

**КАТАЛОГ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ  
6-05-0511-03 МИКРОБИОЛОГИЯ**

## Оглавление

Государственный компонент.....	<b>Ошибка! Залкада не определена.</b>
История белорусской государственности .....	4
Латинский язык .....	12
Неорганическая химия .....	14
Органическая химия .....	16
Аналитическая и физическая химия (нет программы) .....	19
Цитология и гистология .....	20
Основы ботаники .....	22
Основы зоологии .....	24
Анатомия человека .....	26
Структурная организация клеток микроорганизмов.....	28
Физиология микроорганизмов.....	30
Систематика микроорганизмов .....	32
Вирусология .....	34
Генетика.....	36
Генетика микроорганизмов.....	38
Молекулярная биология .....	40
Фармацевтическая микробиология .....	42
Антимикробные средства .....	45
Ветеринарная микробиология .....	48
Иммунология .....	51
Медицинская и санитарная микробиология .....	54
Основы права .....	56
Основы педагогики и психологии .....	58

Введение в специальность .....	60
Высшая математика .....	62
Физика .....	64
Основы информационной биологии .....	66
Биохимия.....	69
Физиология растений.....	71
Физиология человека и животных.....	73
Культивирование микроорганизмов.....	75
Микробные объекты в биотехнологии .....	77
Фундаментальные и прикладные аспекты микробных биотехнологий .....	79
Промышленная микробиология.....	81
Биологическая статистика (нет программы).....	83
Введение в системную биологию .....	84
Экология микроорганизмов .....	86
Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами .....	88
Микробиологическая очистка промышленных отходов .....	90
Иммобилизованные клетки и ферменты микроорганизмов (нет программы).....	92
Микробиологическая трансформация веществ .....	93
Молекулярные аспекты эволюции .....	95
Векторные системы.....	97
Нанобиотехнология.....	99
Трансгенные эукариотические организмы .....	101
Основы управления интеллектуальной собственностью (нет программы).....	103

Фитопатогенные микроорганизмы .....	104	Микробная экология человека .....	122
Биологически активные метаболиты микроорганизмов.....	106	Биогеохимическая деятельность микроорганизмов .....	124
Микроорганизмы в пищевой промышленности .....	109	Спецпрактикум .....	126
Сельскохозяйственная микробиология .....	111	Спецпрактикум .....	129
Молекулярная бактериология.....	114		
Внехромосомные генетические элементы микроорганизмов .....	116		
Сигнальные системы микроорганизмов .....	118		
Микробные технологии получения рекомбинантных белков .....	120		

### История белорусской государственности

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «История белорусской государственности», модуль «Социально-гуманитарный-1» /**

Academic discipline «History of Belarusian statehood», module «Social and Humanitarian-1»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Основные этапы развития белорусской государственности; основы государственного права Республики Беларусь; Беларусь на стыке культур и цивилизаций</p>	<p>The main stages of the development of the Belarusian statehood; the basics of state law of the Republic of Belarus; Belarus at the Junction of Cultures and Civilizations</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Обладать способностью анализировать процессы государственного строительства в разные исторические периоды, выявлять факторы и механизмы исторических изменений, определять социально-политическое значение исторических событий (личностей, артефактов и символов) для современной белорусской государственности, в совершенстве использовать выявленные закономерности в процессе формирования гражданской идентичности; работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия; быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности; проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности</p>	<p>Have the ability to analyze the processes of state-building in different historical periods, identify the factors and mechanisms of historical changes, determine the socio-political significance of historical events (personalities, artifacts and symbols) for modern Belarusian statehood, perfectly use the identified patterns in the process of forming civil identity; work in a team, tolerate social, ethnic, religious, cultural and other differences; be capable of self-development and improvement in professional activities; take initiative and adapt to changes in professional activities</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - методологические основы и периодизацию истории белорусской государственности; - ключевые категории, связанные с историей и государственным строительством Республики Беларусь; - характеристика конституционного строя Республики Беларусь; - этапы формирования белорусской нации; - историко-ретроспективная и современная характеристика культурно-цивилизационного развития Беларуси; уметь:</p>	<p>know: - methodological foundations and periodization of the history of Belarusian statehood; - key categories related to the history and state-building of the Republic of Belarus; - characteristics of the constitutional system of the Republic of Belarus; - stages of the formation of the Belarusian nation; - historical, retrospective and modern characteristics of the cultural and civilizational development of Belarus; be able to: - to formulate and argue the main ideas and values of the Belarusian model of development; - apply the knowledge</p>

	<p>- формулировать и аргументировать основные идеи и ценности белорусской модели развития; - применять полученные знания в практической, образовательной и профессиональной сферах; - атрибутивно охарактеризовать особенности белорусской нации; - проанализировать основные факты и события истории белорусской государственности, дать им оценку; владеть:</p> <p>- базовыми научно-теоретическими знаниями для решения теоретических и практических задач; - навыками системного и сравнительного анализа; - исследовательскими навыками; - междисциплинарным подходом к решению проблем</p>	<p>gained in practical, educational and professional fields; - to characterize the features of the Belarusian nation attributively; - to analyze the main facts and events of the history of the Belarusian statehood, to assess them; have skills in:</p> <p>- basic scientific and theoretical knowledge for solving theoretical and practical problems; - skills of system and comparative analysis; - research skills; - interdisciplinary approach to problem solving</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1	1
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	<p>Эвристическое задание, аналитический отчет, устные опросы</p> <p>Дифференцированный зачет</p>	<p>Heuristic task, analytical report, oral examination</p> <p>Credit</p>

## Философия

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Философия», модуль «Социально-гуманитарный-1» /**

Academic discipline «Philosophy», module «Social and Humanitarian-1»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Философия и мировоззрение; генезис философского знания; основные направления философии; философское осмысление проблем бытия; философская антропология; теория познания и философия науки</p>	<p>Philosophy and worldview; the genesis of philosophical knowledge; the main directions of philosophy; philosophical comprehension of the problems of being; philosophical anthropology; Theory of Knowledge and Philosophy of Science</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Обладать современной культурой мышления, гуманистическим мировоззрением, аналитическим и инновационно-критическим стилем познавательной, социально-практической и коммуникативной деятельности, использовать основы философских знаний в непосредственной профессиональной деятельности, самостоятельно усваивать философские знания и выстраивать на их основании мировоззренческую позицию; работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия; быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности; проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности</p>	<p>Possess a modern culture of thinking, a humanistic worldview, an analytical and innovative-critical style of cognitive, socio-practical and communicative activities, use the basics of philosophical knowledge in direct professional activities, independently assimilate philosophical knowledge and build a worldview position on its basis; work in a team, tolerate social, ethnic, religious, cultural and other differences; be capable of self-development and improvement in professional activities; take initiative and adapt to changes in professional activities</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - основные проблемы философии, ключевые философские идеи и категории; - основные этапы развития философского знания с характерной для них проблематикой; - основные стратегии и ключевые направления развития современной философии; - подходы к философской интерпретации природного бытия; - фундаментальные компоненты философской антропологии и философии сознания; - основные характеристики познавательной деятельности, важнейшие философские методы и регулятивы</p>	<p>know: - the main problems of philosophy, key philosophical ideas and categories; - the main stages of the development of philosophical knowledge with their characteristic problems; - the main strategies and key directions of the development of modern philosophy; - approaches to the philosophical interpretation of natural being; - fundamental components of philosophical anthropology and philosophy of mind; - the main characteristics of cognitive activity, the most important philosophical methods and regulations of scientific research; - basic concepts of the functioning and development of society; -</p>

	<p>научного исследования; - основные концепции функционирования и развития общества; - базовые ценности современной культуры; - глобальные проблемы современности, основные стратегии и перспективы их разрешения;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать и аргументировать основные идеи и ценности своего мировоззрения; - применять философские идеи и категории в ходе анализа социокультурных и социально-профессиональных проблем и ситуаций; - характеризовать ведущие философские идеи современной научной картины мира, транслировать и популяризировать их;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовыми научно-теоретическими знаниями для решения теоретических и практических задач; - навыками системного и сравнительного анализа; - исследовательскими навыками; - навыками междисциплинарного подхода при решении проблем.</li> </ul>	<p>basic values of modern culture; - global problems of our time, basic strategies and prospects for their solution; be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- formulate and argue the main ideas and values of their worldview; - apply philosophical ideas and categories in the analysis of socio-cultural and socio-professional problems and situations; - characterize the leading philosophical ideas of the modern scientific picture of the world, broadcast and popularize them;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic scientific and theoretical knowledge for solving theoretical and practical problems; - skills of system and comparative analysis; - research skills; - skills of an interdisciplinary approach to problem solving</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, проект Экзамен	Oral examination, project Exam

### Современная политэкономия

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Современная политэкономия», модуль «Социально-гуманитарный-1» /

Academic discipline «Modern Political Economy», module «Social and Humanitarian-1»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Политическая экономия; экономическая и политическая системы общества; глобальная политэкономия	Political Economy; economic and political systems of society; Global Political Economy
Формируемые компетенции / The formed competences	Обладать способностью анализировать экономическую систему общества в ее динамике, законы ее функционирования и развития для понимания факторов возникновения и направлений развития современных социально-экономических систем, их способности удовлетворять потребности людей, выявлять факторы и механизмы политических и социально-экономических процессов, использовать инструменты экономического анализа для оценки политического процесса принятия экономических решений и результативности экономической политики; работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия; быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности; проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности	Have the ability to analyze the economic system of society in its dynamics, the laws of its functioning and development to understand the factors of emergence and directions of development of modern socio-economic systems, their ability to meet the needs of people, identify factors and mechanisms of political and socio-economic processes, use the tools of economic analysis to assess the political process of economic decision-making and the effectiveness of economic Policy; work in a team, tolerate social, ethnic, religious, cultural and other differences; be capable of self-development and improvement in professional activities; take initiative and adapt to changes in professional activities
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятие, сущность, структуру экономики;</li> <li>- экономические законы и современные закономерности;</li> <li>- методы измерения и оценки состояния национальной экономики;</li> <li>- основные экономические формации, виды экономических систем общества и политического устройства национальных государств;</li> <li>- базовые категории и понятия современной геополитики и геоэкономики;</li> <li>- современные трактовки</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the concept, essence, structure of the economy;</li> <li>- economic laws and modern regularities;</li> <li>- methods for measuring and assessing the state of the national economy;</li> <li>- the main economic formations, types of economic systems of society and the political structure of national states;</li> <li>- basic categories and concepts of modern geopolitics and geoeconomics;</li> <li>- modern interpretations of globalization and regionalization, patterns of political and economic processes in the global economy;</li> </ul>

	<p>глобализации и регионализации, закономерности политико-экономических процессов в глобальной экономике;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и оценивать на основании статистических данных состояние национальной экономики, её место в системе глобальных политико-экономических отношений;</li> <li>- критически оценивать политическую и экономическую информацию;</li> <li>- выявлять и трактовать ключевые тенденции трансформации существующего миропорядка;</li> <li>- разрабатывать мероприятия по предотвращению наступления опасностей и угроз экономической безопасности</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками адаптации к новым ситуациям социально-профессиональной деятельности, реализации накопленного опыта и своих возможностей;</li> <li>- навыками критического мышления, категориальным аппаратом и методологией политико-экономического анализа;</li> <li>- междисциплинарным подходом к выявлению и анализу политико-экономических проблем</li> </ul>	<p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to analyze and assess the state of the national economy, its place in the system of global political and economic relations on the basis of statistical data;</li> <li>- critically evaluate political and economic information;</li> <li>- to identify and interpret the key trends in the transformation of the existing world order;</li> <li>- develop measures to prevent the onset of dangers and threats to economic security;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- skills of adaptation to new situations of social and professional activity, implementation of the accumulated experience and their capabilities;</li> <li>- critical thinking skills, categorical apparatus and methodology of political and economic analysis;</li> <li>- an interdisciplinary approach to the identification and analysis of political and economic problems</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, проект, контрольная работа Экзамен	Устный опрос, проект, assessment Экзамен

## Иностранный язык

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Иностранный язык», модуль «Лингвистический модуль» /

Academic discipline «Foreign language», module «Linguistic module»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Развитие иноязычного категориального аппарата для осуществления деловых и межличностных контактов, а также навыков социокультурного и социально-политического общения</p>	<p>Development of a foreign language categorical apparatus for business and interpersonal contacts, as well as skills of socio-cultural and socio-political communication</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Осуществлять коммуникации на иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия; использовать на практике принятый в среде специалистов-биологов понятийно-категориальный аппарат на одном из иностранных языков</p>	<p>Communicate in a foreign language to solve problems of interpersonal and intercultural interaction; to use in practice the conceptual and categorical apparatus adopted among biologists in one of the foreign languages</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - семантико-синтаксические особенности словарного состава иностранного языка в соответствии со сферами и формами общения; - основные функциональные типы диалогического и монологического высказывания, их структуру; условия, принципы и нормы речевого общения; - социокультурные реалии и нормы речевого этикета; - особенности профессионально-ориентированной письменной и устной речи;                      уметь:                      - воспринимать на слух и понимать аутентичную иноязычную речь различных коммуникативно-ситуативных и модально-прагматических разновидностей; - читать аутентичные тексты профессиональной направленности с разным уровнем понимания содержащейся в них информации; - переводить аутентичные тексты по специальности с иностранного языка на родной язык с использованием словаря и справочников; - строить монологическое высказывание и реализовывать диалогическое речевое взаимодействие адекватно ситуациям официального и неофициального общения в</p>	<p>know:                      - semantic and syntactic features of the vocabulary of a foreign language in accordance with the spheres and forms of communication; - the main functional types of dialogical and monologic statements, their structure; conditions, principles and norms of verbal communication; - socio-cultural realities and norms of speech etiquette; - features of professionally-oriented written and oral speech;                      be able to:                      - perceive by ear and understand authentic foreign language speech of various communicative-situational and modal-pragmatic varieties; - read authentic texts of a professional orientation with different levels of understanding of the information contained in them; - translate authentic texts in the specialty from a foreign language into their native language using a dictionary and reference books; - build a monologue statement and implement dialogical speech interaction adequately to situations of official and informal communication within the subject and thematic content of the academic discipline; - express thoughts in writing (personal letter, business papers, annotations, etc.); - to implement oral</p>

	<p>пределах предметно-тематического содержания учебной дисциплины; - излагать мысли в письменной форме (личное письмо, деловые бумаги, аннотации и др.); - реализовывать устное речевое взаимодействие профессиональной направленности в цифровом межкультурном пространстве;</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- стратегиями коммуникативного поведения; - средствами и приемами устного/письменного речевого взаимодействия в различных ситуациях профессионального общения; - компенсаторными стратегиями; - стратегиями осуществления самостоятельной учебно-познавательной деятельности</li> </ul>	<p>speech interaction of a professional orientation in the digital intercultural space;</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- strategies of communicative behavior; - means and techniques of oral/written speech interaction in various situations of professional communication; - compensatory strategies; - strategies for the implementation of independent educational and cognitive activities</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1-3	1-3
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	9	9
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	180/144	180/144
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольная работа, эссе Зачет, экзамен	Oral questioning, assessment, essays Credit, exam

### Латинский язык

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Латинский язык», модуль «Лингвистический модуль» /**

Academic discipline «Latin», module «Linguistic module»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение в дисциплину. Латинский алфавит. Ударение. Имя существительное. Имя прилагательное. Сравнительная и превосходная степень прилагательных. Словообразование путем сложения корневых морфем. Nominativus pluralis. Употребление форм nominativus pluralis в биологической терминологии. Греческие начальные и конечные терминологические элементы. Generativus pluralis. Греческие начальные и конечные терминологические элементы (продолжение). Accusativus singularis et pluralis. Предлоги с accusativus. Ablativus singularis et pluralis. Предлоги с ablativus. Греческие корневые и суффиксальные терминологические элементы. Латинская химическая терминология. Латинские корневые и суффиксальные терминологические элементы. Префиксация как способ слово- и терминологического образования.</p>	<p>Introduction to the discipline. Latin alphabet. Stress. Noun. Adjective. Comparative and superlative degrees of adjectives. Word formation by adding root morphemes. Nominativus pluralis. Use of forms of nominativus pluralis in biological terminology. Greek Initial and Final Terminological Elements. Generativus pluralis. Greek Initial and Final Terminological Elements (continued). Accusativus singularis et pluralis. Prepositions with accusativus. Ablativus singularis et pluralis. Prepositions with ablativus. Greek root and suffix terminological elements. Latin chemical terminology. Latin root and suffix terminological elements. Prefixation as a Way of Word and Term Formation.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Осуществлять коммуникации на иностранном языке для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия; использовать на практике принятый в среде специалистов-биологов понятийно-категориальный аппарат на одном из иностранных языков</p>	<p>Communicate in a foreign language to solve problems of interpersonal and intercultural interaction; to use in practice the conceptual and categorical apparatus adopted among biologists in one of the foreign languages</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - фонетическую систему и произносительные нормы латинского языка; грамматические основы именного словообразования; определенный минимум профильной лексики и словообразовательных элементов (аффиксальных и корневых); уметь: - правильно читать и произносить профессиональные латинские термины;</p>	<p>know: - phonetic system and pronunciation norms of the Latin language; grammatical foundations of nominal word formation; a certain minimum of profile vocabulary and word-formation elements (affixal and root); be able to: - correctly read and pronounce professional Latin terms; construct professional biological one- and many-word Latin terms, including prepositional constructions,</p>

	<p>конструировать профессиональные биологические одно- и многословные латинские термины, в том числе и предложные конструкции переводить профессиональные латинские термины на русский язык; переводить профессиональные латинские термины на русский язык;</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- латинской биологической терминологией (зоологической, ботанической, микробиологической, цитологической, анатомической и др.);</li> </ul> <p>навыками конструирования профессиональных латинских терминов и перевода их на русский язык.</p>	<p>translate professional Latin terms into Russian; translate professional Latin terms into Russian tongue;</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Latin biological terminology (zoological, botanical, microbiological, cytological, anatomical, etc.);</li> </ul> <p>skills in constructing professional Latin terms and translating them into Russian.</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1	1
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	34/68	34/68
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, письменный опрос, контрольная работа Зачет	Oral questioning written assignment, performance assessment Credit

## Неорганическая химия

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Неорганическая химия», модуль «Химия» /

Academic discipline «Inorganic chemistry», module «Chemistry»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Теоретические основы общей химии. Атомно-молекулярное учение. Химия элементов.	Theoretical foundations of general chemistry. Atomic-molecular theory. Chemistry of the elements.
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять основные понятия, законы и теории неорганической и органической химии, физической, коллоидной и аналитической химии для решения практических задач профессиональной деятельности	Apply the basic concepts, laws and theories of inorganic and organic chemistry, physical, colloidal and analytical chemistry to solve practical problems of professional activity
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия, законы и теории неорганической химии;</li> <li>- строение атома, природу химической связи в веществах;</li> <li>- основы химической кинетики и термодинамики;</li> <li>- методы получения и основные свойства классов неорганических соединений и их использование в народном хозяйстве;</li> <li>- физиологическую роль металлов и неметаллов;</li> <li>- основы техники безопасности при работе с химическими веществами, оборудованием и химической посудой.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать знание свойств веществ в научно-инженерной работе;</li> <li>- применять изученные законы и понятия при характеристике составов, строения и свойств веществ, химических реакций, способов получения веществ и их практического использования;</li> <li>- проводить численные расчеты при решении химических задач;</li> <li>- обращаться с химической посудой, лабораторным оборудованием и химическими веществами, проводить химический эксперимент.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными приемами работы с химической посудой, общелабораторным химическим</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic concepts, laws and theories of inorganic chemistry;</li> <li>- the structure of the atom, the nature of chemical bonds in substances;</li> <li>- Fundamentals of chemical kinetics and thermodynamics;</li> <li>- methods of obtaining and basic properties of classes of inorganic compounds and their use in the national economy;</li> <li>- the physiological role of metals and nonmetals;</li> <li>- the basics of safety when working with chemicals, equipment and chemical utensils.</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to use knowledge of the properties of substances in scientific and engineering work;</li> <li>- to apply the studied laws and concepts in the characterization of the compositions, structure and properties of substances, chemical reactions, methods of obtaining substances and their practical use;</li> <li>- Carry out numerical calculations when solving chemical problems;</li> <li>- handle chemical utensils, laboratory equipment and chemicals, conduct a chemical experiment.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic methods of working with chemical utensils, general laboratory chemical equipment, substances and their solutions;</li> <li>- methods of planning and conducting a chemical experiment, methods of describing laboratory work and drawing up a report on its implementation.</li> </ul>

	оборудованием, веществами и их растворами; - методами планирования и проведения химического эксперимента, приемами описания лабораторной работы и составления отчета об ее выполнении.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1	1
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	6	6
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	120/96	120/96
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольная работа, тест Экзамен	Oral questioning, assessment, test Exam

## Органическая химия

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Органическая химия», модуль «Химия» /**

Academic discipline «Organic chemistry», module «Chemistry»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Классификация и номенклатура органических соединений. Изомерия органических соединений. Химическая связь. Взаимное влияние атомов в органических соединениях. Классификация реакций органических соединений. Алканы. Циклоалканы. Алкены. Алкадиены. Алкины. Ароматические углеводороды (арены). Галогенпроизводные углеводородов. Спирты, фенолы, простые эфиры. Тиолы. Амины, диазо- и азосоединения. Карбонильные соединения. Карбоновые кислоты. Функциональные производные карбоновых кислот. Углеводы. Аминокислоты, аминспирты, аминофенолы. Пятичленные гетероциклы с одним и двумя гетероатомами. Шестичленные гетероциклы с одним гетероатомом.</p>	<p>Classification and nomenclature of organic compounds. Isomerism of organic compounds. Chemical bonding. Mutual influence of atoms in organic compounds. Classification of reactions of organic compounds. Alkanes. Cycloalkanes. Alkenes. Alkadienes. Alkynes. Aromatic hydrocarbons (arenes). Halogen derivatives of hydrocarbons. Alcohols, phenols, ethers. Thiols. Amines, diazo- and azo compounds. Carbonyl compounds. Carboxylic acids. Functional derivatives of carboxylic acids. Carbohydrates. Amino acids, amino alcohols, aminophenols. Five-membered heterocycles with one and two heteroatoms. Six-membered heterocycles with one heteroatom.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять основные понятия, законы и теории неорганической и органической химии, физической, коллоидной и аналитической химии для решения практических задач профессиональной деятельности</p>	<p>Apply the basic concepts, laws and theories of inorganic and organic chemistry, physical, colloidal and analytical chemistry to solve practical problems of professional activity</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - основные понятия, правила и теории органической химии; – свойства важнейших классов органических соединений; – основные механизмы протекания органических реакций; – методы химической и физико-химической идентификации соединений органической природы; – методы получения органических соединений; – правила безопасного поведения при работе с органическими веществами, лабораторной посудой и оборудованием; уметь:</p>	<p>know: - basic concepts, rules and theories of organic chemistry; - properties of the most important classes of organic compounds; - the main mechanisms of organic reactions; methods of chemical and physicochemical identification of organic compounds; □ methods for obtaining organic compounds; - Rules of safe behavior when working with organic substances, laboratory glassware and equipment; be able to: - use the IUPAC systematic nomenclature, as well as the theory of the structure of organic substances to depict the main classes of organic compounds; –predict the</p>

