

**Программа элективного курса
«ВВЕДЕНИЕ В НАНОТЕХНОЛОГИИ»
по биологии для 10-11 классов
средней общеобразовательной школы
(32 часа)**

1. Пояснительная записка

Ряд разделов дисциплины «Биология» для 10-11 классов средней общеобразовательной школы («Клетка как биологическая система», «Размножение и индивидуальное развитие организмов», «Основы генетики», «Основы селекции») предполагают изложение материала, который может послужить основой для конкретного ознакомления с сущностью нанобиотехнологий. Это в первую очередь темы, посвященные организации прокариотической и эукариотической клеток, клеточных мембран и органоидов, плазмалеммы, а также структуре и биологической роли молекул биополимеров: ДНК, РНК, белков (ферментов, рецепторов, переносчиков, структурных белков). Тем не менее в действующей программе дисциплины «Биология» для средней общеобразовательной школы нет ни одной темы, посвященной ознакомлению с нанобиотехнологиями. В содержательной части программы и основных учебниках по биологии не употребляется термин «нанотехнологии» («нанобиотехнологии»), следовательно, не раскрывается сущность самого понятия «нанобиотехнологии».

Нанобиотехнологии как сектор нанотехнологий основывается на закономерностях строения и механизмах функционирования живых систем молекулярного, субклеточного и клеточного уровней организации.

В настоящее время оформляются два направления в создании и развитии биотехнологий. Задачей первого направления является создание новых материалов, биосенсоров, биоэлектронных устройств, наномашин с биологическими компонентами, биороботов для внутриклеточных манипуляций и доставки веществ (гормонов, ферментов и др.) внутрь клетки.

Второе направление предполагает разработку методов и способов привнесения искусственных наноразмерных частиц, технических материалов и интерфейсов в мир биосистем с целью их:

- инструментального исследования;
- диагностики состояния (норма, предпатология, патология);
- лечения заболеваний.

В качестве базовых принципов преподавания элективного курса «Введение в нанотехнологии» (биология) могут быть рекомендованы следующие:

– многоуровневость изложения знаний о биологических системах в качестве теоретического обоснования нанобиотехнологий: биомолекулы, макромолекулы и биополимеры, биомембраны, цитоплазма и органоиды клетки, прокариотическая и эукариотическая клетки, неклеточные формы жизни;

– структурно-функциональный подход к изучению биомолекул и биоструктур;

– междисциплинарный характер всестороннего освещения организации биологических систем, предполагающий использование достижений биофизики, биохимии, экологии и других наук;

– обоснование теоретических основ в разработке нанотехнологий;

– определение ближайших и отдаленных перспектив развития нанобиотехнологий;

– освещение прикладного значения нанобиотехнологий для промышленности, медицины, сельского хозяйства, охраны природы и рационального природопользования.

2. Цель и задачи дисциплины

Цель: углубить и расширить знания учащихся о молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях организации живых систем и на этой основе ознакомить с основными направлениями новой отрасли науки и техники – нанобиотехнологиями.

Задачи:

- углубить знания о молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях организации живых систем;
- сформировать у учащихся общее представление о нанотехнологиях и нанобиотехнологиях как особых отраслях науки и производства;
- ознакомить учащихся с основными направлениями и методами исследований в области нанобиотехнологий;
- дать представление о практическом значении разрабатываемых нанобиотехнологий для медицины, экологии, сельскохозяйственного и других производств;
- ознакомить учащихся с перспективами развития нанотехнологий и тем самым расширить их профориентационные возможности.

