

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ДВНЗ «ПРИКАРПАТСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТЕФАНІКА»**

*Факультет фізико-технічний*

*Кафедра фізики і хімії твердого тіла*

**СИЛЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Загальний курс фізики ч. VI. Фізика атомного ядра і елементарних частинок

Освітня програма Бакалавр

Спеціальність 104 Фізика та астрономія

Галузь знань 10 Природничі науки.

Затверджено на засіданні кафедри  
Протокол №3 від 23 жовтня 2019 р.

## ЗМІСТ

1. Загальна інформація
2. Анотація до курсу
3. Мета та цілі курсу
4. Результати навчання (компетентності)
5. Організація навчання курсу
6. Питання для проведення теоретичного змістовного модуля
7. Питання для підсумкового контролю знань (екзамену)
8. Система оцінювання курсу
9. Політика курсу
10. Політика академічної культури і етики
11. Рекомендована література

## 1. Загальна інформація

Назва дисципліни:	Фізика атомного ядра і елементарних частинок
Викладач (-і)	Возняк Орест Михайлович
Контактний телефон викладача	Роб. 596082
E-mail викладача	orest.voznyak @ gmail.com
Формат дисципліни	Денна форма навчання
Обсяг дисципліни	7 кредитів
Посилання на сайт дистанційного навчання	<a href="http://www.d-learn.pu.if.ua/">http://www.d-learn.pu.if.ua/</a>
Консультації	1 год. на тиждень, ауд. 214

## 2. Анотація до курсу.

Загальний курс фізики займає центральне місце в підготовці фізиків за університетською програмою. Розділ “Фізика ядра і елементарних частинок” включає основні відомості про атомне ядро, знайомить з історією відкриттів, виникнення теорій, ідей та понять. Розглядаються також основні уявлення про фізику елементарних частинок.

## 3. Мета та цілі курсу

**Мета:** Подати основні відомості про найважливіші факти і поняття, закони і принципи ядерної фізики. Відповідно до стану розробки відповідних теорій і математичних можливостей аудиторії виклад матеріалу слід проводити на основі якісного аналізу відомих закономірностей.

**Цілі:** Застосування основних законів ядерної фізики і фізики елементарних частинок до розв’язку конкретних задач.

## 4. Результати навчання (компетентності)

**У результаті проведення лекцій студенти повинні:**

**знати:-** основні експериментальні закономірності ядерної фізики і фізики елементарних частинок;

- приділяючи основну увагу законам збереження і симетрії процесів мати уявлення про основні теоретичні моделі і схеми, що пояснюють існуючий експериментальний матеріал ядерної фізики;

- перспективи розвитку фізики елементарних частинок і труднощі фізики високих енергій;

**вміти:-** аналізувати явища, що відбуваються в ядерних процесах і процесах з участю елементарних частинок, давати їм правильне тлумачення;

- поєднувати нові результати з розвитком ядерної фізики;

**У результаті проведення практичних (семінарських) занять студенти повинні:**

**знати:** - основні поняття і закони ядерної фізики та фізики елементарних частинок;

- одиниці вимірювання фізичних величин ядерної фізики;

- основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок.

**вміти:** - розв’язувати основні типи задач ядерної фізики та фізики елементарних частинок;

- переходити від одних одиниць вимірювання до інших;

- відібрати матеріал що може бути використаний при вивченні фізики в середній школі.

## 5. Організація навчання курсу

Обсяг курсу	
Вид заняття	Загальна кількість годин
Лекції	40
Практичні заняття (семінарські) заняття	40

Лабораторні роботи	30		
Самостійна робота	110		
Вид підсумкового контролю	Залік, екзамен		
Ознаки курсу			
Семестр	Спеціальність	Курс (рік навчання)	Нормативний/ вибірковий
6-ий	Фізика і астрономія	3-ий	Нормативний

### Тематика курсу

#### Лекції. Тема, питання, кількість годин.

**Вступ.** Основні етапи розвитку фізики ядра і елементарних частинок. Масштаби явищ мікросвіту. (2 години)

**Загальні властивості атомних ядер.** Дослід Резерфорда по розсіюванню  $\alpha$ -частинок. Ядро як система взаємодіючих протонів та нейтронів. Заряд ядра. Масове число і маса ядра. Ізобари. Енергія зв'язку ядра. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра. Магічні числа. Стабільні і радіоактивні ядра.