	<p>– использовать систематическую номенклатуру ИЮПАК, а также теорию строения органических веществ для изображения основных классов органических соединений; – прогнозировать реакционную способность основных классов органических веществ в зависимости от конкретных условий, основываясь на знаниях о структуре и реакционной способности функционально замещенных органических соединений; – использовать на практике принципы и подходы, лежащие в основе синтеза веществ органической природы; – использовать теоретический аппарат органической химии для объяснения реакционной способности органических молекул, решения простых расчетных задач; – обращаться с химической посудой, лабораторным оборудованием, химическими веществами органической природы;</p> <p>владеть:</p> <p>– номенклатурой органических соединений; – методами планирования и проведения органического синтеза, правилами составления отчета о его выполнении; – приемами обращения с веществами органической природы, посудой и оборудованием.</p>	<p>reactivity of the main classes of organic substances depending on specific conditions, based on knowledge of the structure and reactivity of functionally substituted organic compounds; to put into practice the principles and approaches underlying the synthesis of organic substances; to use the theoretical apparatus of organic chemistry to explain the reactivity of organic molecules, to solve simple calculation problems; handle chemical utensils, laboratory equipment, organic chemicals; have skills in:</p> <p>- the nomenclature of organic compounds; - methods of planning and conducting organic synthesis, rules for drawing up a report on its implementation; - methods of handling organic substances, utensils and equipment.</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	6	6
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	90/126	90/126
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, контрольная работа, тест Экзамен	Oral questioning, lab reports, assessment, test Exam



**Аналитическая и физическая химия (нет программы)**  
 Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology  
**Учебная дисциплина «Аналитическая и физическая химия», модуль «Химия» /**  
**Academic discipline «Analytical and Physical Chemistry», module «Chemistry»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary		
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять основные понятия, законы и теории неорганической и органической химии, физической, коллоидной и аналитической химии для решения практических задач профессиональной деятельности	Apply the basic concepts, laws and theories of inorganic and organic chemistry, physical, colloidal and analytical chemistry to solve practical problems of professional activity
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)		Know: - Be able to: - Have skills in: -
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Прerequisites / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	72/48	72/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Зачет	Credit

## Цитология и гистология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Цитология и гистология», модуль «Основы биологии» /  
Academic discipline «Cytology and histology», module «Fundamentals of Biology»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение в дисциплину. Микроскопия. Цитология. Гистология.	Introduction to the discipline. Microscopy. Cytology. Histology..
Формируемые компетенции / The formed competences	Обладать способностью анализировать структурно-функциональную организацию клеток, тканей растений и животных, систем органов человека, особенностей жизнедеятельности представителей разных таксономических групп растительного и животного мира	Have the ability to analyze the structural and functional organization of cells, tissues of plants and animals, human organ systems, features of the life of representatives of different taxonomic groups of the plant and animal world
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы структурно-функциональной организации клеток эукариот; - закономерности пролиферации клеток, их деления путем митоза и мейоза, а также их генетически детерминированной физиологической гибели путем апоптоза; - свойства стволовых клеток и закономерности функциональной специализации порождаемых ими клеточных клонов при формировании тканей и органов многоклеточных организмов; - классификацию и морфофизиологию основных тканей животных и человека, закономерности их гистогенеза и регенерации;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- настраивать световой микроскоп и исследовать с его помощью готовые цитологические и гистологические препараты; - изготавливать препараты растительных и животных клеток и проводить их цитологическое исследование; - идентифицировать гистологические препараты основных типов тканей и делать их зарисовки;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы со световым микроскопом; - методами фиксации и окраски препаратов; -</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- principles of structural and functional organization of eukaryotic cells; - regularities of cell proliferation, their division by mitosis and meiosis, as well as their genetically determined physiological death by apoptosis; - properties of stem cells and regularities of functional specialization of cell clones generated by them in the formation of tissues and organs of multicellular organisms; - classification and morphophysiology of the main tissues of animals and humans, the regularities of their histogenesis and regeneration;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- adjust the light microscope and use it to examine ready-made cytological and histological preparations; - to produce preparations of plant and animal cells and to carry out their cytological examination; - identify histological specimens of the main types of tissues and make their sketches;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- adjust the light microscope and use it to examine ready-made cytological and histological preparations; - to produce preparations of plant and animal cells and to carry out their cytological examination; - identify histological specimens of the main types of tissues and make their sketches;</li> </ul>

	подходами визуализации клеточных органелл.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1	1
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	80/40	80/20
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, письменная работа, реферат, тест, эссе, рисунки микропрепаратов Экзамен	Oral questioning, lab reports, written assignment, presentation, test, essay, picture of slides Examt

## Основы ботаники

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Основы ботаники», модуль «Основы биологии» /  
Academic discipline «Fundamentals of Botany», module «Fundamentals of Biology»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Ботаника как наука. Структурная морфология растений. Экологическая морфология растений. Фитоценология. Водоросли, грибы и грибоподобные организмы. Высшие растения.	Botany as a science. Structural and ecological morphology of plants. Phytocenology. Algae, fungi and fungus-like organisms, higher plants.
Формируемые компетенции / The formed competences	Обладать способностью анализировать структурно-функциональную организацию клеток, тканей растений и животных, систем органов человека, особенностей жизнедеятельности представителей разных таксономических групп растительного и животного мира	Have the ability to analyze the structural and functional organization of cells, tissues of plants and animals, human organ systems, features of the life of representatives of different taxonomic groups of the plant and animal world
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия, особенности строения водорослей, грибов и высших растений на макро- и микроскопическом уровнях;</li> <li>- особенности размножения и циклы развития грибов, водорослей и высших растений;</li> <li>- характеристику основных таксономических групп и их важнейших представителей;</li> <li>- особенности формирования, состава и структуры растительных сообществ, закономерности их изменения в пространстве и во времени;</li> <li>- опыт использования данных ботаники при решении проблем ресурсоведения, сельского хозяйства, разработке основ организации охраны природы, интродукции и культивирования редких и хозяйственно полезных видов растений, а также в геологии, медицине, биотехнологии и др.;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в многообразии водорослей, грибов, грибоподобных организмов, высших растений;</li> <li>- использовать знания и практические навыки в научной, производственной и природоохранной деятельности, при изучении</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic terms and concepts, features of the structure of algae, fungi and higher plants at the macro- and microscopic levels;</li> <li>- features of reproduction and development cycles of fungi, algae and higher plants;</li> <li>- characteristics of the main taxonomic groups and their most important representatives;</li> <li>- features of the formation, composition and structure of plant communities, patterns of their change in space and time;</li> <li>- experience in using botany data in solving problems of resource science, agriculture, development of the basics of organizing nature conservation, introduction and cultivation of rare and economically useful plant species, as well as in geology, medicine, biotechnology, etc.;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- orient themselves in the variety of algae, fungi, fungi-like organisms, higher plants;</li> <li>- to use knowledge and practical skills in scientific, industrial and environmental activities, in the study of other biological disciplines;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- skills in researching and identifying the main taxonomic groups of fungi, fungi-like organisms, algae and higher plants, as well as plant communities.</li> </ul>

	<p>других биологических дисциплин;          владеть:          – навыками исследования и идентификации основных таксономических групп грибов, грибоподобных организмов, водорослей и высших растений, а также растительных сообществ.</p>	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1-2	1-2
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	6	6
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	130/110	130/110
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	<p>Устный опрос, реферат, дискуссия, письменная контрольная работа, тест, проверка альбомов с рисунками          Экзамен</p>	<p>Oral questioning, presentation, discussion, written assessment, test, checking picture albums          Exam</p>

## Основы зоологии

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Основы зоологии», модуль «Основы биологии» /  
Academic discipline «Fundamentals of Zoology», module «Fundamentals of Biology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Одноклеточные микроорганизмы. Низшие и истинные двуслойные (Diploblastica) многоклеточные животные. Билатеральные – трехслойные (Bilateria - Triploblastica) животные. Клада Лофотрохофорных (Lophotrochozoa). Клада Линяющие (Ecdysozoa). Вторичноротые животные (Deuterostomia). Основные этапы и закономерности эволюции животных.</p>	<p>Introduction. Unicellular microorganisms. Lower and true bilayered (Diploblastica) multicellular animals. Bilateral – three-layered (Bilateria - Triploblastica) animals. Clade Lophotrochozoa. Clade molting (Ecdysozoa). Deuterostomes (Deuterostomia). The main stages and patterns of animal evolution.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Обладать способностью анализировать структурно-функциональную организацию клеток, тканей растений и животных, систем органов человека, особенностей жизнедеятельности представителей разных таксономических групп растительного и животного мира</p>	<p>Have the ability to analyze the structural and functional organization of cells, tissues of plants and animals, human organ systems, features of the life of representatives of different taxonomic groups of the plant and animal world</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - основные структурные и функциональные уровни организации животных; - морфо-биологические особенности, современную систему и многообразие животных, особенности биологии и экологии основных видов фауны Беларуси; - разнообразие способов размножения и жизненных циклов животных, а также этапы эмбриогенеза и их значение для понимания эволюции животного царства; - происхождение животных, эволюционные преобразования систем органов; - многообразие экологических групп животных, особенности их адаптаций; - роль животных в функционировании экосистем, значение их для человека и основы рационального природопользования и охраны животного мира; - основные методы диагностики и исследования животных и их роли в экосистемах.</p>	<p>know: - the main structural and functional levels of animal organization; - morphological and biological features, modern system and diversity of animals, features of biology and ecology of the main species of fauna of Belarus; - the variety of methods of reproduction and life cycles of animals, as well as the stages of embryogenesis and their importance for understanding the evolution of the animal kingdom; - the origin of animals, evolutionary transformations of organ systems; - the diversity of ecological groups of animals, the features of their adaptations; - the role of animals in the functioning of ecosystems, their importance for humans and the foundations of rational nature management and protection of the animal world; - basic methods of diagnosing and studying animals and their role in ecosystems. be able to:</p>

	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить микроскопические исследования протозойных организмов; – препарировать многоклеточных беспозвоночных и позвоночных животных; – применять сравнительно-морфологический и эволюционный подходы для характеристики основных таксонов животных.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– зоологической терминологией; – основными навыками использования микроскопической техники и специального оборудования для изучения зоологических объектов; – методами изучения морфологии и анатомии многоклеточных беспозвоночных и хордовых животных.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- to conduct microscopic studies of protozoal organisms;</li> <li>- to dissect multicellular invertebrates and vertebrates; – to apply comparative-morphological and evolutionary approaches to characterize the main taxa of animals.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- – zoological terminology; – basic skills in the use of microscopic technology and special equipment for the study of zoological objects; – methods for studying the morphology and anatomy of multicellular invertebrates and chordates animals.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1-2	1-2
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	130/110	130/110
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	6	6
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольная работа, тест, собеседование, проверка альбомов Экзамен	Oral questioning, assessment, test, interview, checking albums Exam

### Анатомия человека

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Анатомия человека», модуль «Основы биологии» /**

Academic discipline «Human Anatomy», module «Fundamentals of Biology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. Опорно-двигательный аппарат. Спланхнология. Ангиология. Неврология. Органы чувств.	Introduction. Musculoskeletal system. Splanchnology. Angiology. Neurology. Senses.
Формируемые компетенции / The formed competences	Обладать способностью анализировать структурно-функциональную организацию клеток, тканей растений и животных, систем органов человека, особенностей жизнедеятельности представителей разных таксономических групп растительного и животного мира	Have the ability to analyze the structural and functional organization of cells, tissues of plants and animals, human organ systems, features of the life of representatives of different taxonomic groups of the plant and animal world
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные термины и понятия анатомии человека;</li> <li>- методы анатомического исследования;</li> <li>- строение органов опорно-двигательного аппарата, пищеварительной и дыхательной систем, мочевых и половых органов, эндокринных желез, сердечно-сосудистой системы, органов кроветворения и иммунной системы, нервной системы и органов чувств;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- дать описание строения и положения органов тела человека;</li> <li>- определять структурные особенности органов тела человека;</li> <li>- привлекать знание структурно-анатомических особенностей органов для оценки их физиологических функций.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- понятийным аппаратом анатомии человека;</li> <li>- навыками анализа макропрепаратов органов.</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic terms and concepts of human anatomy;</li> <li>- methods of anatomical research;</li> <li>- structure of the musculoskeletal system, digestive and respiratory systems, urinary and genital organs, endocrine glands, cardiovascular system, hematopoietic and immune system, nervous system and sensory organs;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to describe the structure and position of the organs of the human body;</li> <li>- determine the structural features of the organs of the human body;</li> <li>- to involve knowledge of the structural and anatomical features of organs to assess their physiological functions.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the conceptual apparatus of human anatomy;</li> <li>- skills in analyzing macropreparations of organs.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Пререквизиты / Prerequisites	-	-

Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	64/44	64/44
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, эссе, тест Экзамен	Oral questioning, presentation, essay, test Exam

### Структурная организация клеток микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

#### Учебная дисциплина «Структурная организация клеток микроорганизмов», модуль «Структурная организация клеток и физиология микроорганизмов» /

Academic discipline «Structural organization of microorganism cells», module «Structural organization of cells and physiology of microorganisms»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Общее представление о микроорганизмах. Клеточные оболочки прокариот. Организация цитоплазматической мембраны бактерий. Внутриклеточные структуры прокариот. Органеллы движения прокариот. Дифференцированные структуры у прокариот. Рост и деление клеток прокариот.</p>	<p>General idea of microorganisms. Cell membranes of prokaryotes. Organization of the cytoplasmic membrane of bacteria. Intracellular structures of prokaryotes. Organelles of prokaryotic movement. Differentiated structures in prokaryotes. Growth and division of prokaryotic cells.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знания структурной организации, биохимического состава и физиологии клеток микроорганизмов для решения стандартных задач профессиональной деятельности</p>	<p>To use knowledge of the structural organization, biochemical composition and physiology of microorganism cells to solve standard problems of professional activity</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - общую схему организации прокариотических организмов; - общее строение муреинового каркаса, строение различных групп муреина; особенности строения клеточных оболочек грамположительных, грамотрицательных бактерий и архей; особенности строения клеток микобактерий и микроорганизмов, лишенных клеточных стенок; организацию внешних структур прокариотических клеток; - строение и основные функции цитоплазматической мембраны и ее производных; особенности строения и функционирования цитоплазматических мембран архей; - организацию бактериального нуклеоида и внехромосомных элементов наследственности; механизм репликации хромосомы и плазмид у прокариот; организацию прокариотических рибосом и внутриклеточных включений; особенности цитоскелета прокариот; - строение и функционирование жгутикового аппарата бактерий, виды движения бактерий; органеллы</p>	<p>know: - general scheme of organization of prokaryotic organisms; - the general structure of the murein frame, the structure of various groups of murein; features of the structure of cell membranes of gram-positive, gram-negative bacteria and archaea; features of the structure of cells of mycobacteria and microorganisms devoid of cell walls; organization of the external structures of prokaryotic cells; - structure and main functions of the cytoplasmic membrane and its derivatives; features of the structure and functioning of the cytoplasmic membranes of archaea; - organization of bacterial nucleoid and extrachromosomal elements of heredity; the mechanism of chromosome and plasmid replication in prokaryotes; organization of prokaryotic ribosomes and intracellular inclusions; features of the cytoskeleton of prokaryotes; - the structure and functioning of the flagellar apparatus of bacteria, types of bacterial movement; organelles of movement of spirochetes and other types of movement; - various differentiated structures in prokaryotes; the structure of endospores and the mechanisms of spore formation; other resting forms in bacteria and other</p>

	<p>движения спирохет и другие типы движения; - разнообразные дифференцированные структуры у прокариот; строение эндоспор и механизмы спорообразования; другие покоящиеся формы у бактерий и иные дифференцированные структуры у прокариот; - типы вегетативных клеточных циклов у прокариот; механизмы процесса клеточного деления у бактерий.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изготавливать окрашенные и нативные препараты различных структур бактериальных клеток и проводить их микроскопическое исследование; - выделять тотальную ДНК бактерий, проводить электрофорез нуклеиновых кислот; - применять полученные знания в практической деятельности в области бактериологических исследований;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микробиологической терминологией; - навыками использования микроскопической техники и специального оборудования для изучения микробиологических объектов; - навыками работы в современной микробиологической лаборатории</li> </ul>	<p>differentiated structures in prokaryotes; - types of autonomic cell cycles in prokaryotes; Mechanisms of the process of cell division in bacteria.</p> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to produce stained and native preparations of various structures of bacterial cells and to conduct their microscopic examination; - isolate total DNA of bacteria, electrophoresis of nucleic acids; - to apply the knowledge gained in practical activities in the field of bacteriological research;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- microbiological terminology; - skills in the use of microscopic techniques and special equipment for the study of microbiological objects; - skills in working in a modern microbiological laboratory</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/66	54/66
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тест Экзамен	Oral questioning, presentation, test Exam

### Физиология микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Физиология микроорганизмов», модуль «Структурная организация клеток и физиология микроорганизмов» /  
Academic discipline «Physiology of microorganisms», module «Structural organization of cells and physiology of microorganisms»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. Питание микроорганизмов. Метаболизм микроорганизмов. Фиксация молекулярного азота микроорганизмов. Билюминисценция микроорганизмов.	Introduction. Nutrition of microorganisms. Metabolism of microorganisms. Fixation of molecular nitrogen of microorganisms. Bioluminescence of microorganisms.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания структурной организации, биохимического состава и физиологии клеток микроорганизмов для решения стандартных задач профессиональной деятельности	To use knowledge of the structural organization, biochemical composition and physiology of microorganism cells to solve standard problems of professional activity
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- биохимические и физиологические основы функционирования микроорганизмов;</li> <li>- влияние факторов внешней среды на микроорганизмы;</li> <li>- регуляцию метаболической активности клеток микроорганизмов;</li> <li>- новейшие достижения в области физиологии и биохимии микроорганизмов и использование их в практических целях;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать теоретические знания по физиологии микроорганизмов в качестве научной основы микробиологической промышленности и биотехнологии;</li> <li>- использовать основные закономерности функционирования микроорганизмов в научной деятельности;</li> <li>- использовать современные методические приемы для изучения биохимии и физиологии микроорганизмов;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микробиологической терминологией;</li> <li>- основными методами изучения физиолого-биохимических свойств микроорганизмов;</li> <li>- основными навыками работы на специальном оборудовании для изучения физиологических особенностей разных таксономических групп</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biochemical and physiological bases of the functioning of microorganisms;</li> <li>- the influence of environmental factors on microorganisms;</li> <li>- regulation of metabolic activity of microorganism cells;</li> <li>- the latest achievements in the field of physiology and biochemistry of microorganisms and their use for practical purposes;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to use theoretical knowledge of the physiology of microorganisms as a scientific basis for the microbiological industry and biotechnology;</li> <li>- to use the basic laws of the functioning of microorganisms in scientific activities;</li> <li>- to use modern methodological techniques to study the biochemistry and physiology of microorganisms;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- microbiological terminology;</li> <li>- basic methods for studying the physiological and biochemical properties of microorganisms;</li> <li>- basic skills of working with special equipment for studying the physiological characteristics of different taxonomic groups</li> </ul>

	микроорганизмов.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Прerequisites / Prerequisites	Структурная организация клеток микроорганизмов, Структурная биохимия, Метаболическая биохимия	Structural Organization of Microorganisms Cells, Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	72/48	72/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тест Экзамен	Oral questioning, presentation, test Exam

### Систематика микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Систематика микроорганизмов», модуль «Основные группы микроорганизмов и вирусов» /  
Academic discipline «Systematics of microorganisms», module «Main groups of microorganisms and viruses»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Системы классификации микроорганизмов. Систематика прокариотических микроорганизмов. Эукариотические микроорганизмы.	Classification systems for microorganisms. Systematics of prokaryotic microorganisms. Eukaryotic microorganisms.
Формируемые компетенции / The formed competences	Характеризовать основные подходы к классификации микроорганизмов и вирусов, особенности их жизнедеятельности, взаимодействия с другими организмами, методы изучения, роль в природе и практической деятельности человека	To characterize the main approaches to the classification of microorganisms and viruses, the features of their vital activity, interaction with other organisms, methods of study, the role in nature and practical activities of man
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- критерии систематики микроорганизмов;</li> <li>- современную классификацию (филогенетическую и фенетическую) микроорганизмов;</li> <li>- характеристику основных групп микроорганизмов и их представителей;</li> <li>- использование микроорганизмов на практике;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в многообразии мира микроорганизмов;</li> <li>- применять полученные знания при изучении других микробиологических дисциплин;</li> <li>- применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами изучения морфологических и физиолого-биохимических свойств микроорганизмов;</li> <li>- основными принципами видовой идентификации микроорганизмов.</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- criteria for the systematics of microorganisms;</li> <li>- modern classification (phylogenetic and phenetic) of microorganisms;</li> <li>- characteristics of the main groups of microorganisms and their representatives;</li> <li>- Use of microorganisms in practice; can:</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- navigate in the diversity of the world of microorganisms;</li> <li>- to apply the knowledge gained in the study of other microbiological disciplines;</li> <li>- apply the knowledge gained in further practical activities;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methods of studying the morphological and physiological-biochemical properties of microorganisms;</li> <li>- the basic principles of species identification of microorganisms.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Прerequisites / Prerequisites	Структурная организация клеток микроорганизмов	Structural organization of microorganism cells

Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	68/52	68/52
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тест Экзамен	Oral questioning, presentation, test Exam

## Вирусология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Вирусология», модуль «Основные группы микроорганизмов и вирусов» /**  
Academic discipline « Virology», module «Main groups of microorganisms and viruses»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. Общая вирусология. Бактериофаги. Взаимодействие вирусов с клеткой-хозяином. Вирусные инфекции. Характеристика отдельных семейств вирусов, патогенных для человека и животных. Химиотерапия и вакцинопрофилактика вирусных инфекций.	Introduction. General virology. Bacteriophages. Interaction of viruses with the host cell. Viral infections. Characteristics of individual families of viruses pathogenic to humans and animals. Chemotherapy and vaccine prophylaxis of viral infections.
Формируемые компетенции / The formed competences	Характеризовать основные подходы к классификации микроорганизмов и вирусов, особенности их жизнедеятельности, взаимодействия с другими организмами, методы изучения, роль в природе и практической деятельности человека	To characterize the main approaches to the classification of microorganisms and viruses, the features of their vital activity, interaction with other organisms, methods of study, the role in nature and practical activities of man
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные семейства вирусов животных и растений, отдельных представителей умеренных и вирулентных бактериофагов; -основные схемы репликации вирусов растений, животных и бактерий в зависимости от типа геномной нуклеиновой кислоты; -отдельных представителей вирусов животных и растений, вызывающих наиболее значимые инфекции и методы их профилактики и лечения; - примеры использования вирусов в качестве векторов в генетической инженерии, биотехнологии и генотерапии;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять титр бактериофага, проводить очистку бактериофага, получать фаголизаты с высоким титром, фаготипировать бактерии и определять спектр литического действия бактериофагов; - проводить лизогенизацию бактерий и выявлять лизогенные штаммы;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вирусологическими терминами и свободно</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the main families of animal and plant viruses, individual representatives of temperate and virulent bacteriophages;</li> <li>- basic patterns of replication of plant, animal and bacterial viruses depending on the type of genomic nucleic acid;</li> <li>- individual representatives of animal and plant viruses that cause the most significant infections and methods of their prevention and treatment;</li> <li>- examples of the use of viruses as vectors in genetic engineering, biotechnology and gene therapy;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- determine the titer of a bacteriophage, purify the bacteriophage, obtain phagolysates with a high titer, phagotype bacteria and determine the spectrum of lytic action of bacteriophages;</li> <li>- Carry out lysogenization of bacteria and identify lysogenic strains;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- virological terms and be fluent in the literature on virology;</li> <li>- experimental methods for determining and working with viruses and viral vectors;</li> <li>- methods of analysis of viral components and detection of viruses.</li> </ul>

	ориентироваться в литературе по вирусологии; - экспериментальными методами определения и работы с вирусами и вирусными векторами; - методами анализа вирусных компонентов и выявления вирусов.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	70/50	70/50
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчет по лабораторным работам, письменная контрольная работа тест Экзамен	Lab reports, written assessment, test Exam

## Генетика

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Генетика», модуль «Генетика и молекулярная биология» /  
Academic discipline «Genetics», module «Genetics and Molecular Biology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Наследование признаков при моно-, ди- и полигибридном скрещивании. Цитологические основы наследственности. Хромосомная теория наследственности. Структура и функции гена. Молекулярные механизмы наследственности. Изменчивость генетического материала. Генетические основы онтогенеза. Нехромосомная наследственность. Генетика человека. Генетика популяций. Генетические основы селекции. Клеточная и генетическая инженерия.</p>	<p>Introduction. Inheritance of traits in mono-, di- and polyhybrid crossing. Cytological foundations of heredity. Chromosomal theory of heredity. Structure and functions of the gene. Molecular mechanisms of heredity. Variability of genetic material. Genetic foundations of ontogenesis. Non-chromosomal heredity. Human genetics. Genetics of populations. Genetic Basis of Breeding. Cell and genetic engineering.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять знание механизмов наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов на основе классических подходов и новейших достижений в области молекулярной биологии, особенностей генетической организации микроорганизмов для целенаправленного конструирования объектов с заданными свойствами</p>	<p>To apply the knowledge of the mechanisms of heredity and variability in pro- and eukaryotic organisms on the basis of classical approaches and the latest achievements in the field of molecular biology, the features of the genetic organization of microorganisms for the purposeful design of objects with specified properties</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - закономерности наследования признаков при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях; – генетические основы размножения растений и животных; – клеточные, хромосомные, генные и молекулярные механизмы наследственности; – механизмы изменчивости генетического материала; – закономерности онтогенеза; – основы генетики человека и его наследственных заболеваний; – генетические основы селекции; – вопросы экологической и популяционной генетики; – задачи и возможности клеточной и генетической инженерии; – принципы создания трансгенных растений и животных; – основные подходы генотерапии.</p>	<p>know: - regularities of inheritance of traits in mono-, di- and polyhybrid crosses; – genetic basis for the reproduction of plants and animals; – cellular, chromosomal, gene and molecular mechanisms of heredity; – mechanisms of variability of genetic material; – regularities of ontogenesis; – the basics of human genetics and hereditary diseases; – genetic basis of selection; – issues of environmental and population genetics; – tasks and opportunities of cell and genetic engineering; – principles of creating transgenic plants and animals; – basic approaches to gene therapy. be able to: - conduct and analyze a genetic experiment; – to link genetic data with the achievements of cytology, the</p>

	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить и анализировать генетический эксперимент; – связывать данные генетики с достижениями цитологии, биологических основ размножения растений и животных, онтогенеза, эволюционной теории и селекции, экологии, а также с успехами в области биохимии нуклеиновых кислот, молекулярной биологии, геномики, микробиологии, вирусологии и иммунологии; – использовать достижения генетики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками решения задач по различным направлениям генетики; – основами генетического анализа микроорганизмов, растений, животных и человека; – принципами проведения генетического эксперимента; – информацией о современных методах генетического анализа, молекулярной генетики и геномики.</li> </ul>	<p>biological foundations of plant and animal reproduction, ontogenesis, evolutionary theory and breeding, ecology, as well as with successes in the field of nucleic acid biochemistry, molecular biology, genomics, microbiology, virology and immunology; – to use the achievements of genetics in solving problems of breeding, medicine, ecology and biotechnology, as well as to apply the knowledge gained in further practical activities;</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- problem-solving skills in various areas of genetics; – the basics of genetic analysis of microorganisms, plants, animals and humans; – the principles of conducting a genetic experiment; – information on modern methods of genetic analysis, molecular genetics and genomics.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	86/34	86/34
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Опрос, тест Экзамен	Questioning, test Exam

## Генетика микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Генетика микроорганизмов», модуль «Генетика и молекулярная биология» /  
Academic discipline «Genetics of microorganisms», module «Genetics and Molecular Biology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Организация генетического аппарата и жизненные циклы микроорганизмов. Мутации и мутационный процесс. Способы генетического обмена у микроорганизмов. Внехромосомные генетические системы. Мигрирующие генетические элементы микроорганизмов. Генетические аспекты селекции микроорганизмов.</p>	<p>Introduction. Organization of the genetic apparatus and life cycles of microorganisms. Mutations and the mutational process. Methods of genetic metabolism in microorganisms. Extrachromosomal genetic systems. Migrating genetic elements of microorganisms. Genetic aspects of microorganism selection.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять знание механизмов наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов на основе классических подходов и новейших достижений в области молекулярной биологии, особенностей генетической организации микроорганизмов для целенаправленного конструирования объектов с заданными свойствами</p>	<p>To apply the knowledge of the mechanisms of heredity and variability in pro- and eukaryotic organisms on the basis of classical approaches and the latest achievements in the field of molecular biology, the features of the genetic organization of microorganisms for the purposeful design of objects with specified properties</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - особенности генетической организации микроскопических грибов, водорослей, бактерий и вирусов; -механизмы генетической изменчивости микроскопических грибов, водорослей, бактерий и вирусов; -особенности рекомбинационного процесса у микроскопических грибов, водорослей, бактерий и вирусов; уметь: - использовать полученные знания для анализа возможных путей эволюции микроорганизмов и вирусов; -применять принципы генетического анализа для целенаправленного конструирования микроорганизмов и вирусов с заданными свойствами; владеть: - основными принципами и подходами,</p>	<p>know: - features of the genetic organization of microscopic fungi, algae, bacteria and viruses; - mechanisms of genetic variability of microscopic fungi, algae, bacteria and viruses; - features of the recombination process in microscopic fungi, algae, bacteria and viruses; be able to: - to use the knowledge gained to analyze the possible paths of evolution of microorganisms and viruses; - to apply the principles of genetic analysis for the purposeful design of microorganisms and viruses with specified properties; have skills in: - the basic principles and approaches used to study the genetic organization of microorganisms; - methods of genetic analysis of microorganisms.</p>

	использующимися для изучения генетической организации микроорганизмов; -методами генетического анализа микроорганизмов.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	Структурная организация клеток микроорганизмов	Structural organization of microorganism cells
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/66	54/66
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, тест Экзамен	Oral questioning, test Exam

## Молекулярная биология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Молекулярная биология», модуль «Генетика и молекулярная биология» /  
Academic discipline «Molecular biology», module «Genetics and Molecular Biology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Организация геномов, репликация ДНК, репарация и рекомбинация ДНК, транскрипция, процессинг ДНК, трансляция, фолдинг и деградация белков, транспорт белков, сенсорные процессы и внутриклеточная сигнализация</p>	<p>Genome organization, DNA replication, DNA repair and recombination, transcription, DNA processing, translation, protein folding and degradation, protein transport, sensory processes and intracellular signaling</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять знание механизмов наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов на основе классических подходов и новейших достижений в области молекулярной биологии, особенностей генетической организации микроорганизмов для целенаправленного конструирования объектов с заданными свойствами</p>	<p>To apply the knowledge of the mechanisms of heredity and variability in pro- and eukaryotic organisms on the basis of classical approaches and the latest achievements in the field of molecular biology, the features of the genetic organization of microorganisms for the purposeful design of objects with specified properties</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - организацию геномов различных организмов – от бактерий до высших эукариот; - молекулярные механизмы поддержания и точного воспроизведения наследственной информации в клетках; - принципы функционирования процессов, связанных с экспрессией геномной информации по пути ДНК-&gt;РНК-&gt;белок; - молекулярные механизмы регуляции внутриклеточных процессов уметь: - идентифицировать базовые контролирующие элементы в геномной последовательности - работать с трехмерными структурами нуклеиновых кислот и белков; - применять знание молекулярной биологии при изучении других биологических дисциплин. владеть: - молекулярно-биологическими терминами и понятийным аппаратом;</p>	<p>know: - the organization of the genomes of various organisms, from bacteria to higher eukaryotes; - molecular mechanisms for maintaining and accurately reproducing hereditary information in cells; - principles of functioning of processes related to the expression of genomic information along the DNA-&gt;RNA-&gt; protein pathway; - Molecular mechanisms of regulation of intracellular processes be able to: - identify basic control elements in the genomic sequence - work with three-dimensional structures of nucleic acids and proteins; - apply knowledge of molecular biology to the study of other biological disciplines. have skills in: - molecular biological terms and conceptual apparatus;</p>

Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	60/60	60/60
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Контрольная работа Экзамен	Assessment Exam

## Фармацевтическая микробиология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Фармацевтическая микробиология», модуль «Фармацевтическая и ветеринарная микробиология» /**  
**Academic discipline «Pharmaceutical microbiology», module «Pharmaceutical and veterinary microbiology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Источники и пути микробной контаминации в фармацевтическом производстве. Меры по предупреждению микробной контаминации в фармацевтическом производстве. Дезинфектанты, антисептики, консерванты, используемые в фармацевтическом производстве. Система обеспечения качества на фармацевтическом производстве. Организация и оборудование микробиологической лаборатории. Правила работы с микроорганизмами. Качество фармацевтической продукции. Микробиологический контроль нестерильных лекарственных средств. Микробиологический контроль стерильности лекарственных средств. Количественное определение действующих веществ микробиологическим методом. Оценка антимикробной активности лекарственных средств антибактериальной терапии. Валидация методом контроля качества лекарственных средств. Валидация технологических процессов: стерилизующая фильтрация жидких лекарственных средств.</p>	<p>Introduction. Sources and pathways of microbial contamination in pharmaceutical production. Measures to prevent microbial contamination in pharmaceutical production. Disinfectants, antiseptics, preservatives used in pharmaceutical production. Quality assurance system in pharmaceutical production. Organization and equipment of a microbiological laboratory. Rules for working with microorganisms. Quality of pharmaceutical products. Microbiological control of non-sterile drugs. Microbiological control of drug sterility. Quantitative determination of active substances by microbiological method. Assessment of the antimicrobial activity of antibacterial drugs. Validation by quality control of medicines. Process validation: sterilizing filtration of liquid medicines.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять методы контроля качества фармацевтической продукции, диагностики инфекционных болезней животных, оценивать механизмы биологического действия антимикробных средств</p>	<p>Apply methods of quality control of pharmaceutical products, diagnostics of infectious animal diseases, assess the mechanisms of biological action of antimicrobial agents</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:          - основные направления применения микробиологических подходов и знаний в сфере обращения фармацевтической продукции; - требования к качеству фармацевтической продукции и методы определения</p>	<p>know:          - the main areas of application of microbiological approaches and knowledge in the field of circulation of pharmaceutical products; - requirements for the quality of pharmaceutical products and methods for determining microbiological characteristics; - regulatory and</p>

	<p>микробиологических характеристик; - нормативно-законодательную базу, регулирующую требования к качеству фармацевтической продукции; -принципы организации и правила работы в микробиологической лаборатории в условиях фармацевтического производства; -принципы проведения валидации микробиологических методов контроля качества; - источники и пути микробной контаминации в фармацевтическом производстве и меры по ее предупреждению; - общие представления о системе менеджмента качества применительно к фармацевтическому производству, основные положения надлежащей производственной практики (GMP). Микробиологические требования к организации фармацевтического производства;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ориентироваться в нормативно-технической и законодательной базе в области качества фармацевтической продукции и требований к ее производству;</li> <li>-определять выбор метода исследования микробиологических характеристик фармацевтической продукции в зависимости от способа ее производства и назначения, интерпретировать полученные результаты;</li> <li>-анализировать причины несоответствия качества фармацевтической продукции с точки микробиологических показателей и определять подходы к их устранению;</li> <li>—давать оценку существующим производственным процессам и предлагать возможные пути их усовершенствования;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципами организации работы в асептических условиях;</li> <li>-вопросами организации безопасной работы с микроорганизмами в лабораторных условиях;</li> <li>-методами определения</li> </ul>	<p>legislative framework governing the requirements for the quality of pharmaceutical products; - principles of organization and rules of work in a microbiological laboratory in the conditions of pharmaceutical production; - principles of validation of microbiological methods of quality control; - sources and ways of microbial contamination in pharmaceutical production and measures to prevent it; - general ideas about the quality management system in relation to pharmaceutical production, the main provisions of good manufacturing practice (GMP). Microbiological requirements for the organization of pharmaceutical production;</p> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- navigate the regulatory and technical and legislative framework in the field of quality of pharmaceutical products and requirements for their production;</li> <li>- to determine the choice of the method for studying the microbiological characteristics of pharmaceutical products depending on the method of their production and purpose, to interpret the results obtained;</li> <li>- to analyze the reasons for the discrepancy in the quality of pharmaceutical products from the point of view of microbiological indicators and to determine approaches to their elimination;</li> <li>—evaluate existing production processes and suggest possible ways to improve them;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- principles of organization of work in aseptic conditions;</li> <li>- issues of organizing safe work with microorganisms in laboratory conditions;</li> <li>- methods for determining microbiological indicators of the quality of pharmaceutical products and the principles of validation of these methods;</li> <li>- methodological approaches underlying the prevention of the occurrence of products of inadequate quality.</li> </ul>
--	--	--

	микробиологических показателей качества фармацевтической продукции и принципами проведения валидации этих методов; - методическими подходами, лежащими в основе предупреждения возникновения продукции ненадлежащего качества	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	Общая микробиология, Физиология микроорганизмов, Структурная биохимия, Метаболическая биохимия, Культивирование микроорганизмов	General Microbiology, Microorganism Physiology, Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry, Microorganism Culture
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, контрольная работа, реферат Экзамен	Oral questioning, lab reports, assessment, presentation Exam

## Антимикробные средства

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Антимикробные средства», модуль «Фармацевтическая и ветеринарная микробиология» /**  
**Academic discipline «Antimicrobial agents», module «Pharmaceutical and veterinary microbiology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Биохимические основы регуляции синтеза антибиотиков. Принципы классификации антибиотиков. Биосинтез клеточной стенки и возможные мишени для действия антибиотиков. Характеристика антибиотиков-ингибиторов процесса биосинтеза белка. Характеристика антибиотиков, взаимодействующих с ДНК. Практическое использование антибиотиков.</p>	<p>Introduction. Biochemical basis for the regulation of antibiotic synthesis. Principles of classification of antibiotics. Biosynthesis of the cell wall and possible targets for the action of antibiotics. Characteristics of antibiotics - inhibitors of the process of protein biosynthesis. Characteristics of antibiotics that interact with DNA. Practical use of antibiotics.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять методы контроля качества фармацевтической продукции, диагностики инфекционных болезней животных, оценивать механизмы биологического действия антимикробных средств</p>	<p>Apply methods of quality control of pharmaceutical products, diagnostics of infectious animal diseases, assess the mechanisms of biological action of antimicrobial agents</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:          - историю развития исследований по изучению антимикробных препаратов биологического происхождения, распространение данного свойства среди различных групп микроорганизмов, грибов, высших организмов и его значение для штаммов-продуцентов; - классические и генно-инженерные подходы к получению и конструированию штаммов-продуцентов антимикробных веществ; - особенности культивирования продуцентов и получения антибиотиков как вторичных метаболитов в промышленных условиях, влияние на процесс факторов внешней среды и режимов культивирования; - механизмы антибактериального, антигрибного и других типов действия наиболее широко распространенных групп антибиотиков; - распространение детерминант устойчивости к антибиотикам, их локализация в генетических</p>	<p>know:          - the history of the development of research on the study of antimicrobial drugs of biological origin, the spread of this property among various groups of microorganisms, fungi, higher organisms and its importance for producing strains; - classical and genetic engineering approaches to the production and design of strains - producers of antimicrobial substances; - Features of the cultivation of producers and the production of antibiotics as secondary metabolites in industrial conditions, the influence of environmental factors and cultivation regimes on the process; - mechanisms of antibacterial, antifungal and other types of action of the most widespread groups of antibiotics; - the spread of antibiotic resistance determinants, their localization in the genetic structures of the cell, the relationship between the structure of antibiotics and resistance to them, the main mechanisms that ensure resistance; - features of the use of antibiotics in agriculture, food and canning industries, characteristics</p>

	<p>структурах клетки, связь между структурой антибиотиков и резистентностью к ним, основные механизмы, обеспечивающие устойчивость; - особенности использования антибиотиков в сельском хозяйстве, пищевой и консервной промышленности, характеристику препаратов типа пробиотиков, пребиотиков и эубиотиков, как альтернативных препаратов;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить выделение штаммов, продуцирующих антимикробные вещества;</li> <li>- владеть основными методами определения антимикробной активности и антагонизма штаммов бактерий;</li> <li>- определять антибиотикорезистентность штаммов с использованием различных микробиологических методов;</li> <li>- определять остаточные количества и наличие антибиотиков в продуктах питания и объектах окружающей среды с помощью качественных методов и известных тест-культур;</li> <li>- проводить самостоятельный поиск литературы по проблемам и различным направлениям изучения биосинтеза и активности антибиотиков;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классическими и генно-инженерными подходами к получению и конструированию штаммов - продуцентов антимикробных веществ;</li> <li>- навыками культивирования продуцентов и получения антибиотиков как вторичных метаболитов в промышленных условиях, подходами для определения влияния на процесс факторов внешней среды и режимов культивирования;</li> <li>- определять остаточные количества и наличие антибиотиков в продуктах питания и объектах окружающей среды с помощью качественных методов и известных тест-культур.</li> </ul>	<p>of drugs such as probiotics, prebiotics and eubiotics as alternative drugs;</p> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- isolate strains that produce antimicrobial substances;</li> <li>- master the basic methods for determining the antimicrobial activity and antagonism of bacterial strains;</li> <li>- determine antibiotic resistance of strains using various microbiological methods;</li> <li>- Determine antibiotic residues and presence in food and environments using qualitative methods and known test cultures</li> </ul> <p>- conduct an independent search for literature on the problems and various areas of study of biosynthesis and activity of antibiotics;</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- classical and genetic engineering approaches to the production and design of strains - producers of antimicrobial substances;</li> <li>- skills in cultivating producers and obtaining antibiotics as secondary metabolites in industrial conditions, approaches to determining the influence of environmental factors and cultivation regimes on the process;</li> <li>- Determine antibiotic residues and presence in food and environments using qualitative methods and known test cultures.</li> </ul>
--	--	--

Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Препреквизиты / Prerequisites	Структурная биохимия, Метаболическая биохимия, Физиология микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов	Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry, Physiology of Microorganisms, Cultivation of Microorganisms
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный и письменный опрос, контрольная работа Экзамен	Oral and written questioning, assessment Exam

