

Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь

Учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Ректор БГАТУ

С.В. Романюк Н.Н. Романюк

« 23 » мая 2023 г.

Регистрационный № УД- 1487 /уч.

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

- 7-06-0812-03 «Технический сервис в агропромышленном комплексе»
- 7-06-0812-05 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники»

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов высшего образования (ОСВО-7-06-0812-03-2023, ОСВО-7-06-0812-05-2023), утвержденных Постановлением Министерства образования Республики Беларусь и Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь 31.05.2023 №164/62.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н.К. Толочко, профессор кафедры «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор физико-математических наук, профессор

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра «Материаловедение в машиностроении» Белорусского национального технического университета;

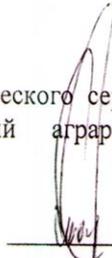
В.В. Савич, первый заместитель директора государственного научного учреждения «Институт порошковой металлургии» Национальной академии наук Беларуси, кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Технологии и организация технического сервиса» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

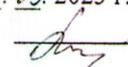
(протокол № 2 от 11.09.2023 г.)

Заведующий кафедрой


В.Е. Тарасенко

Научно-методическим советом факультета «Технический сервис в АПК» учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» (протокол № 1 от 11.09.2023 г.)

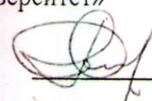
Председатель НМС


В.К. Корнеева

Научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет»

(протокол № 3 от 13.11.2023 г.)

Председатель НМС


А.В. Миранович

Нормоконтроль:

Начальник ЦНМ и УР


А.А. Бренч

Директор библиотеки


С.П. Драницына

Ответственный за научное редактирование и выпуск: В.Е. Тарасенко, заведующий кафедрой «Технологии и организация технического сервиса»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа по учебной дисциплине «Нанотехнологии и наноматериалы» разработана в соответствии с образовательным стандартом высшего образования и учебными планами по специальностям:

7-06-0812-03 «Технический сервис в агропромышленном комплексе»;

7-06-0812-05 «Проектирование и производство сельскохозяйственной техники».

В последние годы нанотехнологии все шире распространяются в различных отраслях агропромышленного комплекса, в том числе при производстве, техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники. Для успешного продвижения нанотехнологий в агропромышленную сферу необходимо обеспечить подготовку соответствующих специалистов – инженеров, знающих основы нанотехнологий и особенности их применения в сельском хозяйстве.

Цель учебной дисциплины – формирование системы знаний, умений и профессиональных компетенций в области нанотехнологий для решения задач эффективного развития нанотехнологий в сельском хозяйстве.

Задачи учебной дисциплины – изучение разновидностей наноматериалов, их структуры, свойств, способов их получения и контроля, особенностей их применения для упрочнения деталей сельскохозяйственной техники в процессе изготовления и восстановления, а также для получения смазочных и топливных материалов с повышенными эксплуатационными характеристиками.

В результате изучения учебной дисциплины «Нанотехнологии и наноматериалы» у магистрантов формируется следующая компетенция:

- владеть научными основами и практическими навыками анализа, интерпретации и использования в инновационных разработках современных технологий, материалов и их свойств.

В результате изучения учебной дисциплины магистрант должен:

знать:

разновидности наноматериалов, их размерные и структурные характеристики и связанные с ними особенности проявления их свойств, технологии их получения и контроля, сферы их применения;

особенности применения нанотехнологий при производстве, техническом обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники;

современное состояние, проблемы и перспективы развития нанотехнологий;

уметь:

различать различные виды наноматериалов по их структурным особенностям;

осуществлять выбор технологий для получения различных видов наноматериалов;

анализировать структуру наноматериалов.

ИМЕТЬ НАВЫК:

владения междисциплинарным подходом к решению научно-технических проблем;

владения методикой определения размерных и структурных характеристик наноматериалов на основе анализа их микроизображений;

рационального выбора наноматериалов для их применения при решении задач производства, технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники;

работать в команде и глубоко осознавать общегражданские цели своей профессиональной деятельности.

На изучение учебной дисциплины согласно учебному плану отводится всего 120 часов (трудоемкость учебной дисциплины – 3 зачетных единицы), в том числе 48 аудиторных часов; для заочной формы получения образования – 10 аудиторных часов.

Распределение аудиторных часов по видам занятий приведено в тематических планах.

