

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ БІООРГАНІЧНОЇ ХІМІЇ ТА НАФТОХІМІЇ**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інституту біоорганічної хімії та
нафтохімії НАН України

протокол № 8

від « 26 » 09 2017 року

Голова Вченої ради

Інституту біоорганічної хімії та
нафтохімії НАН України

чл.-кор. НАН України



A.I. Vovk А.І. Вовк

ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

**«АЛЬТЕРНАТИВНА СИРОВИНА ОРГАНІЧНОГО
ТА НАФТОХІМІЧНОГО СИНТЕЗУ»**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ	10 – ПРИРОДНИЧІ НАУКИ
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ	102 – ХІМІЯ
СПЕЦІАЛІЗАЦІЯ	НАФТОХІМІЯ ТА ВУГЛЕХІМІЯ
РІВЕНЬ ОСВІТИ	ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ)

Київ -2017 р.

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Завідувач відділу органічного та нафтохімічного синтезу
ІБОНХ НАН України, к.х.н., ст.н.с. **Кашковський В.І.**


(підпис)

Старший науковий співробітник відділу каталітичного синтезу
ІБОНХ НАН України, к.т.н. **Попейкін О. О.**


(підпис)

Програму затверджено на засіданні Вченої ради
Інституту біоорганічної хімії та нафтохімії НАН України
протокол № 9
від « 26 » 09 2017 року

Вчений секретар



Попільніченко С.В.

ВСТУП

Програму вибіркової навчальної дисципліни **«Альтернативна сировина органічного та нафтохімічного синтезу»** складено відповідно до освітньо-професійної програми підготовки докторів філософії в галузі природничих наук за спеціальністю **102 - «Хімія»**.

Предметом вивчення навчальної дисципліни є особливості та сучасні погляди на альтернативні нафті сировинні джерела органічного та нафтохімічного синтезу.

Міждисциплінарні зв'язки: Навчальна дисципліна **«Альтернативна сировина органічного та нафтохімічного синтезу»** згідно з навчальним планом належить до циклу дисциплін професійної підготовки, яка викладається на 2 курсі аспірантури. Курс відноситься до вибіркових курсів спеціалізації "Нафтохімія та вуглехімія". Для вивчення курсу необхідні знання та вміння, набуті аспірантами з дисциплін «Загальні питання нафтохімії та вуглехімії», «Фізико-хімічні методи доведення будови органічних речовин».

Освоєння даного кредитного модуля забезпечить формування у фахівця сучасних поглядів на існуючий ресурсний та енергетичний стан та з огляду на виснаженість основного джерела – нафти, сприятиме чіткому розумінню необхідності максимально ефективного залучення альтернативних джерел, які б змогли забезпечити повну заміну нафтової сировини для забезпечення сталого розвитку суспільства.

1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1.1. Мета навчальної дисципліни:

формування в аспірантів або здобувачів професійних компетенцій стосовно сучасних поглядів на альтернативні нафті сировинні джерела органічного та нафтохімічного синтезу.

1.2. Основні завдання навчальної дисципліни:

Аспіранти одержать базові знання, що лежать в основі сучасних знань про тверде паливо - джерело теплової й електричної енергії та хімічної

сировини. Розглянуть хімію твердих горючих копалин (ТГК), загальну систематику та їх визначальні ознаки, способи класифікації викопного вугілля, характеристику ТГК за даними елементного аналізу та взаємозв'язок між даними елементного аналізу і хімічною природою ТГК, теоретичні основи процесу термічної деструкції ТГК, основи процесу газифікації палив і конверсії вуглеводневих газів, технологічні рішення деструкції ТГК без доступу повітря, можливості біоресурсного потенціалу для одержання базових органічних хімікатів, сучасний стан розвитку технологій одержання біопалив.