## Ветеринарная микробиология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Ветеринарная микробиология», модуль «Фармацевтическая и ветеринарная микробиология» /**  
**Academic discipline «Veterinary microbiology», module «Pharmaceutical and veterinary microbiology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Ветеринарная микробиология. Введение. Общие учение об инфекции. Типы взаимоотношений макро- и микроорганизмов. Устройство ветеринарной лаборатории. Обязательный минимум исследований, проводимых в ветеринарной лаборатории при диагностике инфекционных заболеваний. Правила отбора, консервации и пересылки материала в лабораторию. Хранение материала в условиях лаборатории, подготовка материала к исследованию. Бактериологический и серологический методы исследований в ветеринарии. Биологический метод исследования. Ветеринарно-санитарная бактериологическая оценка продуктов животного происхождения. Дезинфекция и контроль качества дезинфекции. Биологические препараты для иммунопрофилактики болезней животных.</p>	<p>Veterinary microbiology. Introduction. General doctrine of infection. Types of relationships between macro- and microorganisms. Arrangement of a veterinary laboratory. A mandatory minimum of research carried out in a veterinary laboratory for the diagnosis of infectious diseases. Rules for the selection, conservation and transfer of material to the laboratory. Storage of material in the laboratory, preparation of material for research. Bacteriological and serological methods of research in veterinary medicine. Biological method of research. Veterinary and sanitary bacteriological assessment of products of animal origin. Disinfection and quality control of disinfection. Biological preparations for immunoprophylaxis of animal diseases.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять методы контроля качества фармацевтической продукции, диагностики инфекционных болезней животных, оценивать механизмы биологического действия antimикробных средств</p>	<p>Apply methods of quality control of pharmaceutical products, diagnostics of infectious animal diseases, assess the mechanisms of biological action of antimicrobial agents</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:          - теоретические основы жизнедеятельности патогенных микроорганизмов и взаимодействие их с организмом животного; - группы и виды микроорганизмов, вызывающих болезни у животных и их основные биологические свойства; - принципы и способы диагностики инфекционных болезней; - основы специфической и неспецифической профилактики инфекционных болезней.</p>	<p>know:          - theoretical foundations of the vital activity of pathogenic microorganisms and their interaction with the animal body; - groups and types of microorganisms that cause diseases in animals and their main biological properties; - principles and methods of diagnosing infectious diseases; - the basics of specific and non-specific prevention of infectious diseases.          be able to:</p>

	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отбирать, консервировать, транспортировать и подготавливать исследуемый материал для бактериологической диагностики;</li> <li>- готовить и окрашивать мазки существующими методами с целью установления предварительного диагноза;</li> <li>- проводить посев из нативного материала и пересев культур микроорганизмов на жидкие, полужидкие и плотные питательные среды;</li> <li>- проводить микроскопию с целью выявления возбудителей болезней животных;</li> <li>- проводить биопробу с целью определения патогенности микроорганизмов.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объемом теоретических знаний, полученных в рамках изучаемого курса;</li> <li>- навыками проведения научных исследований;</li> <li>- схемой проведения микроскопических, бактериологических, серологических и биологических исследований при диагностике инфекционных болезней животных;</li> <li>- схемой бактериологического ветеринарно-санитарного контроля продуктов животного происхождения, животноводческих помещений и других объектов, подлежащих ветеринарному надзору;</li> <li>- методическими подходами оценки микроорганизмов - как источника получения биопрепаратов для животных, эффективности технологий их производства и возможности патентования.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- select, preserve, transport and prepare the test material for bacteriological diagnostics;</li> <li>- prepare and stain smears using existing methods in order to establish a preliminary diagnosis;</li> <li>- to inoculate from native material and reseed cultures of microorganisms on liquid, semi-liquid and dense nutrient media;</li> <li>- to carry out microscopy in order to identify pathogens of animal diseases;</li> <li>- conduct a bioassay to determine the pathogenicity of microorganisms.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the amount of theoretical knowledge obtained within the framework of the course studied;</li> <li>- research skills;</li> <li>- a scheme for conducting microscopic, bacteriological, serological and biological studies in the diagnosis of infectious animal diseases;</li> <li>- scheme of bacteriological veterinary sanitary control of products of animal origin, livestock premises and other facilities proper to veterinary supervision;</li> <li>- methodological approaches to the assessment of microorganisms - as a source of obtaining biological products for animals, the effectiveness of technologies for their production and the possibility of patenting.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Препреквизиты / Prerequisites	Физиология микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов	Physiology of microorganisms, Cultivation of microorganisms
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3

Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, письменная контрольная работа, Зачет	Oral questioning, written assessment Credit

## Иммунология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Иммунология», модуль «Иммунология и медицинская микробиология» /  
Academic discipline «Immunology», module «Immunology and Medical Microbiology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Характеристика иммунной системы млекопитающих. Антигены. Антитела. Факторы защиты организма млекопитающих от чужеродных антигенов. Иммунитет к инфекционным заболеваниям и его формы. Гиперчувствительность как форма реагирования на антигены. Иммунодефициты человека. Аутоиммунные заболевания человека. Взаимодействие антиген-антитело. Методы биологических исследований, основанные на использовании антител.</p>	<p>Introduction. Characteristics of the mammalian immune system. Antigens. Antibodies. Factors of protection of the mammalian body from foreign antigens. Immunity to infectious diseases and its forms. Hypersensitivity as a form of response to antigens. Human immunodeficiencies. Autoimmune diseases of humans. Antigen-antibody interaction. Methods of biological research based on the use of antibodies.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять знание строения и функций органов иммунной системы, процессов, обеспечивающих иммунитет к инфекционным болезням, разнообразия их возбудителей при разработке мер профилактики и терапии инфекционных заболеваний.</p>	<p>Apply knowledge of the structure and functions of the organs of the immune system, the processes that provide immunity to infectious diseases, the diversity of their pathogens in the development of measures for the prevention and therapy of infectious diseases</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - значение иммунной системы млекопитающих в поддержании постоянства внутренней среды организма; - строение, функционирование и роль первичных и вторичных органов иммунной системы; - особенности развития, строения и функционирования клеток иммунной системы, обеспечивающие их участие в защите от чужеродных антигенов; - роль молекул иммунной системы - интерлейкинов (цитокинов, хемокинов) и иммуноглобулинов в развитии и функционировании защитных механизмов; - последовательность и характер взаимодействия макрофагов, Т- и В-лимфоцитов в ходе развития иммунных ответов; роль белков главного комплекса гистосовместимости в развитии иммунных ответов; - механизм возникновения и</p>	<p>know: - the importance of the mammalian immune system in maintaining the constancy of the internal environment of the body; - structure, functioning and role of primary and secondary organs of the immune system; - features of the development, structure and functioning of cells of the immune system, ensuring their participation in protection against foreign antigens; - the role of molecules of the immune system - interleukins (cytokines, chemokines) and immunoglobulins in the development and functioning of defense mechanisms; - the sequence and nature of the interaction of macrophages, T- and B-lymphocytes in the course of the development of immune responses; the role of major histocompatibility complex proteins in the development of immune responses; - the mechanism of the emergence and implementation of immune memory as the basis of active forms of acquired immunity to</p>

	<p>реализации иммунной памяти как основы активных форм приобретенного иммунитета к инфекционным болезням; - функционирование конститутивных защитных факторов как основы врожденного иммунитета; - механизмы возникновения гиперчувствительности немедленного и замедленного типов; -основные варианты иммунодефицитов и причины их возникновения; - основные аутоиммунные заболевания человека; -общие свойства молекул, обладающих антигенными свойствами; - химическую структуру и классификацию иммуноглобулинов, генетические основы формирования их специфичности по отношению к антигенам; - принципы получения поли- и моноклональных антител, пригодных для постановки реакций антиген-антитело; - принципы постановки реакций агглютинации, преципитации, реакций с участием комплемента, иммунофлюоресценции, иммуноферментного и радиоиммунологического анализов;</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объяснить роль и значение иммунной системы человека;</li> <li>- использовать полученные в курсе знания в научно-исследовательской работе;</li> <li>- осуществлять ориентировочную и развернутые реакции агглютинации и преципитации;</li> <li>- определять титр сывороток, предназначенных для проведения иммунологических реакций;</li> <li>- определять фагоцитарное число и фагоцитарный индекс;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иммунологической терминологией;</li> <li>- методиками постановки реакций агглютинации бактерий -методикой постановки фагоцитоза in vitro и приготовления препаратов для оценки его результатов.</li> </ul>	<p>infectious diseases; - the functioning of constitutive protective factors as the basis of innate immunity; - mechanisms of immediate and delayed hypersensitivity; - the main variants of immunodeficiencies and the causes of their occurrence; - the main autoimmune diseases of humans; - general properties of molecules with antigenic properties; - chemical structure and classification of immunoglobulins, genetic basis for the formation of their specificity in relation to antigens; - principles of obtaining poly- and monoclonal antibodies suitable for antigen-antibody reactions; - principles of agglutination, precipitation, reactions with the participation of complement, immunofluorescence, enzyme immunoassay and radioimmunological analysis;</p> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- explain the role and importance of the human immune system;</li> <li>- to use the knowledge gained in the course in research work;</li> <li>- carry out orientation and detailed reactions of agglutination and precipitation;</li> <li>- to determine the titer of sera intended for immunological reactions;</li> <li>- determine the phagocytic number and phagocytic index;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- immunological terminology;</li> <li>- methods for staging bacterial agglutination reactions - a method for setting phagocytosis in vitro and preparing drugs to assess its results.</li> </ul>
--	---	---

Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	62/58	62/58
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, тест Экзамен	Oral questioning, test Exam

### Медицинская и санитарная микробиология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Medical and Sanitary Microbiology», модуль «Иммунология и медицинская микробиология» /  
Academic discipline «Microbiological treatment of industrial waste», module «Immunology and Medical Microbiology»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Учение об инфекции. Основы профилактики и терапии инфекционных болезней. Характеристика возбудителей бактериальных болезней человека. Санитарная микробиология.</p>	<p>Introduction. The Doctrine of Infection. Fundamentals of prevention and therapy of infectious diseases. Characteristics of the causative agents of bacterial diseases of humans. Sanitary microbiology.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять знание строения и функций органов иммунной системы, процессов, обеспечивающих иммунитет к инфекционным болезням, разнообразия их возбудителей при разработке мер профилактики и терапии инфекционных заболеваний.</p>	<p>Apply knowledge of the structure and functions of the organs of the immune system, the processes that provide immunity to infectious diseases, the diversity of their pathogens in the development of measures for the prevention and therapy of infectious diseases</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - в чем заключается суть инфекционного процесса как биологического явления; - что такое «патогенность» и «вирулентность»; - принципы определения вирулентности болезнетворных микроорганизмов; - классификацию и механизмы действия основных бактериальных токсинов; - какова роль факторов инвазивности и поверхностных антигенов бактерий в развитии инфекционных процессов; - характеристику основных этапов инфекционного процесса; - общие принципы терапии и профилактики инфекционных заболеваний; - характерные черты наиболее опасных возбудителей и особенности вызываемых ими инфекционных заболеваний; - принципы оценки санитарного состояния объектов окружающей среды; - группы санитарно-показательных микроорганизмов и методы их выявления; - потенциальную опасность воды, воздуха, почвы, пищевых продуктов как источников инфицирования человека болезнетворными бактериями;</p>	<p>know: - what is the essence of the infectious process as a biological phenomenon; - what is "pathogenicity" and "virulence"; - principles for determining the virulence of pathogenic microorganisms; - classification and mechanisms of action of the main bacterial toxins; - what is the role of invasive factors and surface antigens of bacteria in the development of infectious processes; - characteristics of the main stages of the infectious process; - general principles of therapy and prevention of infectious diseases; - characteristic features of the most dangerous pathogens and features of infectious diseases caused by them; - principles for assessing the sanitary condition of environmental objects; - groups of sanitary-indicative microorganisms and methods of their detection; - potential danger of water, air, soil, food products as sources of human infection with pathogenic bacteria; be able to: - to explain the essence and nature of the infectious process as an interaction of micro- and macroorganisms; - use the knowledge gained as a result of the course in research work;</p>

	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- объяснить суть и характер инфекционного процесса как взаимодействия микро- и макроорганизмов;</li> <li>- использовать полученные в результате прохождения курса знания в научно-исследовательской работе;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знаниями по основным разделам курса</li> </ul>	<p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- knowledge of the main sections of the course</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Прerequisites / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, тест Зачет	Oral questioning, test Credit

## Основы права

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Основы права», модуль «Социально-гуманитарный-2» /**

Academic discipline «Fundamentals of Law», module «Social and Humanitarian-2»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Конституционное право Республики Беларусь; административное право, административно-деликтное и процессуально-исполнительное право; финансовое право Республики Беларусь; гражданское право Республики Беларусь; жилищное право Республики Беларусь; трудовое право Республики Беларусь; уголовное право Республики Беларусь; экологическое право Республики Беларусь</p>	<p>Constitutional Law of the Republic of Belarus; administrative law, administrative tort and procedural executive law; financial law of the Republic of Belarus; civil law of the Republic of Belarus; housing law of the Republic of Belarus; labor law of the Republic of Belarus; criminal law of the Republic of Belarus; Environmental Law of the Republic of Belarus</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Обладать способностью грамотно использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности, владеть навыками поиска нормативных правовых актов, анализа их содержания и применения в непосредственной профессиональной деятельности; работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия; быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности; проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности</p>	<p>Have the ability to competently use the basics of legal knowledge in various spheres of life, possess the skills of searching for regulatory legal acts, analyzing their content and application in direct professional activities; work in a team, tolerate social, ethnic, religious, cultural and other differences; be capable of self-development and improvement in professional activities; Take initiative and adapt to changes in professional activities</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - место, роль и назначение права и государства в системе социальных отношений, основные правовые категории и понятия; - основные отрасли права, их структуру и институты; - основополагающие нормативные правовые акты; - структуру государственного аппарата, место, роль и компетенцию - отдельных должностных лиц и государственных органов, структуру и систему судебных и правоохранительных органов; - основные права, законные интересы и обязанности человека и гражданина, гарантии их</p>	<p>know: - the place, role and purpose of law and the state in the system of social relations, the main legal categories and concepts; - the main branches of law, their structure and institutions; - fundamental regulatory legal acts; - the structure of the state apparatus, the place, role and competence of individual officials and state bodies, the structure and system of judicial and law enforcement bodies; - basic rights, legitimate interests and duties of a person and a citizen, guarantees of their implementation; be able to:</p>

	<p>реализации;  уметь:  - определять вид правоотношений и правовые нормы, их регулирующие; - устанавливать иерархию нормативных правовых актов, регулирующих определенные правоотношения; - осуществлять поиск необходимых нормативных предписаний в национальном законодательстве; - принимать юридически корректные решения в области применения права;  владеть:  - основной юридической терминологией; - навыками применения правовых норм в профессиональной и общественной деятельности</p>	<p>- to determine the type of legal relations and legal norms regulating them; - to establish a hierarchy of regulatory legal acts regulating certain legal relations; - to search for the necessary regulatory prescriptions in national legislation; - make legally correct decisions in the field of law application;  have skills in:  - basic legal terminology; - skills in applying legal norms in professional and social activities</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тесты Дифференцированный зачет	Oral questioning, essay, tests Differentiated credit

### Основы педагогики и психологии

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Основы педагогики и психологии», модуль «Социально-гуманитарный-2» /**

Academic discipline «Fundamentals of Pedagogy and Psychology», module «Social and Humanitarian-2»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Общие основы педагогики; развитие и воспитание личности; акмеолого-педагогические основы личностного и профессионального развития; психология личности; социальное поведение личности</p>	<p>General Fundamentals of Pedagogy; development and education of personality; acmeological and pedagogical foundations of personal and professional development; psychology of personality; social behavior of the individual</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Обладать способностью грамотно использовать психологические методики в процессе обучения и воспитания, выявлять особенности развития личности формирующегося человека на основании знаний о педагогической деятельности и роли личности учителя как организатора учебно-воспитательного процесса; работать в команде, толерантно воспринимать социальные, этнические, конфессиональные, культурные и иные различия; быть способным к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности; проявлять инициативу и адаптироваться к изменениям в профессиональной деятельности</p>	<p>Have the ability to competently use psychological methods in the process of teaching and upbringing, identify the features of the development of the personality of the emerging person on the basis of knowledge about pedagogical activity and the role of the teacher's personality as the organizer of the educational process; work in a team, tolerate social, ethnic, religious, cultural and other differences; be capable of self-development and improvement in professional activities; take initiative and adapt to changes in professional activities</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - понятия и категории, общекультурное значение и место психологии и педагогики в системе наук о человеке и обществе; - основные положения современных концепций образования и развития личности; - индивидуально-психологические качества и особенности личности, способы мотивации и регуляции поведения и деятельности личности (группы); - мировые образовательные тенденции, структуру и направления развития системы образования в Республике Беларусь; - основы семейной педагогики;                      уметь:                      - учитывать социокультурные тенденции,</p>	<p>know:                      - concepts and categories, general cultural significance and place of psychology and pedagogy in the system of sciences about man and society; - the main provisions of modern concepts of education and personal development; - individual psychological qualities and characteristics of the personality, ways of motivation and regulation of the behavior and activity of the individual (group); - world educational trends, structure and directions of development of the education system in the Republic of Belarus; - the basics of family pedagogy;                      be able to:                      - take into account socio-cultural trends, patterns and principles of education and upbringing when analyzing socio-educational situations; - to organize productive</p>

	<p>закономерности и принципы обучения и воспитания при анализе социально-образовательных ситуаций; - организовывать продуктивное межличностное и социально-профессиональное взаимодействие с учетом поликультурной среды, индивидуально-психологических и личностных особенностей людей, их возрастных и гендерных различий; - использовать психолого-педагогические знания, методы и технологии обучения и воспитания в социально-профессиональной сфере, семейной жизнедеятельности, при проведении обучающих занятий с персоналом; - осуществлять адекватную самооценку, разрабатывать и реализовывать проекты самообразования, самовоспитания и профессионального самосовершенствования;</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- педагогическими и психологическими методами и технологиями личностного и профессионального развития и самосовершенствования;</li> <li>- навыками системного и сравнительного анализа;</li> <li>- исследовательскими навыками;</li> <li>- навыками междисциплинарного подхода при решении проблем</li> </ul>	<p>interpersonal and socio-professional interaction, taking into account the multicultural environment, individual psychological and personal characteristics of people, their age and gender differences; - use psychological and pedagogical knowledge, methods and technologies of training and education in the socio-professional sphere, family life, when conducting training sessions with personnel; - carry out adequate self-assessment, develop and implement projects of self-education, self-education and professional self-improvement;</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pedagogical and psychological methods and technologies of personal and professional development and self-improvement;</li> <li>- skills of system and comparative analysis;</li> <li>- research skills;</li> <li>- interdisciplinary problem-solving skills</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тесты Дифференцированный зачет	Oral questioning, essay, tests Differentiated credit

### Введение в специальность

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Введение в специальность» /  
Academic discipline «Introduction to the Specialty»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Систематика микроорганизмов. Структурная организация клеток микроорганизмов, принципы культивирования микроорганизмов. Значение микроорганизмов в природе и жизнедеятельности человека.</p>	<p>Introduction. Systematics of microorganisms. Structural organization of microorganism cells, principles of microorganism cultivation. The importance of microorganisms in nature and human life.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знания о направлениях развития и достижениях микробиологии, современных методах микробиологических исследований при выборе профилизации и видов профессиональной деятельности</p>	<p>Use knowledge about the directions of development and achievements of microbiology, modern methods of microbiological research when choosing a profile and types of professional activity</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - историческое развитие микробиологии как науки; - ученых, внесших существенный вклад в становление микробиологии как науки; - основные направления и достижения микробиологии на современном этапе развития; - морфологию и структурную организацию клеток прокариот; - значение микроорганизмов в природе и жизнедеятельности человека; уметь: - ориентироваться в современных классификационных системах прокариотических и эукариотических микроорганизмов; - использовать полученные теоретические знания в научных исследованиях и практической деятельности; владеть: - методическими приемами работы с микроорганизмами; - приемами, используемыми при изучении важнейших свойств и процессов жизнедеятельности микроорганизмов; - методами использования микроорганизмов в научных исследованиях и промышленных технологиях.</p>	<p>know: - the historical development of microbiology as a science; - scientists who have made a significant contribution to the formation of microbiology as a science; - the main directions and achievements of microbiology at the present stage of development; - morphology and structural organization of prokaryotic cells; - the importance of microorganisms in nature and human life; be able to: - orient themselves in modern classification systems of prokaryotic and eukaryotic microorganisms; - to use the theoretical knowledge gained in scientific research and practical activities; have skills in: - methodical methods of working with microorganisms; - techniques used in the study of the most important properties and processes of vital activity of microorganisms; - methods of using microorganisms in scientific research and industrial technologies.</p>

Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	44/64	44/64
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольная работа, реферат, проект Зачет	Oral questioning, assessment, presentation, project Credit

## Высшая математика

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Высшая математика», модуль «Математика, физика, информатика» /**

Academic discipline «Higher mathematics », module «Mathematics, Physics, Computer Science»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Алгебра и аналитическая геометрия. Математический анализ. Теория вероятностей и основы математической статистики. Математическое моделирование в биологии.</p>	<p>Introduction. Algebra and analytic geometry. Calculus. Probability Theory and Fundamentals of Mathematical Statistics. Mathematical modeling in biology.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять методы математического анализа, теоретического и экспериментального исследований физических процессов, компьютерные информационные технологии при проведении научных исследований и в практической деятельности в сфере микробиологии</p>	<p>Apply methods of mathematical analysis, theoretical and experimental studies of physical processes, computer information technologies in scientific research and in practical activities in the field of microbiology</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>Знать:                      - основные понятия и методы линейной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа; - основные понятия и методы теории вероятностей и математической статистики; - основные понятия и методы высшей математики, необходимые для изучения курсов биологии, химии и физики;                      уметь:                      - производить действия над матрицами; - решать алгебраические системы уравнений; - выполнять вычисления пределов функций; - применять технику дифференцирования функций; - производить исследование функций; - применять технику интегрирования функций; - решать обыкновенные дифференциальные уравнения; - составлять математические модели биологических процессов; - использовать математические методы в сборе информации, ее обработке и при прогнозировании результатов изучаемых биологических процессов;                      владеть:                      - основными понятиями и методами высшей</p>	<p>Know:                      - basic concepts and methods of linear algebra, analytical geometry, mathematical analysis; - basic concepts and methods of probability theory and mathematical statistics; - Basic concepts and methods of higher mathematics necessary for studying courses in biology, chemistry and physics.                      be able to:                      - perform actions on matrices; - solve algebraic systems of equations; - perform function limit calculations; - apply the technique of differentiation of functions; - to study functions; - apply the technique of integration of functions; - solve ordinary differential equations; - to draw up mathematical models of biological processes; - to use mathematical methods in the collection of information, its processing and in predicting the results of the biological processes under study.                      have skills in:                      - the basic concepts and methods of higher mathematics necessary for the study of biological and chemical disciplines; - mathematical methods of collecting information, processing and presenting it in predicting the results of the biological processes under study.</p>