Спін, магнітний момент ядра. Ядерний магнетон. Статичні мультипольні моменти ядра. Електричний квадрупольний момент ядра. Квантовомеханічний опис ядерних станів. Парність хвильової функції. Властивості симетрії хвильових функцій для тотожних частинок. Бозони і ферміони. Принцип Паулі. (6 годин)

**Радіоактивність.** Природна і штучна радіоактивність. Статистичний характер розпаду. Закон радіоактивного розпаду.  $\alpha$ -частинка. Спектри  $\alpha$ -частинок. Залежність періоду  $\alpha$ -розпаду від енергії  $\alpha$ -частинок. Елементи теорії  $\alpha$ -розпаду. Тунельний ефект. Визначення розміру ядра за даними  $\alpha$ -розпаду.  $\beta$ -частинка. Види  $\beta$ -розпаду. Енергетичні спектри електронів. Експериментальне доведення існування нейтрино. Елементи теорії  $\beta$ -розпаду. Поняття про слабкі взаємодії. Дозволені та заборонені  $\beta$ -переходи. Незбереження парності в  $\beta$ -розпаді. Проблема маси нейтрино.  $\gamma$ -випромінювання ядер. Електричні і магнітні переходи. Правила відбору за моментом і парністю для  $\gamma$ -переходів. Ймовірність переходів для різноманітних мультиполів. Ядерна ізомерія. Внутрішня конверсія. Ефект Месбауера і його застосування в фізиці і техніці. (6 годин)

**Ядерні реакції.** Експериментальні методи вивчення ядерних реакцій. Фізичні принципи роботи прискорювачів. Детектори ядерних частинок. Період реакцій. Канали ядерних реакцій. Закони збереження в ядерних реакціях. Зв'язок між перерізом прямих та обернених реакцій. Механізми ядерних реакцій. Модель складаного ядра. Резонансні ядерні реакції. Формула Брайта-Вігнера. Прямі ядерні реакції. Використання прямих реакцій. Використання прямих ядерних реакцій для визначення квантових характеристик ядерних станів. Особливості реакцій під дією  $\gamma$ -квантів, електронів, нейтронів, легких іонів, багатозарядних іонів. Трансуранові елементи. (4 години)

**Поділ і синтез атомних ядер.** Основні експериментальні дані про поділ. Поділ ізотопів урану під впливом нейтронів. Ланцюгова реакція. Коефіцієнт розмноження. Ядерні реактори. Ядерна енергетика. Синтез легких ядер. Ядерні реакції в зорях. Проблема керованого термоядерного синтезу. (4 години)

**Моделі атомних ядер.** Потенціал усередненого ядерного поля. Фізичне обґрунтування оболонкової структури ядра. Сильна спін-орбітальна взаємодія. Одночастинкові стани в усередненому ядерному потенціалі. Пояснення спінів і парність станів ядер в моделі оболонок. Залишкова взаємодія. Поняття про багаточастинкові моделі оболонок. Колективні властивості ядер. Деформовані ядра. Стан руху нуклонів в деформованому ядрі. Зв'язок одночастинкових і колективних рухів. (4 години)

**Нуклон-нуклонні взаємодії.** Дейтрон-зв'язаний стан в n-p - системі. Основні характеристики дейтрона. Магнітний та квадрупольний моменти дейтрона. Хвильова

функція дейтрона. Тензорний характер ядерних сил. Розсіювання нейтронів на протонах. Спінова залежність ядерних сил. Особливості розсіювання тотожних частинок. Зарядова незалежність ядерних сил. Ізотопічний спіні. Узагальнений принцип Паулі. Обмінний характер ядерних сил. Властивість насичення ядерних сил. **(2 години)**

**Взаємодія ядерного випромінювання з речовиною.** Втрати енергії на іонізацію і збудження атомів. Випромінювання Вавілова-Черенкова. Пробіг заряджених частинок. Взаємодія нейтронів з речовиною. Сповільнення нейтронів. Теплові і резонансні нейтрони. Дифузія теплових нейтронів. Проходження  $\gamma$ -випромінювання через речовину. Залежність ефективних перерізів основних механізмів взаємодії  $\gamma$ -квантів від їх енергії і від властивостей речовини. **(4 години)**

**Експериментальні методи в фізиці високих енергій.** Поняття про сучасні методи одержання пучків високих енергій. Нагромаджувачі частинок. Зустрічні пучки. Елементи релятивістської кінематики. Спостереження процесів породження і розпаду частинок. Методи спостереження короткоживучих частинок. **(2 години)**

**Загальні властивості спостережуваних елементарних частинок.** Лептони, адрони, калібрувальні бозони. Діаграми Фейнмана. Закони збереження, що регулюють перетворення частинок. Класифікація взаємодій. **(2 години)**