3. Исходный уровень знаний

Для усвоения содержания элективного курса «Введение в нанотехнологии» (модуль «Биология») необходимо знание ряда вопросов из курса общей биологии средней общеобразовательной школы:

- взаимосвязь молекулярного, субклеточного (надмолекулярного) и клеточного структурно-функциональных уровней организации живой природы;
- химический состав клетки;
- строение и жизнедеятельность эукариотической и прокариотической клеток;
- обмен веществ в клетке;
- молекулярные механизмы клеточной пролиферации;
- молекулярно-генетические принципы генетической инженерии;
- достижения и перспективы развития биотехнологии;
- закономерности наследственности, изменчивости, индивидуального и исторического развития живых организмов;
- взаимосвязь живого организма и среды обитания;
- закономерности и факторы исторических изменений живой природы.

4. Требования к уровню освоения дисциплины

Учащиеся должны:

- **получить представление:**
 - о единстве фундаментальных естественных наук, незавершенности естествознания и перспективах его дальнейшего развития;
 - об особенностях молекулярного, субклеточного и клеточного уровней организации и развития живых систем;
 - о специфике нанообъектов и нанобиотехнологий;
 - о возможных сферах применения нанобиотехнологий в науке и производстве;
- **знать:**
 - строение и биологическую роль биомакромолекул, биомембран, субчастиц органоидов, органоидов прокариотической и эукариотической клеток;
 - основные методы нанобиотехнологий;
 - направления развития фундаментальных исследований и прикладных разработок в области нанобиотехнологий;

– основные достижения нанобиотехнологий, их значение для медицины, экологии, сельского хозяйства и промышленного производства;

– перспективы развития нанобиотехнологий;

• **уметь:**

– выполнять творческие задания для самостоятельного получения и применения знаний;

– обсуждать дискуссионные проблемы, отстаивая собственную точку зрения;

• **приобрести навыки:**

– самостоятельной работы с учебной, научной и справочной литературой;

– написания рефератов и литературных обзоров по проблеме.

5. Объем дисциплины – 32 часа, из них 16 часов рекомендуется для изучения обязательных блоков и 16 часов – дополнительных блоков.

6. Распределение часов по блокам и видам учебной работы

Форма обучения – элективная.

Название блоков	Всего (ч)	Формы учебных занятий	
		Аудиторные занятия	
		Лекции (ч)	Семинарские занятия (ч)
Блоки для обязательного изучения			
1. Нанобиотехнологии – новый этап развития биологической науки	3	2	1
2. Нанобиотехнологии на основе амплификации и репликации молекул нуклеиновых кислот	3	2	1
3. Нанобиотехнологии на основе метода генетической инженерии	3	2	1
4. Нанобиотехнологии надмолекулярного (субклеточного) уровня организации живых систем	3	2	1
5. Наночастицы в антропогенных экосистемах. Биологическая безопасность наноконструкций и нанотехнологий	4	2	2
Итого	16	10	6

Блоки для дополнительного изучения			
1. Биомакромолекулы (молекулы биополимеров) как составляющие наномира	4	2	2
2. Фибриллярные структуры биологических тканей, естественные и искусственные нановолокна	3	2	1
3. Неклеточные и прокариотические формы жизни в наноконструкциях и нанобиотехнологиях	3	2	1
4. Нанобиореакторы как устройства для изучения и производства ферментов	3	2	1
5. Нанобиотехнологии в иммунологии	3	2	1
Итого	16	10	6
Итого по курсу	32	20	12

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Компьютерный класс
2. Интерактивная доска
3. Интернет-ресурсы
4. Мультимедийный проектор
5. Видеофильмы