Аспіранти одержать нові знання з питань: ресурсних та енергетичних можливостей альтернативних джерел; існуючих технологічних процесів їхньої переробки; вимог до екологічно безпечного оформлення таких процесів; перспектив широкого залучення рослинної та тваринної біомаси; питань техногенних відходів.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни повинні:

Знати:

- обмеженість та невідтворюваність нафтових ресурсів;
- тверде паливо - джерело хімічної сировини;
- ресурси твердих горючих копалин (ТГК) в Україні та різних країнах світу, їх видобуток і споживання;
- можливості і перспективи використання вугілля, торфу, горючих і бітумінозних сланців, рослинної сировини для виробництва штучного рідкого палива;
- основні напрямки і методи переробки горючих копалин (крім нафти) для одержання хімічної сировини;
- теоретичні основи процесу термічної деструкції ТГК;
- теоретичні основи процесу газифікації палив і конверсії вуглеводневих газів;
- деструктивна гідрогенізація палив і синтез вуглеводнів з водню та

оксиду вуглецю;

- основні дифузійно-кінетичні теорії процесів горіння та газифікації твердих палив;
- охорона навколишнього середовища в процесах переробки ТГК;
- рослинна біомаса - постійно відновлюване джерело органічної сировини;
- основні світові тенденції розвитку наукових і технологічних досліджень в області глибокої переробки біомаси;
- базові хімічні сполуки органічного синтезу – продукти переробки рослинної біомаси;
- рослинні відходи – невичерпне джерело хімічних сполук.

Вміти:

- застосовувати набуті знання при вирішенні питань максимально глибокої переробки альтернативної сировини в продукти органічного та нафтохімічного синтезу;
- проводити лабораторні дослідження перспективних процесів переробки альтернативної нафтової сировини;
- при розробці нових технологічних рішень переробки альтернативної сировини орієнтуватися на безвідходні або маловідходні, енергетично ощадливі та екологічно безпечні варіанти;
- визначати фізико-хімічні показники альтернативних сировинних джерел;
- володіти методами підготовки сировини до її переробки;
- володіти базовими знаннями хімічної технології

В рамках даної дисципліни поглиблюються і розвиваються такі компетенції:

❖ Універсальні компетенції:

здатність проектувати і здійснювати комплексні дослідження, в тому числі міждисциплінарні, на основі цілісного системного наукового світогляду з використанням знань в області історії і філософії науки;

❖ Загальнопрофесійні компетенції:

здатність самостійно здійснювати науково-дослідницьку діяльність стосовно залучення в якості сировинного та енергетичного альтернативних нафті джерел.

❖ ***Професійні компетенції:***

здатність організувати проведення експериментів і випробувань, проводити їх обробку, аналізувати їх результати та узагальнювати у вигляді наукових статей для провідних профільних журналів; готовність до розробки навчально-методичної документації для проведення навчального процесу.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин/4 кредити ECTS.

Модулі дисципліни і види занять.

№	Розділи дисципліни	Кількість кредитів ECTS	Обсяг навчальної роботи (в годинах)					Самостійна робота	Вид підсумкового контролю
			загальний обсяг	всього аудиторних	лекції	практичні	семінари		
1.	Вступ		2	2	2	-	-	5	
2.	Хімія твердих горючих копалин (ТГК)		2	3	2	-	1	10	
3.	Теоретичні основи процесу термічної деструкції ТГК		2	3	2	-	1	10	
4.	Теоретичні основи процесу газифікації палив і конверсії вуглеводневих газів		2	3	2	-	1	10	
5.	Технологія термохімічної деструкції ТГК без доступу повітря		3	3	2	-	1	10	
6.	Беззалишкова газифікація палив		2	2	2	-	-	10	
7.	Деструктивна гідрогенізація палив і синтез вуглеводнів з водню та оксиду вуглецю		2	3	2	-	1	5	
8.	Технологія вуглеграфітових матеріалів		2	2	2	-	-	5	
9.	Охорона навколишнього середовища в процесах переробки твердих палив		1	1	1	-	-	5	
10.	Біосировина – альтернативне сировинне джерело		5	2	-	-	3	20	
Разом		4	120	30	22	-	8	90	Екзамен

Навчальна дисципліна містить наступні теми:

Тема 1. Вступ.

Тверде паливо - джерело теплової й електричної енергії та хімічної сировини. Коротка історія розвитку хімічної технології палива. Найважливіші родовища горючих копалин. Ресурси горючих копалин в Україні та різних країнах світу. Видобуток і споживання різних видів горючих копалин в Україні, та інших країнах.

Перспективи розвитку видобутку і термічної переробки різних видів горючих копалин в Україні. Основні напрямки і методи переробки горючих копалин для одержання високоякісних палив і хімічної сировини.

Тема 2. Хімія твердих горючих копалин.

Загальна систематика різних ТГК та їх визначальні ознаки (торф, буре вугілля, кам'яне вугілля, антрацити, сапропелі, богхеда, горючі сланці). Стадії розвитку ТГК (торфова, буровугільна, кам'яновугільна). Походження ТГК. Вуглеутворювачі. Походження петрографічних компонентів. Походження гумусового вугілля і сапропелів. Змішане вугілля. Смужчате вугілля.