**Електромагнітні взаємодії.** Елементи квантової електродинаміки. Основні квантовоелектродинамічні процеси. Електромагнітні процеси при участі адронів. **(2 години)**

**Сильні взаємодії і структура адронів.** Кварки і глюони. Їх основні характеристики. Прояв кварк-глюонової структури адронів в процесах глибоко непружного розсіювання лептонів. Кваркова структура мезонів і баріонів. Нова квантова характеристика кварків і глюонів – колір. Асимптотична свобода і конфайнмент. Основні процеси з участю адронів. **(4 години)**

**Слабкі взаємодії.** Універсальність слабкої взаємодії. Носії слабкої взаємодії – проміжні бозони. Поняття про польову теорію слабких взаємодій моделі Вайнберга-Салама. Основні типи перетворень елементарних частинок, що викликаються слабкою взаємодією.

Деякі принципові питання теорії елементарних частинок. Дискретні симетрії С, Р, Т і СРТ-теорема. Ізотопічна і кольорова симетрія. Калібрувальна інваріантність як принцип побудови польових теорій елементарних частинок. Проблема побудови єдиної теорії слабких електромагнітних частинок і сильних взаємодій. **(2 години)**

**Космічні промені.** Космічне первинне випромінювання. Проходження космічного випромінювання через атмосферу. Варіації космічних променів. Радіаційні пояси землі. Гіпотези проходження космічних променів. Можливі механізми прискорення частинок космічного випромінювання. **(2 години)**

### **Практичні роботи. Тема, питання, кількість годин.**

Тема 1. Основні характеристики ядер: радіус, маса, енергія зв'язку, спіні, магнітний момент ядер. **(6 годин)**

Тема 2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду.  $\alpha$  -,  $\beta$  -,  $\gamma$  – випромінювання. Статистика реєстрації частинок. **(6 годин)**

Тема 3. Взаємодія випромінювання з речовиною. **(4 години)**

Тема 4. Дозиметрія випромінювань. **(4 години)**

Тема 5. Ядерні реакції. Закони збереження в ядерних реакціях. Перерізи і виходи реакцій. **(4 години)**

Тема 6. Взаємодія нейтронів з ядрами. Проходження нейтронів, сповільнення нейтронів. **(4 години)**

Тема 7. Фізичні основи ядерної енергетики. Поділ ядер. Термоядерні реакції. **(4 години)**

Тема 8. Елементарні частинки. Закони збереження при взаємодії елементарних частинок. (4 години)

Тема 9. Складані моделі елементарних частинок. (4 години)

### Самостійна робота

- 1 Атомна система одиниць.
- 2 Експериментальні методи визначення заряду, розмірів, спінів ядер.
- 3 Розв'язування задач.
- 4 Узагальнені моделі ядер. Елементарна теорія спін-орбитальної взаємодії.
- 5 Теорія послідовних перетворень. Розв'язування задач.
- 6 Правила відбору для ферміївських і Гамов-Теллерівських переходів.

Розв'язування задач.

- 7 Перерізи резонансних процесів. Розв'язування задач.
- 8 Будова ТОКАМАК. Розв'язування задач.
- 9 Будова реакторів РБМК. Розв'язування задач.
- 10 Розв'язування задач.
- 11 Енергетичні втрати легких частинок. Розв'язування задач.
- 12 Енергетична залежність втрат. Розв'язування задач.
- 13 Схеми лінійного прискорювача, циклотрона, синхротрона синхрофазотрона.

Розв'язування задач.

- 14 Зв'язок законів збереження із властивостями симетрії. Розв'язування задач.
- 15 Унітарна симетрія адронів. Розв'язування задач.
- 16 Нейтральні та заряджені струми. Розв'язування задач.
- 17 Теорія великого об'єднання. Розв'язування задач.
- 18 Реліктове випромінювання. Темна енергія та темна матерія. Аналіз типових експериментів.

### 6. Питання для проведення теоретичного змістовного модуля

1. Заряд ядра.
2. Розміри ядра
3. Енергія зв'язку атомних ядер.
4. Спін ядер.
5. Магнітний момент ядра.
6. Квадрупольний момент ядра.
7. Властивості ядерних сил.
8. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
9. Модель ядерних оболонок.
10. Закон радіоактивного розпаду ядер.
11.  $\alpha$  – розпад ядер.
12.  $\beta$  – перетворення ядер.
13.  $\gamma$  – випромінювання ядер.
14. Резонансне поглинання  $\gamma$  - випромінювання. Ефект Месбауера.
15. Реакція поділу важких ядер.
16. Класифікація елементарних частинок.
17. Унітарна симетрія адронів
18. Кваркова модель адронів.
19. Обмінний механізм фундаментальних взаємодій.