Тематическое планирование изучения учебного материала

№	Блок	Цель	Основное содержание	Планирование изучения блока	Форма	Домашнее задание	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Нанобиотехнологии – новый этап развития биологической науки (3 ч)	Сформировать представление о нанобиотехнологиях как новом этапе развития биологии	Эволюционно обусловленные структурно-функциональные уровни организации живых систем. Определение понятий «наноструктуры» и «нанотехнологии». Молекулярный и субклеточный уровни организации живых систем как основные в манипуляциях с наноструктурами. Основные направления разрабатываемых нанобиотехнологий	<i>Урок 1.</i> Эволюционно обусловленные структурно-функциональные уровни организации живых систем	Лекция	Глава 1 учебного пособия, п.1.1	Для обязательного изучения
				<i>Урок 2.</i> Основные направления разрабатываемых нанобиотехнологий	Лекция	Глава 1 учебного пособия, п.1.4	
				<i>Урок 3.</i> Нанобиотехнологии – новый этап развития биологической науки	Семинар	Глава 1 учебного пособия	
2	Биомакромолекулы (молекулы биополимеров) как составляющие наномира (4 ч)	Сформировать представление об основных достижениях нанобиотехнологий на основе биополимеров	Биомакромолекулы. Мономеры и биополимеры. Нуклеиновые кислоты и белки – критическая тройка биомакромолекул. ДНК как носитель и хранитель генетической информации в клетке. Биологическая роль РНК, особенности ее строения и функции. Белки: структурная организация и функции в клетке. Белки-переносчики: особенности располо-	<i>Урок 1.</i> ДНК как носитель и хранитель генетической информации в клетке. Биологическая роль РНК, особенности ее строения и функции	Лекция	Глава 2 учебного пособия, п.2.2, 2.3	Для дополнительного изучения
				<i>Урок 2.</i> Белки: структурная организация и функции в клетке. Нанобиотехнологии на основе белков-переносчиков и	Лекция	Глава 2 учебного пособия, п.2.4-2.8	

1	2	3	4	5	6	7	8
			жения и функционирования в	белков-рецепторов			
			клетке. Строение, расположение и функции белков-рецепторов. Достижения нанобиологии в изучении рецепторной функции мембраны. Нанобиотехнологии на основе белков-переносчиков и белков-рецепторов. Нанобиосенсоры, их применение в диагностике заболеваний	<p><i>Урок 3.</i> Биомакромолекулы (молекулы биополимеров) как составляющие наномира</p> <p><i>Урок 4.</i> Нанобиосенсоры, их применение в диагностике заболеваний</p>	Семинар	Глава 2 учебного пособия	
3	Нанобиотехнологии на основе амплификации и репликации молекул нуклеиновых кислот (3 ч)	Сформировать систему знаний о современных нанотехнологиях, основанных на свойствах и биологической роли нуклеиновых кислот	Свойства ДНК, используемые в нанотехнологиях. Механизм репликации ДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот, ее практическое применение. Амплификация молекул нуклеиновых кислот как основа для разработки методов диагностики заболеваний	<p><i>Урок 1.</i> Гибридизация нуклеиновых кислот и амплификация нуклеиновых кислот как основа для разработки методов диагностики заболеваний</p> <p><i>Урок 2.</i> Нанотехнологии на основе ДНК. Наноконструкции в диагностике мутаций</p> <p><i>Урок 3.</i> Нанобиотехнологии на основе амплификации и репликации молекул нуклеиновых кислот</p>	Лекция	Глава 3 учебного пособия, п.3.2, 3.3	Для обязательного изучения
					Лекция	Глава 3 учебного пособия, п.3.4, 3.5	
					Семинар	Глава 3 учебного пособия	