Відомі способи класифікації викопного вугілля (Потон'є, Жемчужнікова, Гінзбург, Стаднікова, Грюнера, Стопс, Караваєва та ін.). Характеристика ТГК за даними їх технічного аналізу. Волога, мінеральні компоненти та зольність вугілля. Вихід летких речовин з ТГК. Характеристика твердого нелеткого залишку. Загальна сірка та види сірчистих сполук у вугіллі. Умовна та істинна органічна (горюча) маса вугілля. Залежність між даними технічного аналізу і хімічною природою, зрілістю і складом горючих копалин.

Характеристика ТГК за даними елементного аналізу. Взаємозв'язок між даними елементного аналізу і хімічною природою ТГК. Класифікація вугілля за даними елементного складу. Елементний склад і теплота згоряння ТГК.

Взаємодія ТГК з різними розчинниками і хімічними реагентами. Дія на ТГК різних органічних розчинників (бензол, антраценові масла, піридин

та ін.) і хімічних реагентів (мінеральні кислоти, луги, галоїди та ін.). Груповий хімічний склад різних видів ТГК. Гумінові кислоти. Гірський віск. Бітуми. Термобітуми вугілля.

Молекулярна структура ТГК. Фізичні та фізико-хімічні методи дослідження (рентгеноструктурний аналіз, електронна та оптична мікроскопія, ІЧС, ЕПР, ЯМР, діелько-метрія). Вивчення фізико-механічних, теплофізичних і електрофізичних властивостей. Можливості використання методів хімії ВМС. Вивчення хімії та механізму термо-хімічних перетворень вугілля. Сучасні уявлення про молекулярну структуру речовин різних видів ТГК. Молекулярна структура (МС) та надмолекулярна організація (НМО) природного вугілля. Хімічні зв'язки у вугіллі.

Тема 3. Теоретичні основи процесу термічної деструкції ТГК.

Закономірності піролізу твердих палив в ізотермічних та неізотермічних умовах. Вплив температури і часу нагрівання на ступінь розкладання ТГК. Вплив на процес термічної деструкції палив їх природи, швидкості нагрівання, розміру частинок, тиску, складу газового середовища. Два основні етапи термічної обробки палив: прогрівання паливної маси і процес, що включає фізико-хімічні зміни органічної маси палива. Визначення кількості сприйнятого тепла частинкою палива за допомогою рівняння Фур'є для нестационарної теплопровідності. Визначення часу нагрівання вуглецевої частини. Розрахунок мак-симального розміру паливної частини, при якому відсутній градієнт температури по радіусу частинки під час її прогрівання, та при якому можна досліджувати кінетику деструкції органічної маси палив в ізотермічних умовах. Співвідношення між швидкостями нагрівання та власне хімічним процесом деструкції органічної маси палив.

Основи інтенсифікації процесів масо- та теплопередачі в реагуючих системах. Методи дослідження швидкоплинних (10^{-1} , 10^{-4} с.) реакцій та процесів деструктивного піролізу органічної речовини палив зі швидкостями нагрівання на декілька порядків більшими, ніж ті, що

використовуються для цих цілей у промисловості. Високошвидкісний процес розкладання палив.

Механізм та кінетика процесу термічної деструкції органічної маси палив. Теорія послідовних реакцій Фукса і Кревелена процесу термічного розкладання палив. Теорія паралельно-послідовних реакцій процесу піролізу палив. Гомогенні і гетерогенні реакції піролізу твердих палив. Якісний та кількісний вихід продуктів термічної деструкції палив як результат хімічних реакцій та фізичних змін реакційного середовища. Визначення макрокінетичних характеристик піролізу палив в ізотермічних та неізотермічних умовах. Поступовий нагрів та термоудар. Вихідне диференціальне рівняння першого та другого порядку, яке описує у загальному вигляді процес термічного перетворення вугільної речовини.

Механізм формування структури твердих залишків у процесі карбонізації пекових (кам'яновугільних та нафтових) матеріалів. Ланцюговий та радикально-ланцюговий механізми процесу деструкції і ущільнення вуглецевої маси. Двофазна система пекового матеріалу при високих температурах (рідина - тверде тіло). Утворення рідинно-кристалічної фази (мезофази) у процесі карбонізації пекових матеріалів. Кінетика процесу деструкції пекових матеріалів. Визначення кінетичних характеристик по виходу коксового залишку та по зміні кількості речовини, що знаходиться в рідинно-кристалічному (мезофазному) стані. Автокаталіз у процесі піролізу пекових матеріалів.