### 7. Питання для підсумкового контролю знань (екзамену)

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

20. . Заряд ядра.
21. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра..

22.  $\alpha$  – розпад ядер. Елементарна теорія  $\alpha$  – розпаду.

23. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 2**

1. Розміри ядра.

2. Краплинна модель ядра.

3.  $\beta$  – перетворення ядер. Основні положення теорії  $\beta$  –розпаду. Нейтрино і його властивості.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 3**

1. Спін ядер.

2. Прояв властивостей ядерних сил у властивостях дейтрона.

3.  $\gamma$  – випромінювання ядер. Резонансне поглинання  $\gamma$  - випромінювання. Ефект Месбауера.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 4**

1. Магнітний момент ядра.

2. Модель ядерних оболонок.

3. Класифікація елементарних частинок. Характеристики елементарних частинок.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 5**

1. Квадрупольний момент ядра.

2. Властивості ядерних сил.

3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 6**

1. Енергія зв'язку атомних ядер.

2. Модель ядерних оболонок.

3. Теорія послідовних розпадів. Правила зміщень і радіоактивні ряди.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7**

1. Властивості ядерних сил.

2. Закон радіоактивного розпаду ядер.

3. Складані моделі елементарних частинок. Унітарна симетрія адронів.

4. Задача.

**5. ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 8**

1. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.

2. Прояв властивостей ядерних сил у властивостях дейтрона.

3. Кваркова модель адронів. Основні характеристики кварків та їх властивості.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 9**

1. Краплинна модель ядра.

2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду ядер.

3. Основні дозиметричні поняття та одиниці їх вимірювання.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 10**

1. Енергія зв'язку атомних ядер.

2. Модель ядерних оболонок.

3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.

4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 11**

1. Заряд ядра.

2. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
3.  $\alpha$  – розпад ядер. Елементарна теорія  $\alpha$  – розпаду.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 12**

1. Розміри ядра.
2. Прояв властивостей ядерних сил у властивостях дейтрона.
3.  $\beta$  – перетворення ядер. Основні положення теорії  $\beta$  – розпаду. Нейтрино і його властивості.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 13**

1. Спін ядер.
2. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
3.  $\gamma$  – випромінювання ядер. Резонансне поглинання  $\gamma$  - випромінювання. Ефект Месбауера.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 14**

1. Магнітний момент ядра.
2. Краплинна модель ядра.
3. Характеристики елементарних частинок. Класифікація елементарних частинок.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 15**

1. Квадрупольний момент ядра.
2. Властивості ядерних сил.
3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 16**

1. Енергія зв'язку атомних ядер.
2. Модель ядерних оболонок.
3. Термоядерні реакції. Критерій Лоусона.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 17**

1. Властивості ядерних сил.
2. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Складані моделі елементарних частинок. Унітарна симетрія адронів
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 18**

1. Напівемпірична формула для енергії зв'язку ядра.
2. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Кваркова модель адронів. Основні характеристики кварків та їх властивості.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 19**

1. Краплинна модель ядра.
2. Радіоактивність. Закон радіоактивного розпаду ядер.
3. Основні дозиметричні поняття та одиниці їх вимірювання.
4. Задача.

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 20**

1. Енергія зв'язку атомних ядер.
2. Модель ядерних оболонок.
3. Реакція поділу важких ядер. Ланцюговий процес поділу атомних ядер.
4. Задача.

**8. Система оцінювання курсу.** Загальна система оцінювання курсу накопичувальна бально-рейтингова, що передбачає оцінювання студентів за видами аудиторної та позааудиторної навчальної діяльності, спрямованої на опанування навчального навантаження з освітньої програми: поточний, рубіжний (модульний), підсумковий контроль. Підсумковий контроль здійснюється письмово, письмово-усно або в тестовій формі.

Критерії оцінювання знань студентів зі всіх видів робіт на протязі семестру наведені в таблиці 1 а відомістю, в яку виставляються оцінки рубіжного контролю знань, є таблиця 2. Перший модуль здається, як і перші контрольні роботи виконуються після вивчення перших тем програми. Другий модуль здається і другі контрольні роботи виконуються після вивчення решти тем програми.