	математики, необходимыми для изучения биологических и химических дисциплин; - математическими методами сбора информации, ее обработки и представления в прогнозировании результатов изучаемых биологических процессов.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1	1
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	80/40	80/40
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольные работы Дифференцированный зачет	Oral questioning, assessments Differentiated credit

## Физика

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина « Физика», модуль «Математика, физика, информатика» /**

Academic discipline «Physics», module «Mathematics, Physics, Computer Science»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Механика; молекулярная физика и термодинамика; электричество и магнетизм; оптика; физика атомов и молекул; элементы ядерной физики	Mechanics; molecular physics and thermodynamics; electricity and magnetism; optics; physics of atoms and molecules; elements of nuclear physics
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы математического анализа, теоретического и экспериментального исследований физических процессов, компьютерные информационные технологии при проведении научных исследований и в практической деятельности в сфере микробиологии	Apply methods of mathematical analysis, theoretical and experimental studies of physical processes, computer information technologies in scientific research and in practical activities in the field of microbiology
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия и законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и геометрической оптики, атомной и ядерной физики;</li> <li>- порядок проведения физического эксперимента и обработки полученных данных, единицы измерения физических величин;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять экспериментальные физические исследования;</li> <li>- анализировать результаты эксперимента;</li> <li>- использовать физические методы для решения задач биологии;</li> <li>- моделировать физические процессы.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- практическими навыками физического экспериментального исследования биологических закономерностей при изучении специальных дисциплин</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic concepts and laws of mechanics, molecular physics and thermodynamics, electricity and magnetism, wave and geometric optics, atomic and nuclear physics;</li> <li>- the procedure for conducting a physical experiment and processing the data obtained, units of measurement of physical quantities;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- perform experimental physical research;</li> <li>- analyze the results of the experiment;</li> <li>- to use physical methods to solve problems of biology;</li> <li>- to simulate physical processes.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- practical skills of physical experimental research of biological laws in the study of special disciplines</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Пререквизиты / Prerequisites	-	-

Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	70/50	70/50
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, письменная контрольная работа Экзамен	Laboratory reports, written test Exam

## Основы информационной биологии

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Основы информационной биологии», модуль «Математика, физика, информатика» /**  
Academic discipline «Fundamentals of Information Biology», module «Mathematics, Physics, Computer Science»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение в информационную биологию. Информация и информационные процессы. Информационные технологии. Научно-информационная деятельность в биологии. Компьютерная биология. Информационные технологии анализа данных и документального оформления результатов биологических исследований.	Introduction to Information Biology. Information and information processes. Information technologies. Scientific and informational activities in biology. Computer biology. Information technologies for data analysis and documentation of the results of biological research.
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы математического анализа, теоретического и экспериментального исследований физических процессов, компьютерные информационные технологии при проведении научных исследований и в практической деятельности в сфере микробиологии	Apply methods of mathematical analysis, theoretical and experimental studies of physical processes, computer information technologies in scientific research and in practical activities in the field of microbiology
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные понятия теории информации, особенности протекания информационных процессов в биологических системах, теоретические предпосылки информационного подхода к рассмотрению биологических объектов, процессов и систем;</li> <li>- теоретические основы научно-информационной деятельности в биологии;</li> <li>- основные программные средства реализации информационных технологий, используемые в настоящее время биологами в их профессиональной деятельности;</li> <li>- базовые принципы структурирования и представления массивов данных;</li> <li>- принципы визуализации результатов научных исследований;</li> <li>- требования по оформлению научных отчетов об эксперименте, других научных и квалификационных работ;</li> </ul> <p>уметь:</p>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic concepts of information theory, features of the flow of information processes in biological systems, theoretical prerequisites of the information approach to the consideration of biological objects, processes and systems;</li> <li>- theoretical foundations of scientific and information activities in biology;</li> <li>- the main software tools for the implementation of information technologies currently used by biologists in their professional activities;</li> <li>- basic principles of structuring and presenting data sets;</li> <li>- principles of visualization of research results;</li> <li>- requirements for the preparation of scientific reports on the experiment, other scientific and qualification works.</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- organize the search for scientific information and use the main capabilities of network technologies and bioinformation databases;</li> <li>- apply basic scientific and theoretical knowledge to solve theoretical and practical problems;</li> <li>- to apply information approaches to the</li> </ul>

	<p>- организовывать поиск научной информации и использовать основные возможности сетевых технологий и биоинформационных баз данных; - применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач; - применять информационные подходы к анализу функционирования биологических систем; - рационально использовать в профессиональной деятельности технологии работы с текстовой, структурированной цифровой и графической информацией; - корректно представлять результаты научных исследований; - использовать основные технологии визуализации, а также хранения и защиты данных; - готовить научные статьи, сообщения, рефераты, доклады и материалы к презентациям. - вырабатывать новые идеи (обладать креативностью); - работать самостоятельно; - работать в команде; - учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками устной и письменной коммуникации;</li> <li>- научной терминологией данного раздела науки;</li> <li>- устойчивыми навыками рационального использования информационных технологий при поиске и анализе научной информации; - системным и сравнительным анализом; - исследовательскими навыками; - базовыми навыками и умениями применения информационных технологий для анализа данных и документального оформления результатов биологических исследований; - междисциплинарным подходом при решении проблем</li> </ul>	<p>analysis of the functioning of biological systems; - rationally use technologies for working with textual, structured digital and graphic information in professional activities; - correctly present the results of scientific research; - Use basic visualization, data storage and protection technologies; - prepare scientific articles, reports, abstracts, reports and materials for presentations. - to develop new ideas (to be creative); - work independently; - work in a team; - to study, improve their qualifications throughout life.</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- oral and written communication skills; - scientific terminology of this branch of science; - sustainable skills of rational use of information technologies in the search and analysis of scientific information; - system and comparative analysis; - research skills; - basic skills and abilities to use information technologies for data analysis and documentation of biological research results; - interdisciplinary approach to problem solving</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Прerequisites / Prerequisites	-	-

Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	76/44	76/44
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, письменная контрольная работа, Письменный отчет по лабораторным работам, тест, индивидуальные задания Экзамен	Oral questioning, written assessments, written laboratory reports, test, individual task Exam

## Биохимия

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

### Учебная дисциплина «Биохимия» / Academic discipline «Biochemistry»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Биологическая химия как наука. Структурная биохимия. Метаболическая биохимия.	Biological chemistry as a science. Structural biochemistry. Metabolic biochemistry.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания структуры, физико-химических свойств, путей метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, механизмов регуляции и взаимосвязи метаболических процессов для решения стандартных задач профессиональной деятельности	To use knowledge of the structure, physicochemical properties, pathways of metabolism of chemical components that are part of living organisms, mechanisms of regulation and interconnection of metabolic processes to solve standard problems of professional activity
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- химические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений и их комплексов, основные пути и механизмы регуляции метаболизма, биохимические механизмы реализации генетической информации;</li> <li>- теоретическую и практическую значимость биохимии, взаимосвязь с другими естественными науками;</li> <li>- новейшие достижения в области биохимии и перспективы их использования в различных областях народного хозяйства, медицины, фармации;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать знания биохимии для объяснения важнейших физиологических процессов, происходящие в органах и тканях человека, животных, растений, прокариот как в норме, так и при возникновении патологии;</li> <li>- использовать биохимические методы исследований в экспериментальной биологии;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными приемами изучения химического состава живых организмов и структурных особенностей биологически активных веществ;</li> </ul>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- chemical bases of vital activity, including the chemical structure and properties of natural compounds and their complexes, the main ways and mechanisms of metabolism regulation, biochemical mechanisms of the implementation of genetic information;</li> <li>- the theoretical and practical significance of biochemistry, the relationship with other natural sciences;</li> <li>- the latest achievements in the field of biochemistry and the prospects for their use in various fields of the national economy, medicine, pharmacy.</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to use the knowledge of biochemistry to explain the most important physiological processes occurring in the organs and tissues of humans, animals, plants, prokaryotes both in normal and in the occurrence of pathology;</li> <li>- to use biochemical research methods in experimental biology.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic methods of studying the chemical composition of living organisms and structural features of biologically active substances;</li> <li>- methods of quantitative and qualitative determination of natural compounds.</li> </ul>

	методами количественного и качественного определения природных соединений.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	6	6
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	100/116	100/116
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, эссе/реферат, тест, контрольная работа Экзамен	Oral questioning, essay/presentation, test, assessments Credit

## Физиология растений

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Физиология растений», модуль «Физиология» /**

Academic discipline «Plant physiology», module «Физиология»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Структурно-функциональная организация растительной клетки. Фотосинтез. Дыхание растений. Водный обмен растений. Минеральное питание растений. Рост и развитие растений. Физиология стресса у растений. Вторичный метаболизм растений.</p>	<p>Introduction. Structural and functional organization of a plant cell. Photosynthesis. Plant respiration. Water metabolism of plants. Mineral nutrition of plants. Plant growth and development. Physiology of stress in plants. Secondary plant metabolism.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Характеризовать основные физиолого-биохимические процессы растительных и животных организмов и механизмы их регуляции для решения практических задач в области здравоохранения, сельского хозяйства</p>	<p>To characterize the main physiological and biochemical processes of plant and animal organisms and the mechanisms of their regulation to solve practical problems in the field of health care and agriculture</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - суть основных понятий и процессов, происходящих в растительных организмах; - закономерности функционирования метаболических систем и механизмы их регуляции в растительном организме; - принципы функционирования растительного организма как целостной системы; - физико-химические подходы и методы изучения растительного организма на разных уровнях организации; - проблемы, достижения в области физиологии растений и перспективы их использования для повышения продуктивности растений;                      уметь:                      - использовать основные закономерности функционирования растительных организмов в качестве научной основы растениеводства, фармакологии и биотехнологии; - использовать методы теоретического и экспериментального исследований в фитофизиологии; - проводить поиск и систематизировать научную информацию по отдельным разделам</p>	<p>know:                      - the essence of the basic concepts and processes occurring in plant Organisms; - regularities of the functioning of metabolic systems and the mechanisms of their regulation in the plant organism; - the principles of the functioning of the plant organism as an integral System; - physicochemical approaches and methods of studying the plant organism at different levels of organization; - problems, achievements in the field of plant physiology and prospects for their use to increase plant productivity;                      be able to:                      - to use the basic laws of the functioning of plant organisms as a scientific basis for plant production, pharmacology and biotechnology; - to use methods of theoretical and experimental research in phytophysiology; - search and systematize scientific information on individual sections of plant physiology;                      have skills in:                      - basic methods of processing experimental data; - methods for assessing the indicators of physiological processes at different levels of the organization.</p>

	физиологии растений; владеть: - основными приемами обработки экспериментальных данных; - методами оценки показателей физиологических процессов на разных уровнях организации.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Основы ботаники, Структурная биохимия, Метаболическая биохимия	Fundamentals of Botany, Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	6	6
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	112/108	112/108
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчет по лабораторным работам, письменная контрольная работа, тест Экзамен	Lab reports, written assessment, test Exam

### Физиология человека и животных

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Физиология человека и животных», модуль «Физиология» /

Academic discipline «Human and Animal Physiology», module «Physiology»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Физиология возбудимых тканей. Нейро-гуморальная регуляция физиологических функций. Общая физиология центральной нервной системы. Частная физиология центральной нервной системы. Гормональная регуляция функций. Внутренняя среда организма. Физиология сердечно-сосудистой системы. Физиология дыхания. Физиология пищеварения. Обмен веществ и энергии. Питание. Физиология и терморегуляция. Физиология выделительных процессов. Физиология сенсорных систем. Физиология высшей нервной деятельности.</p>	<p>Introduction. Physiology of excitable tissues. Neuro-humoral regulation of physiological functions. General physiology of the central nervous system. Particular physiology of the central nervous system. Hormonal regulation of functions. Internal environment of the body. Physiology of the cardiovascular system. Physiology of respiration. Physiology of digestion. Metabolism of substances and energy. Nutrition. Physiology and thermoregulation. Physiology of excretory processes. Physiology of sensory systems. Physiology of Higher Nervous Activity.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Характеризовать основные физиолого-биохимические процессы растительных и животных организмов и механизмы их регуляции для решения практических задач в области здравоохранения, сельского хозяйства</p>	<p>To characterize the main physiological and biochemical processes of plant and animal organisms and the mechanisms of their regulation to solve practical problems in the field of health care and agriculture</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - основные термины и понятия анатомии человека; - методы анатомического исследования; - строение органов опорно-двигательного аппарата, пищеварительной и дыхательной систем, мочевых и половых органов, эндокринных желез, сердечно-сосудистой системы, органов кроветворения и иммунной системы, нервной системы и органов чувств;                      уметь:                      - дать описание строения и положения органов тела человека; - определять структурные особенности органов тела человека; - привлекать знание структурно-анатомических особенностей органов для оценки их физиологических</p>	<p>know:                      - basic terms and concepts of human anatomy; - methods of anatomical research; - structure of the musculoskeletal system, digestive and respiratory systems, urinary and genital organs, endocrine glands, cardiovascular system, hematopoietic and immune system, nervous system and sensory organs;                      be able to:                      - to describe the structure and position of the organs of the human body; - determine the structural features of the organs of the human body; - to involve knowledge of the structural and anatomical features of organs to assess their physiological functions.                      have skills in:                      -</p>

	функций. владеть: - понятийным аппаратом анатомии человека; - навыками анализа макропрепаратов органов.	the conceptual apparatus of human anatomy; - skills in analyzing macropreparations of organs.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Прerequisites / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	6	6
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	112/108	112/108
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тест, эссе Экзамен	Oral questioning, presentation, test, essay Exam

### Культивирование микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Культивирование микроорганизмов», модуль «Основы биотехнологии микроорганизмов» /  
Academic discipline «Cultivation of microorganisms», module «Fundamentals of Biotechnology of Microorganisms»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Историческое развитие культивирования микроорганизмов. Актуальность применения культур микроорганизмов. Питательные среды и условия для культивирования микроорганизмов. Способы и возможности культивирования микроорганизмов. Способы хранения и поддержания культур микроорганизмов. Способы культивирования иммобилизованных микроорганизмов. Основные типы оборудования для культивирования микроорганизмов.</p>	<p>Historical development of the cultivation of microorganisms. The relevance of the use of microorganism cultures. Culture media and conditions for the cultivation of microorganisms. Methods and possibilities of cultivation of microorganisms. Methods of storage and maintenance of cultures of microorganisms. Methods of cultivation of immobilized microorganisms. Main types of equipment for the cultivation of microorganisms.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять методы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов, принципы промышленного получения хозяйственно ценных продуктов микробного происхождения для разработки инновационных микробных биотехнологий</p>	<p>To apply methods of cultivation of aerobic and anaerobic microorganisms, the principles of industrial production of economically valuable products of microbial origin for the development of innovative microbial biotechnologies</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - принципы составления питательных сред, качественное и количественное содержание всех необходимых питательных компонентов, обеспечивающих оптимальное развитие клеток микроорганизмов различного происхождения; - способы создания и поддержания культур микроорганизмов; - условия культивирования и динамику роста микробных клеток, при которых может быть достигнута максимальная продукция биомассы и (или) целевого продукта; - основные типы культуральных систем, используемых в настоящее время в промышленном производстве и лабораторных исследованиях; - принципы функционирования современного оборудования, применяемого при культивировании культур микроорганизмов; уметь:</p>	<p>know: - principles of composition of nutrient media, qualitative and quantitative content of all necessary nutrient components that ensure the optimal development of cells of microorganisms of various origins; - methods of creating and maintaining cultures of microorganisms; - cultivation conditions and microbial cell growth dynamics, under which the maximum production of biomass and (or) target product can be achieved; - the main types of culture systems currently used in industrial production and laboratory research; - principles of functioning of modern equipment used in the cultivation of cultures of microorganisms be able to: - to use the knowledge gained in the selection of the most suitable systems and methods of cultivation, based on the individual characteristics of microbial cells and the goals of the work carried out; - solve the problems of general</p>

	<p>- использовать полученные знания при выборе наиболее пригодных систем и способов культивирования, исходя из индивидуальных особенностей микробных клеток и целей проводимой работы; - решать задачи общей и частной оптимизации процесса культивирования; - определять качественные и количественные параметры роста и развития популяции микроорганизмов; - применять методы синхронизации микробных клеток; - прогнозировать предполагаемый выход процесса в соответствии с выбранным способом культивирования</p> <p>владеть:</p> <p>- основными навыками работы с микроорганизмами; - методами культивирования микроорганизмов различных таксономических групп; - методами использования микроорганизмов в научных исследованиях и промышленных технологиях.</p>	<p>and specific optimization of the cultivation process; - to determine the qualitative and quantitative parameters of the growth and development of the population of microorganisms; - Apply microbial cell synchronization techniques - Predict the expected yield of the process according to the selected cultivation method</p> <p>have skills in:</p> <p>- basic skills of working with microorganisms; - methods of cultivation of microorganisms of various taxonomic groups; - methods of using microorganisms in scientific research and industrial technologies.</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Прerequisites / Prerequisites	Введение в специальность	Introduction to the Specialty
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный и письменный опрос, контрольные работы Зачет	Oral and written questioning, ssesments Credit

### Микробные объекты в биотехнологии

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Микробные объекты в биотехнологии», модуль «Основы биотехнологии микроорганизмов» /  
Academic discipline «Microbial Objects in Biotechnology», module «Fundamentals of Biotechnology of Microorganisms»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Структурно-функциональные особенности организации микроорганизмов как объектов биотехнологии. Практически значимые метаболиты клеток микроорганизмов. Принципы генной инженерии микроорганизмов. Принципы клеточной инженерии микроорганизмов. Основные требования и принципы отбора биотехнологически значимых микроорганизмов. Основные направления использования микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности в промышленном производстве.</p>	<p>Introduction. Structural and functional features of the organization of microorganisms as objects of biotechnology. Practically significant metabolites of microorganism cells. Principles of genetic engineering of microorganisms. Principles of cell engineering of microorganisms. Basic requirements and principles for the selection of biotechnologically significant microorganisms. The main directions of the use of microorganisms and their waste products in industrial production.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Применять методы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов, принципы промышленного получения хозяйственно ценных продуктов микробного происхождения для разработки инновационных микробных биотехнологий</p>	<p>To apply methods of cultivation of aerobic and anaerobic microorganisms, the principles of industrial production of economically valuable products of microbial origin for the development of innovative microbial biotechnologies</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - структурно-функциональные особенности организации объектов биотехнологии; - основные практически значимые метаболиты клеток микроорганизмов; - принципы селекции продуцентов биологически активных соединений; - принципы генной инженерии микроорганизмов; - принципы клеточной инженерии микроорганизмов; основные направления использования микроорганизмов в промышленном производстве. уметь: - анализировать практически полезные свойства объектов биотехнологии; - использовать принципы, лежащие в основе улучшения свойств объектов биотехнологии; - давать оценку</p>	<p>know: - structural and functional features of the organization of biotechnology objects; - the main practically significant metabolites of microorganism cells; - principles of selection of producers of biologically active compounds; - Principles of genetic engineering of microorganisms; - principles of cell engineering of microorganisms; The main directions of the use of microorganisms in industrial production. be able to: - to analyze the practical useful properties of biotechnology objects; - to use the principles underlying the improvement of the properties of biotechnology objects; - evaluate existing production processes and suggest possible ways to improve them. have skills in:</p>

	<p>существующим производственным процессам и предлагать возможные пути их усовершенствования.</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- системным и сравнительным анализом.</li> <li>- исследовательскими навыками.</li> <li>- междисциплинарным подходом при решении проблем.</li> </ul>	- system and comparative analysis. - research skills. - interdisciplinary approach to problem solving.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	Культивирование микроорганизмов, Промышленная микробиология	Microorganism Culture, Industrial Microbiology
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	60/48	60/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольная работа, тест, реферат, собеседование Зачет	Oral questioning, assessment, presentation, interview Credit

## Фундаментальные и прикладные аспекты микробных биотехнологий

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

### Учебная дисциплина «Фундаментальные и прикладные аспекты микробных биотехнологий», модуль «Основы биотехнологии микроорганизмов» /

Academic discipline «Fundamental and Applied Aspects of Microbial Biotechnologies», module «Fundamentals of Biotechnology of Microorganisms»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. История биотехнологии. Объекты биотехнологии. Принципы генной инженерии. Биотехнологический процесс.	Introduction. History of Biotechnology. Objects of biotechnology. Principles of genetic engineering. Biotechnological process.
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов, принципы промышленного получения хозяйственно ценных продуктов микробного происхождения для разработки инновационных микробных биотехнологий	To apply methods of cultivation of aerobic and anaerobic microorganisms, the principles of industrial production of economically valuable products of microbial origin for the development of innovative microbial biotechnologies
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- историю открытий и изобретений, которые легли в основу биотехнологии;</li> <li>- требования, предъявляемые к объекту биотехнологического процесса;</li> <li>- теоретические основы биотехнологии;</li> <li>- принципы селекции продуцентов;</li> <li>- теоретические основы генетической инженерии;</li> <li>- этапы биотехнологического процесса;</li> <li>- способы очистки и хранения биотехнологического продукта;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать достижения фундаментальных биологических наук для поиска возможностей их практического применения;</li> <li>- пользоваться методологией биотехнологического исследования и использовать их при работе на биотехнологическом производстве;</li> <li>- использовать классические и современные методы генетического конструирования штаммов-продуцентов биологически активных веществ;</li> <li>- уметь использовать различные способы воздействия на продуцентов с целью увеличения эффективности производственного</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the history of discoveries and inventions that formed the basis of biotechnology;</li> <li>- requirements for the object of the biotechnological process;</li> <li>- theoretical foundations of biotechnology;</li> <li>- principles of selection of producers;</li> <li>- theoretical foundations of genetic engineering;</li> <li>- Stages of the biotechnological process;</li> <li>- methods of purification and storage of a biotechnological product;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to analyze the achievements of fundamental biological sciences for search for opportunities for their practical application;</li> <li>- use the methodology of biotechnological research and use them when working in biotechnological production;</li> <li>- to use classical and modern methods of genetic design of strains producing biologically active substances;</li> <li>- be able to use various ways of influencing producers with</li> </ul> <p>To increase the efficiency of the production process:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- plan the technological process taking into account the physiological and biochemical characteristics of the producer;</li> </ul> <p>have skills in:</p>