Сучасні методи дослідження механізму і кінетики процесу деструкції органічних речовин твердих палив. Визначення кінетичних характеристик розкладання твердих палив дериватографічним методом у низькотермічному режимі. Методи математичної обробки дериватограм. Визначення лімітуючої стадії процесу розкладання твердих палив у неізотермічному режимі на дериватографі. Використання високих енергій (плазмовий струмінь, електромагнітне поле струмів ВЧ та НВЧ, лазер) для дослідження процесів розкладання твердих палив. Механізм перетворення

вугілля у плазмі. Дія лазерного опромінення. Деструкція палив у розплавах металів.

Тема 4. Теоретичні основи процесу газифікації палив і конверсії вуглеводневих газів.

Хімічна рівновага основних реакцій вуглецю з газами. Кінетичний метод інтерпретації хімічних рівноваг. Розрахунок рівноважного складу газу в процесі взаємодії вуглецю з газами. Хімічна рівновага в неідеальних газових сумішах.

Механізм реакції вуглецю з газами і реакцій конверсії вуглеводневих газів. Зворотні, послідовні та паралельно-послідовні реакції процесу взаємодії вуглецю з газами і конверсії вуглеводневих газів. Схема механізму реакції вуглецю з CO_2 , H_2O , O_2 . Хімічна адсорбція. Утворення і розпад твердого поверхневого комплексу. Гальмівна дія продуктів реакції. Ланцюговий механізм реакцій вуглецю з газами. Кінетичні рівняння, що базуються на поняттях про механізм реакцій вуглецю з газами.

Основні дифузійно-кінетичні теорії процесів горіння та газифікації твердих палив. Пайова участь окремих реакцій в сумарному процесі. Залежність сумарної швидкості процесу від хімічних і фізичних факторів. Визначення основних кінетичних характеристик реакцій вуглецю з газами. Виведення кінетичних рівнянь з урахуванням зміни об'єму газової фази при реагуванні для зворотних, послідовних та паралельно- послідовних реакцій вуглецю з газами. Кінетичний метод визначення констант рівноваги реакцій вуглецю з газами. Розрахунок реакційної зони в ізотермічних умовах. Розрахунок реакційної зони в неізотермічних умовах. Види неізотермічності. Тепловий режим ендотермічних та екзотермічних реакцій. Система рівнянь для визначення концентрацій, температури газу і твердої фази у реакційній зоні. Розрахунок процесу реагування вуглецю з газами в нестационарних і неізотермічних умовах.

Тема 5. Технологія термохімічної деструкції ТГК без доступу повітря.

Вплив способу обігріву на вихід і якість продуктів термічної переробки

палив та їх використання. Коксовий залишок (напівкокс), первинна смола, газ, підсмольна вода.

Особливості технології переробки горючих сланців. Хімічні продукти переробки сланців. Термічна переробка сланців з твердим теплоносієм. Особливості технології термічної деструкції торфу і способи його прямого використання.

Енерготехнологічні методи використання палив. Необхідні умови сполучення енергоустановок з промисловими печами термічної переробки палив. Висока інтенсивність процесу. Керівництво процесом. Одержання висококалорійного газу і високоякісних малокомпонентних рідких продуктів. Енерготехнологічні методи термічної обробки сланців. Комплексне енерготехнологічне використання палив в умовах нової структури паливного балансу. Хімічні продукти термічної переробки бурого вугілля і торфу та їх характеристики як сировини для синтезу.

Використання вугілля, торфу, горючих сланців та продуктів їх переробки у сільському господарстві. Гумінові добрива, гербіциди та ін.

Напівкоксування та коксування. Основні технології. Вплив швидкості нагріву, температури та типу вугілля. Відомі способи напівкоксування та коксування кам'яного вугілля. Процеси, що відбуваються при коксуванні спікного вугілля та вугільних шихт. Складання вугільних шихт. Пластичний стан як результат термічної деструкції вугілля. Спучування і тиск розпирання. Спікання, перетворення напівкоксів у кокс. Усадка і тріщиноутворення. Виділення газоподібних продуктів на різних стадіях процесу коксоутворення. Спікання, спікна і коксівна здатність кам'яного вугілля та методи їх визначення. Вплив різних факторів на процес коксування. Оцінка якості коксу. Сучасна технологія виробництва коксу. Шляхи розширення сировинної бази коксування.