1	2	3	4	5	6	7	8
4	Нанобиотехнологии на основе метода генетической инженерии (3 ч)	Сформировать представления о генной инженерии как области нанобиотехнологий	Генетическая инженерия как одно из направлений нанобиотехнологий: понятие, цели, основные принципы. Способы получения генов для трансплантации. Технологии переноса генов в клетку. Методы внедрения чужеродного ДНК в геном клетки. Перспективы развития нанобиотехнологий в производстве биологически активных веществ и лекарственных препаратов. Генная терапия и генный таргетинг. Основные стратегии создания наноконструкций на основе нуклеиновых кислот. Области применения наноконструкций на основе ДНК	Урок 1. Генетическая инженерия как одно из направлений нанобиотехнологий: понятие, цели, основные принципы	Лекция	Глава 4 учебного пособия, п.4.1-4.5	Для обязательного изучения
				Урок 2. Основные стратегии создания наноконструкций на основе нуклеиновых кислот	Лекция	Глава 4 учебного пособия, п.4.6	
				Урок 3. Нанобиотехнологии на основе метода генетической инженерии	Семинар	Глава 4 учебного пособия	
5	Нанобиотехнологии надмолекулярного (субклеточного) уровня организации живых систем (3 ч)	Сформировать представление о нанобиотехнологиях, основанных на принципах функционирования биологиче-	Структурная организация плазматической мембраны (плазмалеммы). Типы мембранных белков (интегральные, полуинтегральные, периферические). Функции плазмалеммы: барьерная, рецепторная, транспортная. Понятие об элементарной биологической мембране. Нанобиотехнологии для направленного транспорта веществ. Использо-	Урок 1. Элементарная биологическая мембрана. Структурная организация плазматической мембраны	Лекция	Глава 5 учебного пособия, п.5.1-5.3	Для обязательного изучения
				Урок 2. Нанобиотехнологии в направленном транспорте веществ. Использование искусственных мембран в качестве биофильтров	Лекция	Глава 5 учебного пособия, п.5.5, 5.6	

1	2	3	4	5	6	7	8
		ских мембран	вание искусственных мембран в качестве биофильтров. Нанобиотехнологии на основе тилакоидных мембран хлоропластов	<i>Урок 3.</i> Нанобиотехнологии надмолекулярного (субклеточного) уровня организации живых систем	Семинар	Глава 5 учебного пособия	
6	Фибриллярные структуры биологических тканей, естественные и искусственные нановолокна (3 ч)	Расширить знания учащихся о фибриллярных структурах биологических тканей, сформировать представления об основных методах получения и перспективах применения искусственных нановолокон	Макромолекулы, образующие фибриллярные (волокнистые) структуры в клетках и тканях живого организма: особенности структуры и функции. Цитоскелет клетки как система нановолокон. Микрофиламенты: строение, роль в клетке, актин и другие белки микрофиламентов. Микротрубочки: состав, строение, биологическая роль. Создание аналогов биологических ресничек методами нанотехнологий. Промежуточные филаменты. Фибриллярные белки соединительных тканей. Свойства, распространение и образование в живых тканях коллагеновых и эластических волокон. Биоволокна на основе полисахаридов. Методы создания искусственных нановолокон. Применение искусственных нановолокон в био-	<i>Урок 1.</i> Фибриллярные (волокнистые) структуры клеток и тканей живого организма: особенности структуры и функции	Лекция	Глава 6 учебного пособия, п.6.1-6.8	Для дополнительного изучения
				<i>Урок 2.</i> Методы создания искусственных нановолокон. Применение искусственных нановолокон в биологии и медицине	Лекция	Глава 6 учебного пособия, п.6.9, 6.10	
				<i>Урок 3.</i> Фибриллярные структуры биологических тканей, естественные и искусственные нановолокна	Семинар	Глава 6 учебного пособия	