	<p>процесса: - осуществлять планирование технологического процесса с учетом физиолого-биохимических особенностей продуцента;</p> <p>владеть:</p> <p>- методами отбора биотехнологически значимых объектов для использования их в промышленном производстве; - методическими подходами, лежащими в основе улучшения свойств продуцентов как объектов биотехнологии.</p>	<p>- methods of selection of biotechnologically significant objects for their use in industrial production;</p> <p>- methodological approaches underlying the improvement of the properties of producers as objects of biotechnology.</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Пререквизиты / Prerequisites	Структурная организация клеток микроорганизмов, Физиология микроорганизмов, Молекулярная бактериология	Molecular bacteriology, Physiology of microorganisms, Structural organization of microorganism cells
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, эссе Зачет	Oral questioning, lab reports, essay Credit

## Промышленная микробиология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Промышленная микробиология», модуль «Основы биотехнологии микроорганизмов» /**  
 Academic discipline «Industrial Microbiology», module «Fundamentals of Biotechnology of Microorganisms»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основы микробиологического производства. Промышленное использование микробиологических процессов.	Fundamentals of Microbiological Production. Industrial use of microbiological processes.
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов, принципы промышленного получения хозяйственно ценных продуктов микробного происхождения для разработки инновационных микробных биотехнологий	To apply methods of cultivation of aerobic and anaerobic microorganisms, the principles of industrial production of economically valuable products of microbial origin for the development of innovative microbial biotechnologies
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы создания и поддержания культур микроорганизмов продуцентов;</li> <li>- физиолого-биохимические свойства важнейших микроорганизмов, применяемых в микробиологическом производстве;</li> <li>- основные субстраты, используемые для промышленного культивирования микроорганизмов, принципы составления питательных сред;</li> <li>- стадии микробиологического производства; 3 - основные типы и принципы функционирования современного оборудования, используемого в промышленном микробиологическом производстве;</li> <li>- основы технологии получения важнейших продуктов микробного синтеза для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства;</li> <li>- основы разработки нормативных документов на микробиологическую продукцию;</li> <li>- технику безопасности на микробиологических производствах</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать полученные знания при характеристике культурально-морфологических и физиолого-биохимических свойств</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methods for creating and maintaining cultures of microorganisms producers;</li> <li>- physiological and biochemical properties of the most important microorganisms used in microbiological production;</li> <li>- the main substrates used for the industrial cultivation of microorganisms, the principles of composing nutrient media;</li> <li>- stages of microbiological production; 3 - the main types and principles of functioning of modern equipment used in industrial microbiological production;</li> <li>- Fundamentals of technology for obtaining the most important products of microbial synthesis for various industries and agriculture;</li> <li>- the basics of the development of regulatory documents for microbiological products;</li> <li>- safety precautions at microbiological production.</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to use the knowledge gained in characterizing the cultural-morphological and physiological-biochemical properties of microorganisms-producers;</li> <li>- to determine the qualitative and quantitative parameters of growth and development of cultures of microorganisms;</li> <li>- choose the method of cultivation of microorganisms depending on their properties and production goals;</li> <li>- predict the estimated yield of the product in accordance with the selected method of cultivation of the microorganism.</li> </ul>

	<p>микроорганизмов продуцентов; - определять качественные и количественные параметры роста и развития культур микроорганизмов; - выбирать способ культивирования микроорганизмов в зависимости от их свойств и целей производства; - прогнозировать предполагаемый выход продукта в соответствии с выбранным способом культивирования микроорганизма.</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами идентификации и культивирования микроорганизмов;</li> <li>- приемами решения задач общей и частной оптимизации технологического процесса.</li> </ul>	<p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- basic methods of identification and cultivation of microorganisms;</li> <li>- methods of solving problems of general and specific optimization of the technological process.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Систематика микроорганизмов, Структурная организация клеток микроорганизмов, Физиология микроорганизмов, Структурная биохимия, Метаболическая биохимия, Генетика	Systematics of microorganisms, Structural organization of microorganism cells, Physiology of microorganisms, Structural biochemistry, Metabolic biochemistry, Genetics
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, письменная контрольная работа, реферат, тест Зачет	Oral questioning, lab reports, written assessment, presentation, test Credit

**Биологическая статистика (нет программы)**

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Биологическая статистика», модуль «Биостатистика и системная биология» /**

**Academic discipline «Biological statistics», module «Biostatistics and Systems Biology»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary		
Формируемые компетенции / The formed competences	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Использовать методы статистического анализа биологических данных, принципы построения математических моделей биологических систем, современные программные средства для обработки больших массивов биологических данных	To solve standard tasks of professional activity based on the use of information and communication technologies. Use methods of statistical analysis of biological data, principles of building mathematical models of biological systems, modern software for processing large arrays of biological data
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)		Know: - Be able to: - Have skills in: -
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	52/56	52/56
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Зачет	Credit

### Введение в системную биологию

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Введение в системную биологию», модуль «Биостатистика и системная биология» /  
Academic discipline «Introduction to Systems Biology», module «Biostatistics and Systems Biology»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Предмет системной биологии – биологические системы. Моделирование – основной метод изучения биологических систем. Базовые модели в биологии. Примеры моделирования сложных биологических систем.</p>	<p>Introduction. The subject of systems biology is biological systems. Modeling is the main method of studying biological systems. Basic Models in Biology. Examples of modeling complex biological systems.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Использовать методы статистического анализа биологических данных, принципы построения математических моделей биологических систем, современные программные средства для обработки больших массивов биологических данных</p>	<p>To solve standard tasks of professional activity based on the use of information and communication technologies. Use methods of statistical analysis of biological data, principles of building mathematical models of biological systems, modern software for processing large arrays of biological data</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - основные принципы системного подхода в биологии, типы биологических систем, их характеристики; - особенности биологической информации, виды и способы ее анализа; - принципы построения моделей биологических систем, типы моделей, их особенности; - основные виды математических моделей, способы их построения и исследования; - специфику получения биологической информации из больших массивов данных, существующие для этого средства; уметь: - проводить первичное редактирование и анализ биологических данных; - использовать простейшие описательные регрессионные модели; - использовать известные кинетические модели биологических процессов; - составлять на основе соответствующего математического</p>	<p>know: - the basic principles of the systems approach in biology, types of biological systems, their characteristics; - features of biological information, types and methods of its analysis; - principles of building models of biological systems, types of models, their features; - the main types of mathematical models, methods of their construction and research; - the specifics of obtaining biological information from large data arrays, the means existing for this; be able to: - carry out primary editing and analysis of biological data; - use the simplest descriptive regression models; - Use known kinetic models of biological processes; - to compile simple kinetic models on the basis of the appropriate mathematical apparatus; have skills in: - scientific terminology of this branch of science; - stable skills of rational use of methods of primary analysis of</p>

	аппарата простые кинетические модели; владеть: - научной терминологией данного раздела науки; - устойчивыми навыками рационального использования методов первичного анализа биологической информации; - базовыми навыками и умениями применения адекватного математического аппарата для построения моделей биологических систем	biological information; - basic skills and abilities to use adequate mathematical apparatus to build models of biological systems
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	Высшая математика, Физика», Экология и рациональное природопользование, Молекулярная биология	Higher Mathematics, Physics, Ecology and Environmental Management, Molecular Biology
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	72/48	72/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчет по лабораторным работам, письменная контрольная работа Экзамен	Lab reports, written assessment Exam

## Экология микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Экология микроорганизмов», модуль «Экология микроорганизмов» /**

Academic discipline «Ecology of microorganisms», module «Ecology of microorganisms»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Основные понятия экологии микроорганизмов. История формирования и развития экологии микроорганизмов. Основы аутоэкологии. Выделение микроорганизмов из окружающей среды. Методы учета численности микроорганизмов в водной среде, почве, воздушной среде. Методы изучения микроорганизмов в естественных условиях обитания. Молекулярные методы в экологии микроорганизмов. Влияние физических факторов на микроорганизмы. Влияние химических факторов на микроорганизмы.</p>	<p>Basic Concepts of Ecology of Microorganisms. History of the formation and development of the ecology of microorganisms. Fundamentals of autecology. Isolation of microorganisms from the environment. Methods of accounting for the number of microorganisms in the aquatic environment, soil, air. Methods of studying microorganisms in natural habitats. Molecular methods in the ecology of microorganisms. Influence of physical factors on microorganisms. Influence of chemical factors on microorganisms.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знание теоретических основ аутоэкологии, синэкологии, системной экологии микроорганизмов при решении задач рационального природопользования</p>	<p>To use knowledge of the theoretical foundations of autecology, synecology, system ecology of microorganisms in solving problems of rational nature management</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - эффекты, оказываемые физическими и химическими факторами, на микроорганизмы; - механизмы ответа микроорганизмов на стрессовые воздействия окружающей среды; - физиологические группы микроорганизмов по отношению к различным факторам среды;                      уметь:                      - выдвигать обоснованные гипотезы для объяснения наблюдаемых биологических явлений и выбирать адекватные методы для проверки этих гипотез; - применять знания о влиянии физических и химических факторов на микроорганизмы для планирования и осуществления исследований, направленных на решение разнообразных практических задач в экологии микроорганизмов, сельского хозяйства, биотехнологии;</p>	<p>know:                      - effects of physical and chemical factors on microorganisms; - Mechanisms of response of microorganisms to environmental stressors; - physiological groups of microorganisms in relation to various environmental factors;                      be able to:                      - to put forward reasonable hypotheses to explain the observed biological phenomena and to choose adequate methods for testing these hypotheses; - to apply knowledge about the influence of physical and chemical factors on microorganisms for planning and implementing research aimed at solving various practical problems in the ecology of microorganisms, agriculture, biotechnology;                      have skills in:</p>

	<p>владеть:</p> <p>- терминологией, используемой в изучаемой дисциплине; - навыками понимания и критического анализа научной литературы в области экологии микроорганизмов.</p>	- the terminology used in the discipline being studied; - skills of understanding and critical analysis of scientific literature in the field of ecology of microorganisms.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Препреквизиты / Prerequisites	<p>Структурная организация клеток микроорганизмов, Физиология микроорганизмов, Систематика микроорганизмов, Генетика микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов, Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами</p>	<p>Structural organization of microorganism cells, Physiology of microorganisms, Systematics of microorganisms, Genetics of microorganisms, Cultivation of microorganisms, Relationships of microorganisms with other organisms</p>
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/58	50/58
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	<p>Опрос, тест, коллоквиум, письменная контрольная работа, эссе, отчеты по лабораторным работам</p> <p>Экзамен</p>	<p>Questioning, test, colloquium, written assessment, essay, lab reports</p> <p>Exam</p>

### Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Взаимоотношения микроорганизмов с другими организмами», модуль «Экология микроорганизмов» /  
Academic discipline «Relationships of microorganisms with other organisms», module «Ecology of microorganisms»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основные понятия. Типы взаимодействий между биологическими объектами. Микробное сообщество. Взаимоотношения между микроорганизмами. Взаимоотношения между микроорганизмами и макроорганизмами.	Concepts. Types of interactions between biological objects. Microbial community. Relationships between microorganisms. Relationships between microorganisms and macroorganisms.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знание теоретических основ аутоэкологии, синэкологии, системной экологии микроорганизмов при решении задач рационального природопользования	To use knowledge of the theoretical foundations of autecology, synecology, system ecology of microorganisms in solving problems of rational nature management
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы взаимоотношений между микроорганизмами, между микроорганизмами и макроорганизмами;</li> <li>- экологическое значение различных типов взаимоотношений между живыми организмами;</li> <li>- практическое значение и способы применения различных типов взаимоотношений между живыми организмами;</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>выдвигать обоснованные гипотезы для объяснения наблюдаемых биологических явлений и выбирать адекватные методы для проверки этих гипотез;</li> <li>применять знания о способах взаимодействия между живыми организмами для планирования и осуществления исследований, направленных на решение разнообразных практических задач в экологии микроорганизмов, сельского хозяйства, биотехнологии;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией, используемой в изучаемой дисциплине;</li> <li>- навыками понимания и критического анализа научной литературы в области микробной синэкологии.</li> </ul>	<p>know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the main types of relationships between microorganisms, between microorganisms and macroorganisms;</li> <li>- the ecological significance of various types of relationships between living organisms;</li> <li>- practical significance and methods of application of various types of relationships between living organisms;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to put forward reasonable hypotheses to explain the observed biological phenomena and to choose adequate methods for testing these hypotheses;</li> <li>- to apply knowledge about the methods of interaction between living organisms for planning and implementing research aimed at solving various practical problems in the ecology of microorganisms, agriculture, biotechnology;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the terminology used in the discipline being studied;</li> <li>- skills in understanding and critical analysis of scientific literature in the field of microbial synecology.</li> </ul>

Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Препреквизиты / Prerequisites	Структурная организация клеток микроорганизмов, Физиология микроорганизмов, Систематика микроорганизмов, Генетика микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов,	Structural organization of microorganism cells, Physiology of microorganisms, Systematics of microorganisms, Genetics of microorganisms, Cultivation of microorganisms
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Опрос, тест, отчеты по лабораторным работам, эссе Экзамен	Questioning, test, lab reports, essay Exam

### Микробиологическая очистка промышленных отходов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Микробиологическая очистка промышленных отходов», модуль «Экобиотехнологии» /

Academic discipline «Microbiological treatment of industrial waste», module «Ecobiotechnology»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Загрязнение окружающей среды и особенности биотрансформации ксенобиотиков. Микробиологическая очистка почв. Микробиологическая очистка воды и воздуха. Микробиологическая переработка отходов.</p>	<p>Environmental pollution and features of biotransformation of xenobiotics. Microbiological soil treatment. Microbiological water and air purification. Microbiological waste processing.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Осуществлять подбор и конструирование микробиологических объектов для целей охраны окружающей среды, моделирование процессов микробной трансформации веществ различной химической природы</p>	<p>To carry out the selection and design of microbiological objects for the purposes of environmental protection, modeling the processes of microbial transformation of substances of various chemical nature</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - особенности функционирования очистных сооружений различного типа; - качественный и количественный состав микробиоты при использовании естественных и искусственных систем очистки промышленных отходов; - сравнительный анализ разложения загрязняющих веществ в аэробных и анаэробных условиях и работы соответствующих реакторов; - достижения биотехнологии и микробиологии в решении вопросов охраны окружающей среды.                      уметь:                      - осуществлять подбор микробиологических и других объектов для утилизации отходов различных производств; - использовать возможности ассоциаций культур микроорганизмов. - определять видовой и родовой состав микробиоты почвы, активного ила и других естественных биотопов.                      владеть:                      - принципами подбора микробиологических объектов для целей охраны окружающей среды; - основными методами идентификации и культивирования микроорганизмов; - способами</p>	<p>know:                      - features of the functioning of treatment facilities of various types; - qualitative and quantitative composition of microbiota when using natural and artificial industrial waste treatment systems; - Comparative analysis of the decomposition of pollutants under aerobic and anaerobic conditions and the operation of the corresponding reactors; - achievements of biotechnology and microbiology in solving environmental protection issues.                      be able to:                      - select microbiological and other objects for the disposal of waste from various industries; - to use the possibilities of associations of cultures of microorganisms. - Determine the species and generic composition of the soil microbiota, activated sludge and other natural biotopes.                      have skills in:                      - principles for the selection of microbiological objects for the purposes of environmental protection; - basic methods of identification and cultivation of microorganisms; - methods for improving the production characteristics of destructor bacteria by in vivo and in vitro methods.</p>

	улучшения производственных характеристик бактерий деструкторов методами <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> .	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Препреквизиты / Prerequisites	Микробные объекты в биотехнологии, Промышленная микробиология, Систематика микроорганизмов, Физиология микроорганизмов, Структурная биохимия, Метаболическая биохимия	Microbial Objects in Biotechnology, Industrial Microbiology, Systematics of Microorganisms, Physiology of Microorganisms, Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, письменная контрольная работа, реферат, тест Зачет	Oral questioning, lab reports, written assessment, presentation, test Credit

**Иммобилизованные клетки и ферменты микроорганизмов (нет программы)**

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Иммобилизованные клетки и ферменты микроорганизмов», модуль «Экобиотехнологии» /  
Academic discipline «Immobilized cells and enzymes of microorganisms», module «Ecobiotechnology»**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary		
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять подбор и конструирование микробиологических объектов для целей охраны окружающей среды, моделирование процессов микробной трансформации веществ различной химической природы	To carry out the selection and design of microbiological objects for the purposes of environmental protection, modeling the processes of microbial transformation of substances of various chemical nature
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)		Know: - Be able to: - Have skills in: -
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Прerequisites / Prerequisites		
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	36/54	36/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Зачет	Credit

### Микробиологическая трансформация веществ

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Микробиологическая трансформация веществ», модуль «Экобиотехнологии» /

Academic discipline «Microbiological transformation of substances», module «Ecobiotechnology»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Микробиологическая трансформация хозяйственно ценных соединений. Микробиологическая трансформация ксенобиотиков. Микробиологическая трансформация металлов. Использование микробиологической трансформации в промышленности и природоохранных технологиях.</p>	<p>Introduction. Microbiological transformation of economically valuable compounds. Microbiological transformation of xenobiotics. Microbiological transformation of metals. The use of microbiological transformation in industry and environmental technologies.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Осуществлять подбор и конструирование микробиологических объектов для целей охраны окружающей среды, моделирование процессов микробной трансформации веществ различной химической природы</p>	<p>To carry out the selection and design of microbiological objects for the purposes of environmental protection, modeling the processes of microbial transformation of substances of various chemical nature</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:          - биохимические пути микробиологической трансформации веществ различной химической структуры; - особенности трансформации веществ микроорганизмами в зависимости от условий внешней среды; - генетические особенности микроорганизмов, осуществляющих трансформацию веществ; - основные подходы к селекции и генно-инженерному конструированию штаммов-трансформаторов; - возможности применения микробиологической трансформации для решения прикладных задач биотехнологии и охраны окружающей среды.          уметь:          - работать с культурами микроорганизмов, трансформирующих соединения различной химической структуры; - моделировать процессы микробиологической трансформации ксенобиотиков, углеводов, пестицидов и других соединений.</p>	<p>Know:          - biochemical pathways of microbiological transformation of substances of different chemical structure; - Features of the transformation of substances by microorganisms depending on environmental conditions; - genetic features of microorganisms that transform substances; - basic approaches to the selection and genetic engineering of transformer strains; - the possibility of using microbiological transformation to solve applied problems of biotechnology and environmental protection.          Be able to:          - work with cultures of microorganisms that transform compounds of various chemical structures; - to simulate the processes of microbiological transformation of xenobiotics, hydrocarbons, pesticides and other compounds.          Have skills in:          - the amount of knowledge gained within the course of study; - skills of selection and genetic engineering of microorganisms-transformers, their use to obtain organic</p>

	<p>владеть:</p> <p>- объемом знаний, полученных в рамках изучаемого курса; - навыками селекции и генно-инженерного конструирования микроорганизмов-трансформаторов, их использования для получения органических соединений, имеющих практическое значение, и биоремедиации окружающей среды.</p>	<p>compounds of practical importance, and bioremediation of the environment.</p>
<p>Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study</p>	8	8
<p>Пререквизиты / Prerequisites</p>	<p>Физиология микроорганизмов, Генетика микроорганизмов, Фармацевтическая микробиология</p>	<p>Physiology of Microorganisms, Genetics of Microorganisms, Pharmaceutical Microbiology</p>
<p>Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units</p>	3	3
<p>Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning</p>	46/62	46/62
<p>Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification</p>	<p>Устный опрос, отчет по лабораторным работам, тест Зачет</p>	<p>Oral questioning, lab reports, test Credit</p>

### Молекулярные аспекты эволюции

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Молекулярные аспекты эволюции», модуль «Эволюционная биология и генетическая инженерия» /  
Academic discipline «Molecular Aspects of Evolution», module «Evolutionary Biology and Genetic Engineering»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. Классические теории эволюции. Неколонические формы изменчивости. Горизонтальный перенос генов. Молекулярная филогения. Пути и механизмы усложнения генетической организации живых организмов. Эволюция онтогенеза и филогенеза.	Introduction. Classical theories of evolution. Non-cononic forms of variation. Horizontal gene transfer. Molecular phylogeny. Ways and mechanisms of complication of the genetic organization of living organisms. Evolution of ontogenesis and phylogeny.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать принципы, лежащие в основе молекулярной эволюции живых организмов, методические основы технологии рекомбинантных молекул ДНК, создания векторных систем различных типов, знания о достижениях в области нанобиотехнологии, генетической инженерии растений и животных	To use the principles underlying the molecular evolution of living organisms, the methodological foundations of the technology of recombinant DNA molecules, the creation of vector systems of various types, knowledge of achievements in the field of nanobiotechnology, genetic engineering of plants and animals
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классические теории эволюции органического мира;</li> <li>- механизмы изменчивости генетического материала;</li> <li>- механизмы горизонтального переноса генов и их роль в эволюции;</li> <li>- филогенетические преобразования ДНК, РНК, белков, ведущие к биологическому разнообразию;</li> <li>- пути и механизмы усложнения генетической организации живых организмов;</li> <li>- пути преобразований онтогенеза и их роль в филогенезе;</li> <li>- историю развития органического мира на Земле, роль РНК в происхождении жизни, антропогенез и основные направления эволюции человека.</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать полученные знания при решении фундаментальных и прикладных задач в области микробиологии и биохимии;</li> <li>- свободно ориентироваться в большом объеме современных молекулярно-биологических данных.</li> </ul>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- classical theories of the evolution of the organic world;</li> <li>- mechanisms of variability of genetic material;</li> <li>- Mechanisms of horizontal gene transfer and their role in evolution;</li> <li>- phylogenetic transformations of DNA, RNA, proteins leading to biological diversity;</li> <li>- ways and mechanisms of complication of the genetic organization of living organisms;</li> <li>- ways of transformations of ontogenesis and their role in phylogeny;</li> <li>- the history of the development of the organic world on Earth, the role of RNA in the origin of life, anthropogenesis and the main directions of human evolution.</li> </ul> <p>Be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to use the knowledge gained in solving fundamental and applied problems in the field of microbiology and biochemistry;</li> <li>- Freely navigate in a large amount of modern molecular biological data.</li> </ul> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the principles underlying the molecular evolution of living organisms;</li> <li>- Methods of phylogenetic analysis</li> </ul>