Хімічні продукти напівкоксування і коксування вугілля. Конденсація та уловлювання. Добування сирого бензолу. Процеси ректифікації, кристалізації, адсорбції. Одержання концентрованого аміаку і сульфату амонію. Кам'яновугільна смола. Методи її переробки.

Тема 6. Беззалишкова газифікація палив.

Газифікація палив як метод беззалишкового використання органічної маси палив. Сировина для одержання газів (тверді і рідкі палива, природні гази, супутні гази і гази нафтодобування, нафтопереробки). Основні шляхи розвитку газифікації твердих палив. Інтенсивність процесу. Енергетичний ККД. Аналіз недоліків і можливостей інтенсифікації та підвищення економічної ефективності виробництва газів з твердих палив. Фізико-хімічні основи процесу. Автотермічні та алотермічні процеси. Характеристика процесу газоутворення в пиловидному факелі, у киплячому шарі і в щільному шарі палива. Недоліки сучасних промислових методів виробництва газу. Необхідність включення в енерготехнологічну схему газогенераторного процесу.

Газифікація парогазових продуктів, що утворюються при термічному розпаді бурого вугілля. Методи виробництва повітряних, пароповітряних, водяного і парокисневого газів із пиловидного, дрібнозернистого та шматкового палива.

Характеристика рідких палив, що використовуються для газифікації. Виробництво газів з рідких палив для синтезу спиртів і аміаку. Одержання олефінів і ацетиленових вуглеводнів. Газифікація рідких палив під високим тиском. Основні показники газифікації палив.

Тема 7. Деструктивна гідрогенізація палив і синтез вуглеводнів з водню та оксиду вуглецю.

Особливості та призначення процесів деструктивної гідрогенізації. Хімічні основи процесу. Оцінка придатності вугілля для гідрогенізації. Каталізатори і технологічні параметри деструктивної гідрогенізації. Ступінчата деструктивна гідрогенізація смол і нафтових залишків. Рідиннофазова і парофазова гідрогенізація. Вихід і характеристика продуктів гідрогенізації. Одержання хімічних продуктів методом гідрогенізації палив. Сумісна гідрогенізація вугілля і нафт. Промислове гідрогенізаційне обладнання. Гідрогенізація індивідуальних речовин. Нові перспективні напрямки деструктивної гідрогенізації ТГК та їх економічна

доцільність.

Фізико-хімічні основи процесу синтезу вуглеводнів з CO і H₂. Вимоги до газу, що надходить на синтез. Каталізатори процесу синтезу. Механізм дії каталізаторів. Принципова схема синтезу при атмосферному та середньому тиску. Характеристика продуктів синтезу. Методи переробки продуктів синтезу.

Тема 8. Інші методи переробки горючих копалин.

Екстракція ТГК органічними розчинниками. Вихід, склад і властивості бітумів у залежності від виду сировини та умов екстракції. Каталітична екстракція. Механізм процесу. Каталізатори. Окиснення ТГК. Види окиснювачів, вплив умов окиснення на склад і вихід продуктів. Використання продуктів окиснення ТГК.

Тема 9. Технологія вуглеграфітових матеріалів.

Властивості матеріалів на основі вуглецю (фізичні, електричні, магнітні, механічні і хімічні), їх використання. Електроди металургійних, електрохімічних і хімічних виробництв. Вогнестійкі вироби. Електровугільні вироби (щитки, освітлювальне вугілля). Антифрикційні матеріали. Вуглецеві волокна і тканини. Скловуглець. Використання графіту для синтезу штучних алмазів.

Сировинні матеріали (наповнювачі та зв'язуючі). Технологія вуглеграфітових матеріалів. Прогартовування вуглеграфітових матеріалів. Подрібнення і розсіювання вуглецевих матеріалів. Технологія приготування мас. Змішування. Пресування. Випал вуглеграфітових матеріалів. Одержання вуглецевих тканин та волокон. Одержання скловуглецю. Перспективи розвитку техніки та промисловості. Матеріали на основі вуглецю.

Тема 10. Охорона навколишнього середовища в процесах переробки твердих палив.

