокерамікою, а також розглядаються композити фосфат / (біо) полімер: сучасні тенденції розвитку, перспективи.

**Література: [1, 9].**

**Контрольні питання для самоперевірки**

1. З якою метою використовуються кальційфосфатні покриття?
2. Переваги застосування кальційфосфатних покриттів.
3. Які недоліки застосування кальційфосфатних покриттів?

**Тема 8. Металеві біоматеріали.**

У цьому розділі розглядаються загальна характеристика металевих біоматеріалів, їх хімічний і фазовий склад, властивості біоматеріалів і імплантов, а також розглядається титан і його сплави, який широко використовується в якості біоматеріалу.

**Література: [1 – 2, 11, 13].**

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Які вимоги пред'являються до металевих біоматеріалів?
2. Які переваги застосування металевих біоматеріалів в біомедицині?
3. Які недоліки застосування металевих біоматеріалів в біомедицині?
4. Назвіть галузі застосування титану в біомедицині.

### **Тема 9. Методи вивчення матеріалів біомедичного призначення.**

У цьому розділі розглядаються методи вивчення матеріалів біомедичного призначення, система методів і тестів, що застосовується в біомедичному матеріалознавстві, фізичні і фізико-хімічні методи дослідження матеріалів біомедичного призначення, а також методи переробки матеріалів для отримання спеціалізованих конструкцій і виробів біомедичного призначення.

**Література: [1, 11, 12].**

### **Контрольні питання для самоперевірки**

1. Назвіть основні методи вивчення матеріалів біомедичного призначення.
2. Які тести застосовується в біомедичному матеріалознавстві?
3. Назвіть фізичні методи дослідження матеріалів біомедичного призначення.
4. Назвіть фізико-хімічні методи дослідження матеріалів біомедичного призначення.
5. Назвіть методи переробки матеріалів для отримання спеціалізованих конструкцій і виробів біомедичного призначення.

## **3 САМОСТІЙНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**

### **3.1 Вимоги до оформлення самостійного домашнього завдання**

Пристаючи до написання роботи, особливу увагу необхідно приділити з'ясуванню змісту понять і категорій, звернувшись до довідкової літератури по темі. Робота з довідковою літературою представляється найбільш раціональним способом ознайомлення з проблемами, що підлягають вивченню.

Перш, ніж приступити до виконання самостійного домашнього завдання, слід проконсультуватися з викладачем, який допоможе з'ясувати зміст роботи і структуру понятійного апарату, що розкриває проблематику. Засвоївши основні поняття, необхідно приступити до вивчення літератури, що рекомендується. Хочеться застерегти від спроб некритичного викладу або простого переписування того або іншого джерела, оскільки журнальна стаття, розділ монографічного дослідження або навчального посібника мають різну логіку викладу матеріалу. Бажано приводити різні точки зору на аналізовані проблеми, що свідчатиме про самостійність роботи з літературою

Виконання і захист самостійного домашнього завдання (контрольної роботи) передбачає вирішення наступних завдань:

- формування і закріплення знань основних категорій, принципів, законів, механізму бюджетної системи;
- розвиток навиків самостійної роботи з літературою і іншими джерелами наукової інформації;
- формування наукового, творчого, індивідуального поглядів на актуальні проблеми економіки.

При виконанні контрольної роботи необхідно враховувати наступні особливості:

1. Робота складається із написання реферату, підготовки презентації та доповіді.

2. Самостійне домашнє завдання (контрольна робота) оформляється відповідно до вимог стандартів ПДТУ. Об'єм контрольної роботи складає 20 – 25 сторінок формату А – 4. Шрифт: Times New Roman, 14 кегель. На першому (титульному) листі вказується: «Міністерство освіти і науки України», назва університету (інституту), кафедри; предмет, що вивчається; курс і група студента; номер варіанту. В кінці роботи додається список використаних джерел.

Структура роботи:

ЗМІСТ (ПЛАН)

ВСТУП

Розкриття теми

ЗАКЛЮЧЕННЯ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

4. При підготовці самостійного домашнього завдання (контрольної роботи) спочатку наводяться завдання, а потім дається відповідь і його обґрунтування. Використання статистичного матеріалу в контрольній роботі припускає обов'язкове оформлення бібліографічних посилань на першоджерела.

5. Не допускаються однозначні бездоказові відповіді на питання. Всі відповіді повинні бути аргументовані і доведені (наприклад з використанням графіків, законів, формул і тощо).

6. Для ефективної підготовки контрольної роботи в методичних вказівках присутній список літератури, що рекомендується.

### **3.2 Варіанти СДЗ**

1. Актуальні дослідження в області полімерних матеріалів біомедичного призначення
2. Допуск нових біоматеріалів і пристроїв до застосування
3. Сучасне уявлення про клітинні технології

4. Матеріали медико-біологічного призначення. Метали
5. Сучасні матеріали для біомедицини
6. Матеріали медико-біологічного призначення. кераміка
7. Матеріали медико-біологічного призначення. Композитні матеріали
8. Матеріали медико-біологічного призначення. Полімери, сумісні з живим організмом
9. Матеріали і ендопротези для реконструкції елементів серцево-судинної системи
10. Матеріали для реконструкції м'яких тканин і внутрішніх органів
11. Матеріали для реконструкції кісткової тканини
12. Матеріали, використовувані для конструювання штучних органів
13. Штучна нирка
14. Штучні легені
15. Протези органів зору
16. Реконструкція органу слуху
17. Штучне серце
18. Гібридна печінку
19. Штучна підшлункова залоза
20. Матеріали для депонування і контрольованою доставки лікарських препаратів
21. Фізичні і фізико-хімічні методи дослідження полімерів біомедичного призначення
22. Методи переробки матеріалів для отримання спеціалізованих конструкцій і виробів біомедичного призначення
23. Реакція організму на імплантацію матеріалів і процеси взаємодії з ними
24. Кальцифікація імплантатів
25. Біоразрушаємих матеріали медичного призначення
26. Стовбурові клітини. Історія питання і перспективи

## ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ

1. Зміст, значення та задачі курсу «Біоматеріали».
2. Область застосування біоматеріалів.
3. Види біоматеріалів (імплантати та трансплантати).
4. Поняття біосумісності.
5. Відгук організму на імплантати.
6. Вимоги, що пред'являються до біоматеріалів.
7. Класифікація біоматеріалів за походженням.
8. Класифікація біоматеріалів за використанням.
9. Кісткова тканина: будова, механічні та біологічні властивості.
10. Підходи до заміни тканин і органів людини.
11. Специфіка заміни кісткової тканини.
12. Загальна характеристика матеріалів для заміни і відновлення кісткової тканини.
13. Полімери, сумісні з живим організм.
14. Синтетичні і природні полімери.
15. Біоінертні (що не руйнуються в біологічних середовищах) полімери і полімери, що руйнуються (біорезорбівальні).
16. Висококрісталічні термопласти.
17. Гумоподібні еластомери, які використовуються в медицині.
18. Біокераміка і керамічні композити.
19. Біоскло і склокристалічні матеріали.
20. Біоактивні матеріали на основі фосфатів кальцію.
21. Загальна характеристика металевих біоматеріалів.
22. Хімічний і фазовий склад металевих біоматеріалів.
23. Властивості металевих біоматеріалів і імплантов.
24. Титан і його сплави - як біоматеріали.
25. Методи вивчення матеріалів біомедичного призначення.
26. Система методів і тестів, що застосовується в біомедичному матеріалознавстві.
27. Фізичні і фізико-хімічні методи дослідження матеріалів біомедичного призначення.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

### *Основні джерела*

1. Вихров С.П. Биомедицинское материаловедение / С.П. Вихров, Т.А. Холомина, П.И. Бегун и др. - М. : Горячая линия - Телеком, 2006. – 383 с.
2. Бегун П.И. Биомеханика: Учебник для вузов. П.И. Бегун, Ю.А. Шукейло. - СПб. : Наука, 2000. – 463 с.
3. Штильман М.И. Полимеры медико-биологического назначения. / М.И. Штильман – М. : ИКЦ, Академкнига, 2006. – 400 с.
4. Characterization of Polymeric Biomaterials. - Elsevier Science, 2017. - 719 p.
5. M. C. Tanzi M. C. Characterization of polymeric biomaterials / Maria Cristina Tanzi, Silvia Farè . - First edition Publisher: Woodhead Publishing Language, 2017. – 500 p.

### *Додаткові джерела*

6. Трезубов В.Н. Ортопедическая стоматология. Прикладное материаловедение: учебник для медицинских вузов / В.Н. Трезубова, М.З. Штейнгарт, Л.М. Мишнев. – СПб. : Наука, 1999. – 324 с.
7. Холомина Т.А. Медико-биологическое материаловедение: Учеб. пособие / Т.А. Холомина. Рязань : Рязан. гос. радиотехн. акад., 2000. - 64 с.
8. Карлов А.В. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики / А.В. Карлов, Шахов В.П.– Томск : Издательство «Ветер», 2001. – 480 с.
9. Баринов С.М. Биокерамика на основе фосфатов кальция / С.М. Баринов, В.С. Комлев. – М. : Наука, 2005. – 204 с.
10. Хлусов И.А. Основы биомеханики биосовместимых материалов и биологических тканей: Учебное пособие / И.А.

Хлусов, В.Ф. Пичугин, М.А. Рябцева – Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2007 – 152 с.

11. Аронов А.М. Методические основы разработки и организации производства медицинских изделий. / А.М. Аронов, В.Ф. Пичугин, С.И. Твердохлебов – Томск : Издательство «Ветер», 2007 . – 334 с.

12. Park J.B. Biomaterials. An introduction (second edition) / J.B. Park, R.S. Lakes. Plenum Press, NY, 1992. - 394 p.

13. Севастьянов В. И. Биосовместимые материалы / В. И. Севастьянов, М. Т. Кирпичникова. - М.:«МИА», 2011. – 326 с.

14. Wound Healing Biomaterials - Volume 2: Functional Biomaterials. - Elsevier Science, 2016. - 197 p.

15. Science and Principles of Biodegradable and Bioresorbable Medical Polymers: Materials and Properties. - Elsevier Science, 2016. - 982 p.

16. Biomaterials, Medical Devices, and Combination Products: Biocompatibility Testing and Safety Assessment 1st Edition . - CRC Press, 2015 - 606 p.

### *Інформаційні ресурси*

1. <http://scintific.narod.ru/literature.htm>. Библиотека научной и технической литературы.

2. <http://www.nbuv.gov.ua/portal/>. Научная периодика Украины. Журналы и сборники научных трудов.

3. <http://mo.pstu.edu/> (методичне забезпечення ДВНЗ «ПДТУ»).

Додаток

**Зразок оформлення титульного листу індивідуальної роботи**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ДВНЗ «ПРИАЗОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ»  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
Кафедра біомедичної інженерії

**САМОСТІЙНЕ ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**  
з дисципліни «**БІОМАТЕРІАЛИ**»  
**ВАРІАНТ 1**

Виконав: студент гр. Бмі-17  
Іванов І.І.  
Перевірів: к.т.н., доцент  
Олійник І. М.

Маріуполь  
2019