	Владеть: - принципами, лежащими в основе молекулярной эволюции живых организмов; - методами филогенетического анализа.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Прerequisites / Prerequisites	Основы ботаники, Основы зоологии, Цитология и гистология, Структурная биохимия, Метаболическая биохимия, Генетика, Молекулярная биология, Вирусология, Микробиология, Введение в системную биологию	Fundamentals of Botany, Fundamentals of Zoology, Cytology and Histology, Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry, Genetics, Molecular Biology, Virology, Microbiology, Introduction to Systems Biology
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	52/56	52/56
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный и письменный опрос, контрольная работа Экзамен	Oral and written questioning, assessments Exam

### Векторные системы

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Векторные системы», модуль «Эволюционная биология и генетическая инженерия» /

Academic discipline «Vector Systems», module «Evolutionary Biology and Genetic Engineering»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Методы генетической инженерии. Векторные системы для молекулярного клонирования в клетках прокариот. Векторные системы для молекулярного клонирования в клетках эукариот. Способы введения векторных систем в клетки про- и эукариот.	Methods of genetic engineering. Vector systems for molecular cloning in prokaryotic cells. Vector systems for molecular cloning in eukaryotic cells. Methods of introducing vector systems into pro- and eukaryotic cells.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать принципы, лежащие в основе молекулярной эволюции живых организмов, методические основы технологии рекомбинантных молекул ДНК, создания векторных систем различных типов, знания о достижениях в области нанобиотехнологии, генетической инженерии растений и животных	To use the principles underlying the molecular evolution of living organisms, the methodological foundations of the technology of recombinant DNA molecules, the creation of vector systems of various types, knowledge of achievements in the field of nanobiotechnology, genetic engineering of plants and animals
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы и методы технологии рекомбинантных молекул ДНК;</li> <li>- особенности организации внехромосомных генетических элементов, использующихся для молекулярного клонирования;</li> <li>- типы векторных систем для молекулярного клонирования в клетках про- и эукариот;</li> <li>- способы введения рекомбинантных молекул ДНК в клетки про- и эукариот;</li> <li>- основные достижения в области биотехнологии, полученные с использованием технологии рекомбинантной ДНК.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать принципы и подходы для создания рекомбинантных молекул ДНК;</li> <li>- правильно осуществлять выбор векторной системы для молекулярного клонирования;</li> <li>- конструировать векторные молекулы ДНК, учитывая особенности организации структурных и регуляторных детерминант про- и эукариотических организмов.</li> </ul>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- principles and methods of recombinant DNA molecule technology;</li> <li>- Features of the organization of extrachromosomal genetic elements used for molecular cloning;</li> <li>- Types of vector systems for molecular cloning in pro- and eukaryotic cells;</li> <li>- methods for introducing recombinant DNA molecules into pro- and eukaryotic cells;</li> <li>- the main achievements in the field of biotechnology obtained using recombinant DNA technology.</li> </ul> <p>Be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- use principles and approaches to create recombinant DNA molecules;</li> <li>- correctly select a vector system for molecular cloning;</li> <li>- to construct vector DNA molecules, taking into account the peculiarities of the organization of structural and regulatory determinants of pro- and eukaryotic organisms.</li> </ul> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methodological techniques for creating recombinant DNA molecules;</li> <li>- fundamental approaches to the creation of genetically modified organisms.</li> </ul>

	<p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методическими приемами для создания рекомбинантных молекул ДНК;</li> <li>- принципиальными подходами для создания генномодифицированных организмов.</li> </ul>	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Препреквизиты / Prerequisites	Генетика, Микробиология, Вирусология, Биотехнология	Генетика, Микробиология, Вирусология, Биотехнология
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тест, реферат Экзамен	Oral questioning, presentation, lab reports, test Exam

## Нанобиотехнология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Нанобиотехнологии», модуль «Эволюционная биология и генетическая инженерия» /**  
**Academic discipline «Nanobiotechnology», module «Evolutionary Biology and Genetic Engineering»**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Экспериментальные аналитические методы нанобиотехнологии. Молекулярно-биологические методы биотехнологии. Молекулярные и химические взаимодействия компонентов биологических наносборок. Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях. Применение сборок из биомолекул в нанотехнологии. Нанобионика и живые системы как прототипы нанотехнологии. Перспективы нанобиотехнологии на стыке молекулярной биологии и биотехнологии.</p>	<p>Introduction. Experimental analytical methods of nanobiotechnology. Molecular Biological Methods of Biotechnology. Molecular and chemical interactions of components of biological nanoassemblies. Application of bionanotechnology achievements in medicine and other fields. Application of biomolecule assemblies in nanotechnology. Nanobionics and Living Systems as Prototypes of Nanotechnology. Prospects for nanobiotechnology at the intersection of molecular biology and biotechnology.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать принципы, лежащие в основе молекулярной эволюции живых организмов, методические основы технологии рекомбинантных молекул ДНК, создания векторных систем различных типов, знания о достижениях в области нанобиотехнологии, генетической инженерии растений и животных</p>	<p>To use the principles underlying the molecular evolution of living organisms, the methodological foundations of the technology of recombinant DNA molecules, the creation of vector systems of various types, knowledge of achievements in the field of nanobiotechnology, genetic engineering of plants and animals</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:          - предмет, цель, задачи дисциплины и ее значение для своей будущей профессиональной деятельности; - направления развития фундаментальных исследований и прикладных разработок в области нанобиотехнологий; - основные методы нанобиотехнологий; - применение биологических процессов и систем в производстве: генетическая инженерия, клеточная инженерия, нанобиотехнологии в иммунологии и др., - перспективы развития нанобиотехнологий;          уметь:          - работать с научной, учебной и учебно-методической литературой; - применять</p>	<p>Know:          - the subject, purpose, objectives of the discipline and its importance for their future professional activity; - directions for the development of fundamental research and applied developments in the field of nanobiotechnology; - basic methods of nanobiotechnology; - application of biological processes and systems in production: genetic engineering, cell engineering, nanobiotechnology in immunology, etc., - prospects for the development of nanobiotechnology;          Be able to:          - work with scientific, educational and methodological literature; - apply the knowledge gained for the rational operation and improvement of biomedical devices and systems; - Evaluate and explain the general principles of</p>

	<p>полученные знания для рациональной эксплуатации и усовершенствования биомедицинских приборов и систем; - оценивать и объяснять общие принципы деятельности и значение нанобиотехнологии.</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- биотехнологической терминологией, современными информационными технологиями и инструментальными средствами для решения общенаучных задач в своей профессиональной деятельности.</li> </ul>	<p>nanobiotechnology and the importance of nanobiotechnology.</p> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- biotechnological terminology, modern information technologies and tools for solving general scientific problems in their professional activities.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Прerequisites / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, письменная работа, реферат, коллоквиум Экзамен	Oral questioning, written assignment, presentation, colloquium Exam

## Трансгенные эукариотические организмы

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Трансгенные эукариотические организмы», модуль «Эволюционная биология и генетическая инженерия» /

Academic discipline «Transgenic eukaryotic organisms», module «Evolutionary Biology and Genetic Engineering»

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Получение и применение трансгенных растений. Получение и применение трансгенных дрожжей. Перспективы создания и применения трансгенных животных. Редактирование геномов: суть, методические подходы, перспективы использования. Трансгенные организмы и биобезопасность.</p>	<p>Introduction. Production and application of transgenic plants. Production and use of transgenic yeasts. Prospects for the creation and application of transgenic animals. Genome editing: essence, methodological approaches, prospects for use. Transgenic organisms and biosafety.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать принципы, лежащие в основе молекулярной эволюции живых организмов, методические основы технологии рекомбинантных молекул ДНК, создания векторных систем различных типов, знания о достижениях в области нанобиотехнологии, генетической инженерии растений и животных</p>	<p>To use the principles underlying the molecular evolution of living organisms, the methodological foundations of the technology of recombinant DNA molecules, the creation of vector systems of various types, knowledge of achievements in the field of nanobiotechnology, genetic engineering of plants and animals</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - структуру Ti-плазмид и функции, определяемые локализованными в них генами; принципы конструирования и примеры коинтегративных и бинарных векторных систем, применяемых для получения трансгенных растений; - типы генов, используемых для получения гербицидоустойчивых, энтомоустойчивых, устойчивых к стрессовым воздействиям растений, растений с измененными качествами плодов и цветков; - перспективы создания трансгенных растений, пригодных для получения фармацевтических и косметических препаратов, улучшенного сырья для текстильной промышленности; - преимущества использования дрожжевых клеток как продуцентов биологически активных веществ; - структуру и особенности функционирования векторных систем, применяемых для трансформации дрожжей; - особенности</p>	<p>Know:                      - the structure of Ti-plasmids and the functions determined by the genes localized in them; design principles and examples of cointegrative and binary vector systems used to obtain transgenic plants; - types of genes used to obtain herbicide-resistant, entomoresistant, stress-resistant plants, plants with altered qualities of fruits and flowers; - prospects for the creation of transgenic plants suitable for the production of pharmaceuticals and cosmetics, improved raw materials for the textile industry; - advantages of using yeast cells as producers of biologically active substances; - the structure and features of the functioning of vector systems used for the transformation of yeast; —features of vector systems based on baculoviruses, retroviruses, adenoviruses, adeno-associated viruses, herpesviruses; methods and problems of obtaining transgenic mammals, birds and fish; the essence of the problem of biological safety in the use of transgenic organisms; - genome editing methods using TALENs and CRISPR/Cas</p>

	<p>векторных систем на основе бакуловирусов, ретровирусов, аденовирусов, аденоассоциированных вирусов, герпесвирусов; методы и проблемы получения трансгенных млекопитающих, птиц и рыб; суть проблемы биологической безопасности при использовании трансгенных организмов; - методы редактирования геномов с использованием TALENs и CRISPR/Cas</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать полученные в курсе знания в научно-исследовательской работе;</li> <li>- объяснять особенности создания и использования трансгенных организмов;</li> <li>- обосновывать биологическую безопасность и возможные риски использования трансгенных эукариотических организмов;</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией, используемой в генетической инженерии и описаниях свойств трансгенных организмов</li> </ul>	<p>Be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to use the knowledge gained in the course in research work;</li> <li>- explain the features of the creation and use of transgenic organisms;</li> <li>- to substantiate the biological safety and possible risks of using transgenic eukaryotic organisms;</li> </ul> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- terminology used in genetic engineering and descriptions of the properties of transgenic organisms</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	8	8
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	42/66	42/66
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, тест Экзамен	Oral questioning, test Exam

**Основы управления интеллектуальной собственностью (нет программы)**  
 Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology  
**Учебная дисциплина «Основы управления интеллектуальной собственностью» /**  
 Academic discipline «Intellectual Property Management Basics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary		
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять нормы международного и национального законодательства в процессе создания и реализации объектов интеллектуальной собственности в области микробиологии	Apply the norms of international and national legislation in the process of creating and selling intellectual property in the field of microbiology
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)		Know: - Be able to: - Have skills in: -
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Препреквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	36/54	36/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Зачет	Credit

### Фитопатогенные микроорганизмы

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Фитопатогенные микроорганизмы», дисциплины профилизации Прикладная микробиология /  
Academic discipline «Phytopathogenic microorganisms», Disciplines of profiling Applied Microbiology

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Общая характеристика болезней растений. Характеристика микроорганизмов-возбудителей болезней растений. Механизмы устойчивости растений к фитопатогенным микроорганизмам.	General characteristics of plant diseases. Characteristics of microorganisms-pathogens of plant diseases. Mechanisms of plant resistance to phytopathogenic microorganisms.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания основных особенностей жизнедеятельности фитопатогенных бактерий, микроорганизмов, используемых в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях деятельности человека, принципов создания биопрепаратов для повышения продуктивности и защиты сельскохозяйственных растений	To use knowledge of the main features of the vital activity of phytopathogenic bacteria, microorganisms used in agriculture, food industry and other sectors of human activity, the principles of creating biological products to increase productivity and protect agricultural plants
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- важнейшие микроорганизмы-возбудители заболеваний растений, в том числе карантинные объекты, методы их обнаружения и идентификации;</li> <li>- факторы патогенности микроорганизмов;</li> <li>- способы распространения фитопатогенов;</li> <li>- влияние условий окружающей среды на развитие заболеваний растений;</li> <li>- основные симптомы заболеваний растений, распространенных на территории Республики Беларусь, а также среди основных сельскохозяйственных структур;</li> <li>- основные защитные механизмы растительных клеток;</li> <li>- способы контроля болезней растений.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить выделение штаммов фитопатогенных микроорганизмов и их идентификацию с использованием микробиологических методов;</li> <li>- определять продукцию факторов патогенности и вирулентности простыми микробиологическими методами;</li> <li>- проводить заражение растений в</li> </ul>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the most important microorganisms-pathogens of plant diseases, including quarantine objects, methods of their detection and identification;</li> <li>- pathogenicity factors of microorganisms;</li> <li>- methods of distribution of phytopathogens;</li> <li>- the influence of environmental conditions on the development of plant diseases;</li> <li>- the main symptoms of plant diseases common in the territory of the Republic of Belarus, as well as among the main agricultural structures;</li> <li>- the main defense mechanisms of plant cells;</li> <li>- methods of plant disease control.</li> </ul> <p>Be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- isolate strains of phytopathogenic microorganisms and identify them using microbiological methods;</li> <li>- to determine the production of pathogenicity and virulence factors by simple microbiological methods;</li> <li>- to infect plants in artificial conditions;</li> <li>- conduct an independent search for literature on the problems and various areas of phytopathology.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- skills in conducting microbiological research;</li> <li>- skills in identifying phytopathogenic microorganisms.</li> </ul>

	искусственных условиях; - проводить самостоятельный поиск литературы по проблемам и различным направлениям фитопатологии. владеть: - навыками проведения микробиологических исследований; - навыками идентификации фитопатогенных микроорганизмов.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Прerequisites / Prerequisites	Основы ботаники, Структурная организация клеток микроорганизмов	Fundamentals of Botany, Structural Organization of Microorganisms Cells
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторным работам, реферат, тест Экзамен	Oral questioning, presentation, lab reports, test Exam

**Биологически активные метаболиты микроорганизмов**

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Биологически активные метаболиты микроорганизмов», дисциплины профилизации Прикладная микробиология / Academic discipline «Biologically active metabolites of microorganisms», Disciplines of profiling Applied Microbiology**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Организация микробиологических производств биологически активных метаболитов. Патентование в области биотехнологии. Алкалоида микроорганизмов. Органические кислоты, синтезируемые микроорганизмами. Витамины микроорганизмов. Микробные полисахариды. Микробные липиды, биоэмульгаторы, биосурфактанты, поверхностно-активные вещества. Микроорганизмы-продуценты аминокислот. Ферменты микроорганизмов. Регуляции синтеза биологически активных метаболитов у микроорганизмов.</p>	<p>Introduction. Organization of microbiological production of biologically active metabolites. Patenting in the field of biotechnology. Alkaloid of microorganisms. Organic acids synthesized by microorganisms. Vitamins of microorganisms. Microbial polysaccharides. Microbial lipids, bioemulsifiers, biosulfactants, surfactants. Microorganisms that produce amino acids. Enzymes of microorganisms. Regulation of the synthesis of biologically active metabolites in microorganisms.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знания основных особенностей жизнедеятельности фитопатогенных бактерий, микроорганизмов, используемых в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях деятельности человека, принципов создания биопрепаратов для повышения продуктивности и защиты сельскохозяйственных растений</p>	<p>To use knowledge of the main features of the vital activity of phytopathogenic bacteria, microorganisms used in agriculture, food industry and other sectors of human activity, the principles of creating biological products to increase productivity and protect agricultural plants</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>Знать:          - процесс развития микроорганизмов; - кинетические параметры роста микроорганизмов, синтеза первичных и вторичных метаболитов; - основные группы микробных биологически активных метаболитов; - закономерности образования первичных и вторичных метаболитов микроорганизмов, их функциональную значимость, механизмы регуляции метаболических процессов; - основы технологических процессов получения микробных биологически активных</p>	<p>Know:          - the process of development of microorganisms; - kinetic parameters of microorganism growth, synthesis of primary and secondary metabolites; - the main groups of microbial biologically active metabolites; - regularities in the formation of primary and secondary metabolites of microorganisms, their functional significance, mechanisms of regulation of metabolic processes; - Fundamentals of technological processes for obtaining microbial biologically active metabolites; - basic principles of functioning of biotechnological production of biologically active metabolites of microorganisms, the main features of innovative technologies; - Objects of</p>

	<p>метаболитов; - основные принципы функционирования биотехнологических производств биологически активных метаболитов микроорганизмов, основные особенности инновационных технологий; - объекты патентования, требования к изобретению, и принципы продвижения продукции на рынке; - аспекты применения микробных биологически активных метаболитов.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с культурами микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов;</li> <li>- проводить контроль биотехнологических процессов получения биологически активных метаболитов;</li> <li>- использовать полученные знания при определении стратегии биотехнологических производств биологически активных метаболитов.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проведения научных исследований;</li> <li>- представлениями об этапах биотехнологического производства отдельных биологически активных метаболитов;</li> <li>- умениями в области лабораторного, пилотного и промышленного производств для создания новых биотехнологических продуктов;</li> <li>- методическими подходами оценки микроорганизмов-продуцентов биологически активных метаболитов, эффективности технологий их производства и возможности патентования.</li> </ul>	<p>patenting, requirements for invention, and principles of product promotion on the market; - aspects of the use of microbial biologically active metabolites.</p> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- work with cultures of microorganisms-producers of biologically active metabolites;</li> <li>- control biotechnological processes for the production of biologically active metabolites;</li> <li>- to use the knowledge gained in determining the strategy for biotechnological production of biologically active metabolites.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- research skills;</li> <li>- ideas about the stages of biotechnological production of individual biologically active metabolites;</li> <li>- skills in the field of laboratory, pilot and industrial production to create new biotechnological products;</li> <li>- methodological approaches to assessing microorganisms-producers of biologically active metabolites, the effectiveness of their production technologies and the possibility of patenting.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Препреквизиты / Prerequisites	Структурная биохимия, Метаболическая биохимия, Физиология микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов	Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry, Physiology of Microorganisms, Cultivation of Microorganisms

Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тест Зачет	Oral questioning, presentation, test Credit

### Микроорганизмы в пищевой промышленности

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Микроорганизмы в пищевой промышленности», Дисциплины профилизации Прикладная микробиология /  
Academic discipline «Microorganisms in the food industry», Disciplines of profiling Applied Microbiology**

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. Микроорганизмы, используемые при производстве молочных продуктов. Микробиология хлебопекарного производства. Микробиология спиртовых производств. Принципы микробиологического и санитарного контроля. Нормативно-законодательная основа безопасности пищевой продукции.	Introduction. Microorganisms used in the production of dairy products. Microbiology of bakery production. Microbiology of alcohol production. Principles of microbiological and sanitary control. Regulatory and legislative framework for food safety.
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания основных особенностей жизнедеятельности фитопатогенных бактерий, микроорганизмов, используемых в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях деятельности человека, принципов создания биопрепаратов для повышения продуктивности и защиты сельскохозяйственных растений	To use knowledge of the main features of the vital activity of phytopathogenic bacteria, microorganisms used in agriculture, food industry and other sectors of human activity, the principles of creating biological products to increase productivity and protect agricultural plants
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные направления использования микроорганизмов в промышленном производстве;</li> <li>- микробиологические основы технологических процессов изготовления ферментированных продуктов;</li> <li>- основные методы теоретического и экспериментального исследования в области подбора штаммов для изготовления ферментированных продуктов;</li> <li>- нормативно-законодательную основу, определяющую безопасность пищевой продукции;</li> <li>- общие принципы микробиологического и санитарно-гигиенического контроля пищевых производств.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать свойства микроорганизмов, как объектов пищевой микробиологии;</li> <li>- анализировать причины брака и выпуска продукции низкого качества;</li> <li>-разрабатывать</li> </ul>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the main directions of the use of microorganisms in industrial production;</li> <li>- Microbiological foundations of technological processes for the manufacture of fermented products;</li> <li>- basic methods of theoretical and experimental research in the field of selection of strains for the manufacture of fermented products;</li> <li>- regulatory and legislative framework that determines the safety of food products;</li> <li>- general principles of microbiological and sanitary-hygienic control of food production.</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyze the properties of microorganisms as objects of food microbiology;</li> <li>- analyze the causes of defects and the release of low-quality products;</li> <li>- to develop research programs to determine food safety;</li> <li>- Evaluate existing production processes and propose possible ways to improve or optimize them based on a systematic approach to the analysis of the quality of raw materials,</li> </ul>

	<p>программы проведения исследований по определению безопасности пищевой продукции;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- давать оценку существующим производственным процессам и предлагать возможные пути их усовершенствования или оптимизации на базе системного подхода к анализу качества сырья, технологического процесса и требований к конечной продукции.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами отбора производственно-значимых микроорганизмов для использования их в пищевом производстве;</li> <li>- навыками проведения исследований по определению микробиологических показателей безопасности пищевой продукции;</li> <li>- методическими подходами, лежащими в основе предупреждения возникновения дефектов и брака выпускаемой продукции.</li> </ul>	<p>technological process and requirements for the final product</p> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methods of selection of industrially significant microorganisms for their use in food production;</li> <li>- skills in conducting research to determine microbiological indicators of food safety;</li> <li>- methodological approaches underlying the prevention of defects and defects of products.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Пререквизиты / Prerequisites	Физиология микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов, Систематика микроорганизмов	Physiology of microorganisms, Cultivation of microorganisms, Systematics of microorganisms
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, эссе, письменная контрольная работа, отчет по лабораторным работам Зачет	Oral questioning, written assessments, essay, lab reports Credit