Законодавчі заходи в Україні у відношенні захисту природи. Основні джерела забруднення атмосфери, водних джерел, ґрунту на підприємствах хімічної переробки палива і вуглецю. Перспективи переходу до

безстічного ведення технологічних процесів. Безтрубна, безвідходна технологія.

Тема 11. Біосировина – альтернативне сировинне джерело.

Біоресурсний потенціал Землі. Базові органічні хімікати. Біопаливо. Біомаса – сировина для хімічної промисловості. Хімічні технології переробки біомаси в базові органічні хімікати. Ферментні технології переробки біомаси і хімічні продукти. Рослини як хімічні фабрики.

3. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Бирюков Ю. В. Термическая деструкция спекающихся углей.- М.: Металлургия, 1980. Железнова Н. Г., Кузнецов Д. Я., Матвеев А. К. и др. Запасы углей стран мира.- М. : Недра, 1983.
2. Кричко А. А., Лебедев В. В., Фарберов И. Л. Нетопливное использование углей.- М.: Недра, 1978.
3. Лазаров Л., Ангелова Г. Структура и реакции угля.- София: Изд-во БАН, 1990.
4. Кучер Р. В., Компанец В. А., Бутузова Л. Ф. Структура ископаемых углей и их способность к окислению.- К.: Наук. думка, 1980.
5. Липович В. Г., Калабин Г. А., Калечиц И. В. и др. Химия и переработка угля.- М.: Химия, 1988.
6. Нестеренко Л. Л., Бирюков Ю. В., Лебедев В. А. Основы химии и физики горючих ископаемых.- К.: Вища шк., 1987.
7. Печура Н. С., Капкин В. Д., Песин О. Ю. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа.- М.: Химия, 1986.
8. Саранчук В. И. Окисление и самовозгорание угля.- К.: Наук. думка, 1982.
9. Саранчук В. И., Айруни А. Т., Ковалев К. Е. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля.- К.: Наук. думка, 1988.
10. Саранчук В. И., Бутузова Л. Ф., Минкова В. Н. Термохимическая деструкция бурых углей.- К.: Наук. думка, 1993.
11. Саранчук В. И., Русчев Д., Семенов В. К. и др. Окисление и самовозгорание твердого топлива.- К.: Наук. думка, 1994.
12. Скляр М. Г. Физико-химические основы спекания угля.- М.: Металлургия, 1984.
13. Справочник коксохимика// Под ред. А. К. Щелкова.- М.: Металлургия, 1966.
14. Тайц Е. М., Андреева И. А. Методы анализа и испытания углей.- М.: Недра, 1983. Химические вещества из угля// Под ред. И. В. Калечица.- М.: Химия, 1980.
15. Шулепов Е. В. Физика углеродных материалов.- Челябинск: Металлургия, 1990.

16. Кухар В.П. Біоресурси – потенціально сировина для промислового органічного синтезу Катализ и нефтехимия, 2007, №15.
17. Русьянова Н.Д. Углекислотная химия Научное издание. – Наука.- 2003, 316 с.
18. Русчев Д.Д. Химия твердого топлива. - Л., Химия. – 1976, 256 с.
19. Кузнецов Б.Н. Моторные топлива из альтернативного нефти сырья.
20. Соросовский образовательный журнал. – Т 6, №4. - 2000 – С. 50-56.
21. Кухар В.П. Біоресурси —потенційна сировина для промислового органічного синтезу. Біотехнологія. - Т. 1, №1. - 2008. – С. 12-27.
22. Римарева Л.В. Биодизельное топливо: состав, получение, продуценты, современная биотехнология (обзор). Биологические аспекты переработки растительного сырья на топливный биоэтанол.
23. Феофилова Е.П., Сергеева Я.Э., Ивашечкин А.А. Возобновляемые растительные ресурсы. Санкт-Петербург; Пушкин, 2006. Книга 1. 415 с.
24. Феофилова Е.П., Сергеева Я.Э., Ивашечкин А.А. Біодизельне паливо: сировина, технології виробництва і властивості. Залекас. Kaunas: KORA, 2011. P. 105.

4.ФОРМА ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ УСПІШНОСТІ

НАВЧАННЯ: Екзамен.

5.ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ:

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення **лекційних занять:**

- відповіді за питаннями лекційного курсу;
- усні або письмові завдання.

Діагностика успішності навчання аспірантів під час проведення **практичних та індивідуальних занять:**

- усне опитування;
- участь в обговоренні дискусійних питань.