1	2	3	4	5	6	7	8
			логии и медицине				
7	Неклеточные и прокариотические формы жизни в наноконструкциях и нанобиотехнологиях (3 ч)	Сформировать представление об использовании неклеточных и прокариотических форм жизни в наноконструкциях и нанотехнологиях	Общая характеристика прокариотических организмов. Использование бактерий в нанотехнологиях (внутриклеточная доставка лекарств; создание наночастиц; бактерии как источник энергии). Нанобактерии в системе живой природы. Особенности строения и функционирования вирусов как представителей неклеточной формы жизни. Вирусы в борьбе против раковых заболеваний. Нанотехнологии на основе вирусов. «Искусственные вирусы» в коррекции наследственных аномалий	<i>Урок 1.</i> Использование бактерий в нанотехнологиях: внутриклеточная доставка лекарств; создание наночастиц; бактерии как источник энергии	Лекция	Глава 7 учебного пособия, п.7.1, 7.2	Для дополнительного изучения
				<i>Урок 2.</i> Нанотехнологии на основе вирусов	Лекция	Глава 7 учебного пособия, п.7.4-7.7	
				<i>Урок 3.</i> Неклеточные и прокариотические формы жизни в наноконструкциях и нанобиотехнологиях	Семинар	Глава 7 учебного пособия	
8	Нанобиореакторы как устройства для изучения и производства	Активизировать знания учащихся о строении и биологической роли	Структурно-функциональные особенности ферментов как биологических катализаторов. Применение ферментов. Микроорганизмы как наиболее распространенные биореакторы ферментов. Ферменты, синтезируемые бак-	<i>Урок 1.</i> Микроорганизмы как наиболее распространенные биореакторы ферментов	Лекция	Глава 8 учебного пособия, п.8.1-8.4	Для дополнительного изучения
				<i>Урок 2.</i> Использование бактерий для получения наночастиц	Лекция	Глава 8 учебного пособия,	

1	2	3	4	5	6	7	8
	ферментов (3 ч)	ферментов, сформировать представление о нанобиореакторах	териальной клеткой. Использование бактерий для получения наночастиц			п.8.5	
				<i>Урок 3.</i> Нанобиореакторы как устройства для изучения и производства ферментов	Семинар	Глава 8 учебного пособия	
9	Нанобиотехнологии в иммунологии (3 ч)	Сформировать представление о возможностях применения нанотехнологий в современной иммунологии	Нанобиотехнологии в иммунологии: проблемы и перспективы. Диагностика иммуноглобулинов, получение и применение моноклональных антител. Перспективы создания иммунобиопрепаратов нового поколения. Наноэмульсии в борьбе с инфекционными заболеваниями	<i>Урок 1.</i> Нанобиотехнологии в иммунологии: проблемы и перспективы	Лекция	Глава 9 учебного пособия, п.9.1-9.3	Для дополнительного изучения
				<i>Урок 2.</i> Наноэмульсии в борьбе с инфекционными заболеваниями	Лекция	Глава 9 учебного пособия, п.9.4	
				<i>Урок 3.</i> Нанобиотехнологии в иммунологии	Семинар	Глава 9 учебного пособия	
10	Наночастицы в антропогенных экосистемах. Биологическая	Сформировать представление о биологической безопасности наноконст-	Основные типы антропогенных экосистем, их отличие от естественных экосистем. Достижения сельскохозяйственной биотехнологии. Понятие об экологической биотехнологии, ее задачи. Биодegradация ксенобиотиков. Осо-	<i>Урок 1.</i> Особенности влияния наночастиц на живые организмы. Влияние наночастиц углерода, фуллеренов и углеродных нанотрубок на свертываемость крови	Лекция	Глава 10 учебного пособия, п.10.4-10.7	Для обязательного изучения

1	2	3	4	5	6	7	8
	безопасность наноконструкций и нанотехнологий (4 ч)	рукций и нанотехнологий, ознакомить с перспективами применения наночастиц в антропоценозах	бенности влияния наночастиц на живые организмы. Наноструктуры на основе углерода: фуллерены, одно- и многослойные нанотрубки. Влияние наночастиц углерода, фуллеренов и углеродных нанотрубок на свертываемость крови. Нанобиотехнологии в контроле качества пищевых продуктов	<i>Урок 2. Достижения сельскохозяйственной и экологической биотехнологии. Нанотехнологии в охране окружающей среды</i>	Лекция	Глава 10 учебного пособия, п.10.2-10.3	
				<i>Урок 3. Наночастицы в антропогенных экосистемах</i>	Семинар	Глава 10 учебного пособия	
				<i>Урок 4. Биологическая безопасность наноконструкций и нанотехнологий</i>	Семинар	Глава 10 учебного пособия	