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН (дневная форма получения образования)

№ и наименование модуля (раздела, темы)	Общее кол-во часов / зач. единиц на семестр	Ауд. часов	В том числе				Всего УСРС по модулю (час)
			лекции (час)		практические занятия (час)		
			часы по плану	в том числе УСРС	часы по плану	в том числе УСРС	
2(3) семестр (экзамен)	120 / 3	48	24		24		
1. Наноматериалы и нанотехнологии: общая характеристика		6	2		4		
2. Нанокристаллы и нанокристаллические материалы		10	2		8		
3. Углеродные наноматериалы		6	2		4		
4. Наноконпозиционные и нанопористые материалы		6	2		4		
5. Наномодифицирование поверхности		2	2				
6. Нанопокрyтия		2	2				
7. Наносуспензии		6	2		4		
8. Контроль наноматериалов		2	2				
9. Нанотрибология		2	2				
10. История развития нанотехнологий		2	2				
11. Нанотехнологии в сельском хозяйстве		4	4				

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

(заочная форма получения образования)

для специальности 7-06-0812-03 «Технический сервис в агропромышленном комплексе»

№ и наименование модуля (раздела, темы)	Общее кол-во часов / зач. единиц на семестр	Ауд. час- ов	В том числе				Всего УСРС по модулю (час)
			лекции (час)		практические занятия (час)		
			час ы по план у	в том числе УСРС	часы по плану	в том числе УСРС	
4 семестр (экзамен)	120 / 3	10	4		6		
1. Наноматериалы и нанотехнологии: общая характеристика		8	2		6		
2. Наномодифицированные поверхности и нанопокрyтия		2	2				

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Наноматериалы и нанотехнологии: общая характеристика

Наноматериалы: основные понятия. Разновидности наноматериалов: наночастицы и наноструктурные материалы. Нанотехнологии: основные понятия. Разновидности нанотехнологий: получение, применение и контроль наноматериалов. Приоритетные направления развития нанотехнологий.

2. Нанокристаллы и нанокристаллические материалы

Структура и свойства нанокристаллов. Получение кристаллических нанопорошков. Применение нанокристаллов. Структура и механические свойства нанокристаллических материалов. Получение объемных нанокристаллических материалов.

3. Углеродные наноматериалы

Аллотропия углерода. Фуллерены. Фуллериты. Графен. Нанопластины графита. Углеродные нанотрубки. Углеродные нановолокна. Наноалмазы.

4. Нанокomпозиционные и нанопористые материалы

Нанокomпозиционные материалы. Матричные нанокomпозиты: общая характеристика. Объемные металлические нанокomпозиты. Объемные полимерные нанокomпозиты. Многослойные нанокomпозиты. Нанопористые материалы.

5. Наномодифицирование поверхности

Наномодифицирование поверхности: общая характеристика. Наномодифицирование приповерхностного слоя. Наномодифицирование рельефа поверхности.

6. Нанопокрытия

Нанопокрытия: общая характеристика. Напыление нанопокровтий. Комбинированные методы нанесения нанопокровтий. Наплавка нанопокровтий. Гальванические нанопокровтия. Полимерные нанопокровтия. Лакокрасочные нанопокровтия.

7. Наносуспензии

Смазочные наноматериалы: детергентно-диспергирующие, антифрикционные, металлоплакирующие и прирабочные наноприсадки. Топливные наноматериалы.

8. Контроль наноматериалов

Просвечивающий электронный микроскоп. Сканирующие зондовые микроскопы: сканирующий электронный микроскоп, сканирующий туннельный микроскоп, СТМ-манипулирование атомами, атомно-силовой микроскоп, ближнепольный оптический микроскоп.

9. Нанотрибология

Понятие и предпосылки развития нанотрибологии. Микро / наноэлектромеханические системы. Механизм атомарного трения. Суперсмазка.

10. История развития нанотехнологий

Нанотехнологии прошлого. Природные нанотехнологии. Предпосылки для развития нанотехнологий. Современные нанотехнологии.

11. Нанотехнологии в сельском хозяйстве

Принципы выбора приоритетных направлений развития нанотехнологий в АПК. Применение нанотехнологий в АПК: растениеводство, животноводство и ветеринария, переработка сельскохозяйственного сырья и производство пищевых продуктов, агропромышленные машины, агропромышленные сооружения.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (дневная форма получения образования)