Критерії контролю знань

Таблиця 1

Вид роботи	Модуль 1-ий	Модуль 2-ий	Контрольна робота №1 (домашня)	Контрольна робота №2 (домашня)	Контрольна робота №1 (аудиторна)	Контрольна робота №2 (аудиторна)	Робота над конспектом	Практичні роботи (сер. оцінка)	Реферат	Екзамен	$\Sigma$
Максимальна кількість балів	7	7	5	5	7	7	3	5	4	50	100

**Вимоги до письмової роботи.** Письмова робота з будь-якого виду занять, повинна бути належним чином оформлена, повинна містити умову поста-вленого завдання (задачі), пояснення, рисунки, формули, графіки тощо.

При оцінці роботи студента на практичному/семінарському занятті враховується: розуміння студентом теоретичного матеріалу, пов'язаного з темою, яка обговорюється на занятті, вміння теоретично обґрунтовувати хід розв'язку задачі, вміння викладати свої думки письмово (у випадку письмової роботи), правильність і послідовність викладання своїх думок (розв'язку задачі), самостійно висловлювати ідеї і вміння відстоювати їх, вміння застосовувати теоретичні положення теми до розв'язку конкретних задач, застосування ілюстрацій (презентацій) впродовж доповіді на семінарі, участь (активність) студента при розв'язку задач та в дискусії при обговоренні питань на семінарі.

**Умови допуску до підсумкового контролю.** Студент допускається до підсумкового контролю (екзамену), якщо він впродовж семестру за змістові модулі сумарно набрав 25 і більше балів. В протилежному випадку студенту у екзаменаційній відомості робиться запис «не допущений».

## 9. Політика курсу

Розділ “Фізика атомного ядра і елементарних частинок” є підсумковим розділом загального курсу фізики. При його вивченні використовуються знання одержані при вивченні курсів математики, математичних методів фізики та окремих розділів теоретичної фізики. Враховано також, що при вивченні таких розділів теоретичної фізики

як електродинаміка і квантова механіка досягнення ядерної фізики та фізики елементарних частинок використовуються для ілюстрації квантово-механічних закономірностей та електромагнітних процесів. Тому на ці моменти у цьому курсі звернута особлива увага.

#### **10. Політика академічної поведінки і етики**

Студент повинен бути толерантним і поважати думку інших. Заперечення слід формулювати в коректній формі. Неприпустимими є підказування та списування під час здачі будь-яких робіт (проміжного контролю, модулів, екзамену тощо).

#### **11. Рекомендована література**

##### **Основна**

1. Широков Ю.М., Юдин Н.П. Ядерная физика. Учеб.пособие.- М.: Наука, 1980.
- 2 Ракобольська М.В. Ядерная физика. -М.:МГУ, 1981.
- 3 Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. Учеб. Пособие. -М.: Энергоатомиздат, 1983. Т. 1-2.
- 4 Фрауэнфельдер Г., Хенли Э. Субатомная физика.-М.:Мир. 1979.
- 5 Вихман Э. Квантовая физика. -М.: Наука, 1988.
- 6 Готтфрид К., Вайскопф В. Концепции физики элементарных частиц. -М.: Мир, 1988.
- 7 Иродов И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике.- М.: Энергоатомиздат, 1976.
- 8 Иродов И.Е. Задачи по общей физике. М., Наука,1979.
- 9 Сборник задач по общему курсу физики. Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц.(В.Л. Гинзбург, Л.Н. Левин, М.С. Рабинович, Д.В. Сивухин). Под редакцией Д.В. Сивухина. -М.:Наука, 1981.
- 10 Сборник лабораторных работ по ядерной физике. Под редакцией К.Н. Мухина. -М.: Атомиздат, 1979.
- 11 Лабораторные занятия по физике. Под редакцией Гольдина Л.Л.-М.: Наука, 1983.
- 12 Шпольський Т.В. Атомная физика. Учеб.пособие в 2-х т.-М.: Наука, 1982.
- 13 Альперін М.М., Манокін Л.О. Теоретична фізика. Фізика ядер та елементарних частинок. -К:Вища школа, 1979.
- 14 Ахієзер А.І.,Рекало. Фізика елементарних частинок. К., Наукова думка, 19,, .
- 15 Окунь Л.Б. Физика элементарных частиц.-М.:Наука,1988.
- 16 Физика микромира. Маленькая энциклопедия.-М.: Советская энциклопедия, 1980.
17. Фізичний практикум проф. В.П.Дущенко. Головне видавництво об'єднання "Вища школа", Київ, 1984.

**Викладач \_\_\_\_\_ Возняк О.М.**