Номер модуля, занятия	Наименование модуля (раздела, темы), занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов				Мат. обеспечение занятий	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятия	Лекции	Практ. занятия	УСРС			
		48	24	24				
1	Нanomатериалы и нанотехнологии: общая характеристика		2			[1, 2]	[1-4]	
2-3	Классификация наноматериалов и нанотехнологий			4		[1, 2]	[1-4]	
4	Нанокристаллы и нанокристаллические материалы		2			[1, 2]	[1-4]	
5-6	Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах			4		[1, 2]	[1-4]	
7-8	Изучение свойств наночастиц			4		[1, 2]	[1-4]	
9	Углеродные наноматериалы		2			[1, 2]	[1-4]	
10-11	Изучение структуры углеродных наноматериалов			4		[1, 2]	[1-4]	
12	Нанокomпозиционные и нанопористые материалы		2			[1, 2]	[1-4]	
13-14	Изучение структуры консолидированных наноматериалов			4		[1, 2]	[1-4]	
15	Наномодифицирование поверхности		2			[1, 2]	[1-4]	
16	Нанопокpытия		2			[1, 2]	[1-4]	
17	Наносуспензии		2			[1, 2]	[1-4]	
18-19	Изучение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных углеродными микро- и наночастицами			4		[1, 2]	[1-4]	
20	Контроль наноматериалов		2			[1, 2]	[1-4]	
21	Нанотрибология		2			[1, 2]	[1-4]	
22	История развития нанотехнологий		2			[1, 2]	[1-4]	
23	Перспективные области применения нанотехнологий		2			[1, 2]	[1-4]	
24	Перспективы развития нанотехнологий в АПК		2			[1, 2]	[1-4]	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
 (заочная форма получения образования)
 для специальности 7-06-0812-03 «Технический сервис в агропромышленном
 комплексе»

Номер модуля, занятия	Наименование модуля (раздела, темы), занятия; перечень основных (базовых) вопросов	Количество аудиторных часов				Мат. обеспечение занятий	Литература	Форма контроля знаний
		Всего на модуль, занятия	Лекции	Практ. занятия	УСРС			
		10	4	6				
1	Наноматериалы и нанотехнологии: общая характеристика		2			[1, 2]	[1-4]	
2	Классификация наноматериалов и нанотехнологий			2		[1, 2]	[1-4]	
3	Наномодифицированные поверхности и нанопокртыя		2			[1, 2]	[1-4]	
4	Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах			2		[1, 2]	[1-4]	
5	Изучение структуры углеродных наноматериалов			2		[1, 2]	[1-4]	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень материального обеспечения занятий

1. Компьютерная техника с возможностью подключения к сети Интернет, мультимедийное презентационное оборудование
2. Слайды, плакаты, **учебные** материалы на цифровых носителях.

Перечень практических работ

1. Классификация наноматериалов и нанотехнологий
2. Оценка доли поверхностных атомов в наночастицах
3. Изучение свойств наночастиц
4. Изучение структуры углеродных наноматериалов
5. Изучение структуры консолидированных наноматериалов
6. Изучение свойств смазочно-охлаждающих жидкостей, модифицированных углеродными микро- и наночастицами

Литература

Основная

1. Наноматериалы и нанотехнологии для машиностроения: учебное пособие для студентов учреждений высшего образования / В. А. Струк [и др.]; под редакцией В. А. Струка, В. А. Гольдаде. – Минск: РИВШ, 2021. – 511 с.
2. Нанотехнологии и наноматериалы: практикум / Н.К. Толочко. Минск: БГАТУ, 2021. – 93 с.
3. Введение в нанотехнологию: учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 464 с.
4. Старостин, В. В. Материалы и методы нанотехнологий: учебное пособие / В. В. Старостин; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. – 2-е изд. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 431 с.

Дополнительная

5. Наноматериалы и нанотехнологии / В.М. Анищик [и др.]; под ред. В.Е. Борисенко, Н.К. Толочко. – Минск: Издательский центр БГУ, 2008. – 375 с.
6. Жданок, С. А. Нанотехнологии в агропромышленном комплексе: монография / С. А. Жданок, З. М. Ильина, Н. К. Толочко; под ред. Н. К. Толочко. – Минск: БГАТУ, 2012. – 172 с.
7. Нанотехнологии в машиностроении: учебное пособие / Ю. Н. Полянчиков [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 92 с.
8. Григорьев, С. Н. Технологии нанообработки: учебное пособие / С. Н. Григорьев, А. А. Грибков, С. В. Алешин. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 320 с.
9. Андриевский, Р. А. Основы наноструктурного материаловедения. Возможности и проблемы: монография / Р. А. Андриевский. – 4-е изд. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 255 с.

Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности студентов

1. Вопросы к практическим занятиям
2. Вопросы к экзамену

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

Название учебной программы, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
	Технологии и организация технического сервиса	Согласование не требуется	Протокол № 2 От 11.09. 2023 г.

Заведующий кафедрой _____

В.Е. Тарасенко

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор БГАТУ

(подпись) (инициалы, фамилия)
« ____ » _____ 20__ г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ НА 20__-20__ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№№ пп	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № _____ от _____ 20__ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Нормоконтроль:
Начальник ЦНМиУР _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель декана факультета «Технический сервис в ПК» _____ (подпись)	А.Л. Вольский _____ (инициалы, фамилия)
--	---

СОГЛАСОВАНО

Декан агроμηχανического факультета _____ (подпись)	В.Б. Ловкис _____ (инициалы, фамилия)
---	---