## Сельскохозяйственная микробиология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Сельскохозяйственная микробиология», Дисциплины профилизации Прикладная микробиология /**  
Academic discipline «Agricultural Microbiology», Disciplines of profiling Applied Microbiology

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Почвенные микробиомы и их роль в круговороте биогенных элементов (азота, углерода, фосфора и др.), поддержании плодородия почвы. Микробные почвоудобрительные препараты на основе симбиотических микроорганизмов и их роль в питании растений и повышении плодородия почвы. Ростстимулирующие микробные препараты на основе ассоциативных азотфиксирующих и фосфатсольюбилизирующих бактерий. Эпифитные и эндофитные микроорганизмы, их влияние на рост и развитие сельскохозяйственных культур. Превращение микроорганизмами растительного сырья. Применение микроорганизмов для борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных растений. Методы идентификации фитопатогенных микроорганизмов. Особенности перехода к органическому сельскому хозяйству.</p>	<p>Introduction. Soil microbiomes and their role in the cycle of nutrients (nitrogen, carbon, phosphorus, etc.), maintaining soil fertility. Microbial soil fertilizers based on symbiotic microorganisms and their role in plant nutrition and increasing soil fertility. Growth-stimulating microbial preparations based on associative nitrogen-fixing and phosphate-solubilizing bacteria. Epiphytic and endophytic microorganisms, their influence on the growth and development of crops. Transformation of plant raw materials by microorganisms. Application of microorganisms to combat diseases and pests of agricultural plants. Methods for the identification of phytopathogenic microorganisms. Features of the transition to organic agriculture.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знания основных особенностей жизнедеятельности фитопатогенных бактерий, микроорганизмов, используемых в сельском хозяйстве, пищевой промышленности и других отраслях деятельности человека, принципов создания биопрепаратов для повышения продуктивности и защиты сельскохозяйственных растений</p>	<p>To use knowledge of the main features of the vital activity of phytopathogenic bacteria, microorganisms used in agriculture, food industry and other sectors of human activity, the principles of creating biological products to increase productivity and protect agricultural plants</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - основы биорегуляции деятельности микробных сообществ почв с целью восстановления нарушенных микробиоценозов, повышения биогенности и плодородия почвы; - значение симбиозов растений с бактериями-</p>	<p>know: - the basics of bioregulation of the activity of microbial communities of soils in order to restore disturbed microbiocenoses, increase biogenicity and soil fertility; - the importance of symbioses of plants with nitrogen-fixing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi; -</p>

	<p>азотфиксаторами и арбускулярными микоризными грибами; - биоразнообразие и механизмы влияния эпифитов, эндофитов и ризобактерий на жизнедеятельность растений; - основные этапы создания микробных препаратов на основе симбиотических и ассоциативных микроорганизмов; - направления и эффективность использования микробных препаратов в сельскохозяйственном производстве; - характеристику органического сельского хозяйства.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять численность микроорганизмов различных эколого-трофических групп в почве и внутри растений; - выделять эндофитные бактерии и ризобактерии с хозяйственно ценными свойствами; - анализировать способность микроорганизмов к стимуляции роста и развития сельскохозяйственных культур.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методическими подходами к оценке эффективности использования микробных препаратов в различных технологических процессах сельского хозяйства; - навыками использования полученных знаний при изучении специальных дисциплин, написании рефератов, статей.</li> </ul>	<p>biodiversity and mechanisms of influence of epiphytes, endophytes and rhizobacteria on plant life; - the main stages of creating microbial preparations based on symbiotic and associative microorganisms; - directions and effectiveness of the use of microbial preparations in agricultural production; - characteristics of organic agriculture.</p> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- determine the number of microorganisms of various ecological-trophic groups in the soil and inside plants; - to isolate endophytic bacteria and rhizobacteria with economically valuable properties; - analyze the ability of microorganisms to stimulate the growth and development of crops.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methodological approaches to assessing the effectiveness of the use of microbial preparations in various technological processes of agriculture; - skills in using the knowledge gained in the study of special disciplines, writing essays, articles.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Прerequisites / Prerequisites	Физиология микроорганизмов, Физиология растений, Микробные объекты в биотехнологии	Physiology of microorganisms, Plant physiology, Microbial objects in biotechnology
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/58	46/58

Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, письменная контрольная работа, отчет по лабораторным работам Зачет	Oral questioning, written assessments, lab reports Credit
---	---	--

## Молекулярная бактериология

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Молекулярная бактериология», дисциплины профилизации Молекулярная микробиология/**  
Academic discipline «Molecular Bacteriology», Disciplines of profiling Molecular Microbiology

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Введение. Организация и функционирование нуклеоида бактериальной клетки. Молекулярные механизмы транскрипции в клетках прокариот. Трансляция в клетках прокариот. Механизмы движения бактериальных клеток. Клеточная дифференциация у бактерий. Рост и размножение бактерий.	Introduction. Organization and functioning of the nucleoid of a bacterial cell. Molecular mechanisms of transcription in prokaryotic cells. Translation in prokaryotic cells. Mechanisms of movement of bacterial cells. Cell differentiation in bacteria. Bacterial growth and reproduction.
Формируемые компетенции / The formed competences	Владеть современными знаниями молекулярно-генетических основ жизнедеятельности и сигнальных систем про- и эукариотических микроорганизмов и уметь использовать их для создания микробных продуцентов биологически активных веществ.	Possess modern knowledge of the molecular genetic bases of life and signaling systems of pro- and eukaryotic microorganisms and be able to use them to create microbial producers of biologically active substances.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организацию и функционирование нуклеоида бактерий;</li> <li>- молекулярные механизмы транскрипции;</li> <li>- функционирование оперонов;</li> <li>- молекулярные механизмы трансляции;</li> <li>- механизмы движения клеток;</li> <li>- особенности клеточной дифференциации у бактерий;</li> <li>- механизмы роста и размножения бактерий;</li> </ul> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять полученные знания в практической деятельности в биологических исследованиях;</li> </ul> <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- фактическим материалом в объеме утвержденной программы у курса;</li> <li>- методическими подходами для решения различных задач в области молекулярной бактериологии</li> </ul>	<p>know,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- organization and functioning of the nucleoid of bacteria;</li> <li>- molecular mechanisms of transcription;</li> <li>- Operon functioning;</li> <li>- molecular mechanisms of translation;</li> <li>- mechanisms of cell movement;</li> <li>- features of cell differentiation in bacteria;</li> <li>- mechanisms of bacterial growth and reproduction;</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- to apply the knowledge gained in practical activities in biological research;</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- factual material in the volume of the approved program of the course;</li> <li>- methodological approaches for solving various problems in the field of molecular bacteriology</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Пререквизиты / Prerequisites	-	-

Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест Экзамен	Test Exam

## Внехромосомные генетические элементы микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Внехромосомные генетические элементы микроорганизмов», дисциплины профилизации Молекулярная микробиология / Academic discipline «Extrachromosomal genetic elements of microorganisms », Disciplines of profiling Molecular Microbiology**

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Адаптивно значимые признаки бактерий. Организация систем репликации внехромосомных генетических структур бактерий. Организация MRS-, KIL-, PAR- и TRA-систем внехромосомных генетических структур бактерий. Значение и эволюция внехромосомных генетических структур.</p>	<p>Introduction. Adaptively significant characteristics of bacteria. Organization of replication systems of extrachromosomal genetic structures of bacteria. Organization of MRS-, KIL-, PAR- and TRA-systems of extrachromosomal genetic structures of bacteria. Significance and evolution of extrachromosomal genetic structures.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Владеть современными знаниями молекулярно-генетических основ жизнедеятельности и сигнальных систем про- и эукариотических микроорганизмов и уметь использовать их для создания микробных продуцентов биологически активных веществ.</p>	<p>Possess modern knowledge of the molecular genetic bases of life and signaling systems of pro- and eukaryotic microorganisms and be able to use them to create microbial producers of biologically active substances.</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>Знать:                      - особенности организации детерминант, обеспечивающих устойчивость бактерий к стрессовым факторам среды (антибиотики, ксенобиотики) и различные типы взаимоотношений их с растениям (фиксация азота, образование опухолевых клеток) и животными (синтез токсинов); - генетические системы внехромосомных генетических структур, обеспечивающие их поддержание в ряду поколений (гер- и пар-, mrs-, kil-системы) и распространение (tra-системы) в бактериальных популяциях; - принципы использования внехромосомных генетических структур в области биотехнологии (создание штаммов-деструкторов ксенобиотиков, продуцентов биологически активных соединений);                      Уметь:                      - анализировать адаптивные свойства и изменчивость прокариотических организмов за</p>	<p>Know:                      - features of the organization of determinants that ensure the resistance of bacteria to environmental stress factors (antibiotics, xenobiotics) and various types of their relationships with plants (nitrogen fixation, formation of tumor cells) and animals (synthesis of toxins); - genetic systems of extrachromosomal genetic structures that ensure their maintenance in a number of generations (ger- and par-, mrs-, kil-systems) and distribution (tra-systems) in bacterial populations; - principles of using extrachromosomal genetic structures in the field of biotechnology (creation of destructive strains of xenobiotics, producers of biologically active compounds);                      Be able to:                      - analyze the adaptive properties and variability of prokaryotic organisms due to the presence of extrachromosomal genetic structures in their cells; - to use extrachromosomal genetic elements to create biotechnologically significant technologies for cleaning</p>

	<p>счет присутствия в их клетках внехромосомных генетических структур; - использовать внехромосомные генетические элементы для создания биотехнологически значимых технологий очистки окружающей среды от ксенобиотиков и продукции биологически активных соединений.</p> <p>Владеть: -методами работы с плазмидной ДНК; - методическими подходами, лежащими в основе улучшения свойств микроорганизмов как объектов биотехнологии.</p>	<p>the environment from xenobiotics and the production of biologically active compounds. Have skills in: - methods of working with plasmid DNA; - methodological approaches underlying the improvement of the properties of microorganisms as objects of biotechnology.</p>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Пререквизиты / Prerequisites	Структурная биохимия, Метаболическая биохимия, Физиология микроорганизмов, Генетика	Structural Biochemistry, Metabolic Biochemistry, Physiology of Microorganisms, Genetics
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50//70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, тест Зачет	Oral questioning, test Credit

### Сигнальные системы микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Сигнальные системы микроорганизмов», дисциплины профилизации Молекулярная микробиология /  
Academic discipline «Signaling systems of microorganisms», Disciplines of profiling Molecular Microbiology

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Принципы транскрипционной регуляции. Принципы посттранскрипционной регуляции. Организация и особенности функционирования сигнальных систем. Сигнализация при стрессовых реакциях. Межклеточные коммуникации. Контроль клеточного цикла.</p>	<p>Introduction. Principles of transcriptional regulation. Principles of post-transcriptional regulation. Organization and features of the functioning of signaling systems. Alarm in case of stress reactions. Intercellular communications. Cell cycle control.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Владеть современными знаниями молекулярно-генетических основ жизнедеятельности и сигнальных систем про- и эукариотических микроорганизмов и уметь использовать их для создания микробных продуцентов биологически активных веществ.</p>	<p>Possess modern knowledge of the molecular genetic bases of life and signaling systems of pro- and eukaryotic microorganisms and be able to use them to create microbial producers of biologically active substances.</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать: - общие принципы регуляции клеточных процессов на различных стадиях экспрессии геномной информации, - принципы детекции клеткой изменений окружающей среды и внутриклеточных стрессов; - особенностей сигнальных систем, контролирующих клеточный гомеостаз, - особенности сигнализации при стрессовых воздействиях, - молекулярные механизмы межклеточных коммуникаций, - молекулярные механизмы сигнализации между патогенными и симбиотическими микроорганизмами и их хозяевами; уметь: - построить модель регуляторного мотива; - идентифицировать регуляторные последовательности в бактериальных геномах; - планировать генетические модификации сигнальных систем, необходимые для изменения</p>	<p>Know: - general principles of regulation of cellular processes at various stages of expression of genomic information, i.e. the principles of detection by the cell of environmental changes and intracellular stresses; - features of signaling systems that control cellular homeostasis - features of signaling under stressful influences, - molecular mechanisms of intercellular communications, - molecular mechanisms of signaling between pathogenic and symbiotic microorganisms and their hosts; Be able to: - to build a model of the regulatory motive; - Identify regulatory sequences in bacterial genomes - plan genetic modifications of signaling systems necessary to change the properties of the microorganism in a given direction; - navigate in the literature on intra- and intercellular signaling; Have skills in:</p>

	<p>свойств микроорганизма в заданном направлении; - ориентироваться в литературе по внутри- и межклеточной сигнализации; владеть:</p> <p>- терминологией учебной дисциплины; - базовыми навыками работы с базами данных регуляторных последовательностей; - методами анализа регуляторных последовательностей.</p>	- the terminology of the academic discipline; - basic skills in working with regulatory sequence databases; - methods of regulatory sequence analysis.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Прerequisites / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/70	50/70
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	<p>Письменная контрольная работа, индивидуальный проект, отчет по лабораторным работам</p> <p>Зачет</p>	<p>Written assessments, individual project, lab reports</p> <p>Credit</p>

### Микробные технологии получения рекомбинантных белков

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Микробные технологии получения рекомбинантных белков», дисциплины профилизации Молекулярная микробиология/  
Academic discipline «Microbial technologies for obtaining recombinant proteins», Disciplines of profiling Molecular Microbiology

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основные понятия. Методы генетической инженерии для клонирования рекомбинантных генов. Получение рекомбинантных белков.	Concepts. Genetic engineering methods for cloning recombinant genes. Production of recombinant proteins
Формируемые компетенции / The formed competences	Владеть современными знаниями молекулярно-генетических основ жизнедеятельности и сигнальных систем про- и эукариотических микроорганизмов и уметь использовать их для создания микробных продуцентов биологически активных веществ.	Possess modern knowledge of the molecular genetic bases of life and signaling systems of pro- and eukaryotic microorganisms and be able to use them to create microbial producers of biologically active substances.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- структурно-функциональные особенности организации микробных продуцентов рекомбинантных белков;</li> <li>- методы генной инженерии микроорганизмов;</li> <li>- технологии рекомбинантных ДНК;</li> <li>- типы векторных систем для молекулярного клонирования в клетках про- и эукариот;</li> <li>- особенности метаболизма микроорганизмов в условиях сверхсинтеза рекомбинантного белка,</li> <li>- методы выделения телец включения и их последующей трансформации.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оптимизировать нуклеотидные последовательности в зависимости от системы экспрессии рекомбинантных белков;</li> <li>- разрабатывать праймеры для получения целевых нуклеотидных последовательностей;</li> <li>- применять различные виды ПЦР для синтеза или амплификации целевых нуклеотидных последовательностей;</li> <li>- применять различные виды клонирования целевых нуклеотидных последовательностей для получения рекомбинантных молекул ДНК;</li> <li>- проводить выделение и фракционирование</li> </ul>	<p>Know:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- structural and functional features of the organization of microbial producers of recombinant proteins;</li> <li>- methods of genetic engineering of microorganisms;</li> <li>- recombinant DNA technologies;</li> <li>- Types of vector systems for molecular cloning in pro- and eukaryotic cells;</li> <li>- features of the metabolism of microorganisms under conditions of supersynthesis of recombinant protein,</li> <li>- methods of isolation of inclusion bodies and their subsequent transformation.</li> </ul> <p>be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- optimize nucleotide sequences depending on the expression system of recombinant proteins;</li> <li>- develop primers to obtain target nucleotide sequences;</li> <li>- Use various types of PCR for the synthesis or amplification of target nucleotide sequences;</li> <li>- use various types of cloning of target nucleotide sequences to obtain recombinant DNA molecules;</li> <li>- Isolate and fractionate recombinant proteins from cell lysates depending on their solubility.</li> </ul> <p>have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methodological techniques for creating recombinant DNA molecules;</li> <li>- methods of introducing recombinant DNA into pro- and eukaryotic cells;</li> <li>- methodological techniques for the production of recombinant proteins on</li> </ul>

	рекомбинантных белков из клеточных лизатов в зависимости от их растворимости. владеть: - методическими приемами для создания рекомбинантных молекул ДНК; - методами введения рекомбинантных ДНК в клетки про- и эукариот; - методическими приемами для наработки рекомбинантных белков в лабораторных и промышленных масштабах; - методами очистки и стабилизации рекомбинантных белков.	a laboratory and industrial scale; - Methods of purification and stabilization of recombinant proteins.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Пререквизиты / Prerequisites	-	-
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, письменная контрольная работа, дискуссия, индивидуальный проект, отчет по лабораторным работам Зачет	Oral questioning, written assessments, presentation, discussion practice, Individual project, lab reports Credit

## Микробная экология человека

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Микробная экология человека», дисциплины профилизации /**

Academic discipline «Human Microbial Ecology», Disciplines of profiling

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Структура микробиоты человека. Функции микробиоты человека. Механизмы взаимодействия микробиоты и организма хозяина. Микробиом человека при патологии. Подходы к коррекции микробиоты.</p>	<p>Introduction. Structure of the human microbiota. Functions of the human microbiota. Mechanisms of interaction between the microbiota and the host organism. Human microbiome in pathology. Approaches to microbiota correction.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знания микробной экологии человека, роли микроорганизмов в круговороте веществ, почвообразовательных процессах и плодородии почв, первичной продукции водоемов и минерализации органических веществ в практической деятельности</p>	<p>To use knowledge of human microbial ecology, the role of microorganisms in the circulation of substances, soil-forming processes and soil fertility, primary production of water bodies and mineralization of organic substances in practical activities</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - структуру микробиоты различных биотопов тела человека в норме; - основные этапы формирования микробиоты и факторы, влияющие на ее качественный и количественный состав; - участие микробиоты в метаболических процессах, обеспечении колонизационной резистентности к патогенам, функционировании пищеварительной, нервной, иммунной и других систем организма человека; - механизмы взаимодействия микробиоты с организмом хозяина; - роль микробиоты в патогенезе различных заболеваний; - современные подходы к поддержанию и коррекции микроэкологического статуса человека; - постгеномные технологии изучения кишечного микробиома, достижения и перспективы исследований в данной области;                      уметь:                      - использовать современные микробиологические и молекулярногенетические методы для изучения</p>	<p>Know:                      - the structure of the microbiota of various biotopes of the human body is normal; - the main stages of microbiota formation and factors affecting its qualitative and quantitative composition; - participation of the microbiota in metabolic processes, ensuring colonization resistance to pathogens, the functioning of the digestive, nervous, immune and other systems of the human body; - mechanisms of interaction between the microbiota and the host organism; - the role of microbiota in the pathogenesis of various diseases; - modern approaches to maintaining and correcting the microecological status of a person; - post-genomic technologies for studying the intestinal microbiome, achievements and prospects of research in this area;                      Be able to:                      - use modern microbiological and molecular genetic methods to study the qualitative and quantitative composition of the microbiota; - to study the biological properties of microorganisms isolated from the human digestive tract and food, in order to assess their manufacturability, safety, and probiotic potential; - to</p>

	<p>качественного и количественного состава микробиоты; - исследовать биологические свойства микроорганизмов, выделенных из пищеварительного тракта человека и продуктов питания, с целью оценки их технологичности, безопасности, пробиотического потенциала; - применять знания о микробиоценозах различных биотопов тела человека для планирования и осуществления исследований, направленных на решение разнообразных практических задач в биотехнологии и медицине;</p> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- терминологией, используемой в изучаемой дисциплине;</li> <li>- навыками понимания и критического анализа научной литературы в области микробной экологии человека;</li> <li>- навыками селекции и оценки безопасности пробиотических штаммов микроорганизмов;</li> <li>- навыками создания и биотехнологического производства пробиотиков и продуктов функционального питания.</li> </ul>	<p>apply knowledge about microbiocenoses of various biotopes of the human body for planning and implementing research aimed at solving various practical problems in biotechnology and medicine;</p> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- the terminology used in the discipline being studied;</li> <li>- skills of understanding and critical analysis of scientific literature in the field of human microbial ecology;</li> <li>- skills in breeding and assessing the safety of probiotic strains of microorganisms;</li> <li>- skills in the creation and biotechnological production of probiotics and functional food products.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	7	7
Прerequisites / Prerequisites	Микробиология, Систематика микроорганизмов, Физиология микроорганизмов, Генетика микроорганизмов, Физиология человека и животных	Microbiology, Systematics of Microorganisms, Physiology of Microorganisms, Genetics of Microorganisms, Human and Animal Physiology
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	50/58	50/58
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, письменная контрольная работа, эссе, защита отчета по лабораторной работе, тест Экзамен	Oral questioning, written assessments, essay, lab reports, test Exam

### Биогеохимическая деятельность микроорганизмов

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

Учебная дисциплина «Биогеохимическая деятельность микроорганизмов», дисциплины профилизации /

Academic discipline «Biogeochemical activity of microorganisms», Disciplines of profiling

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Введение. Система биогеохимических циклов. Микроорганизмы и атмосфера. Микробиота водоемов. Микробиота амфибиальных ландшафтов, экотонов, геохимических барьеров. Почвенная микробиология. Биогеотехнологии.</p>	<p>Introduction. The system of biogeochemical cycles. Microorganisms and the atmosphere. Microbiota of water bodies. Microbiota of amphibial landscapes, ecotones, geochemical barriers. Soil microbiology. Biogeotechnology.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Использовать знания микробной экологии человека, роли микроорганизмов в круговороте веществ, почвообразовательных процессах и плодородии почв, первичной продукции водоемов и минерализации органических веществ в практической деятельности</p>	<p>To use knowledge of human microbial ecology, the role of microorganisms in the circulation of substances, soil-forming processes and soil fertility, primary production of water bodies and mineralization of organic substances in practical activities</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:                      - роль различных групп микроорганизмов в круговороте биогенных элементов; - роль микроорганизмов в формировании современного состава атмосферы; - процессы почвообразования и участие в них различных групп микроорганизмов; - особенности циклов элементов в пресных водоемах и океане; - принципы использования микроорганизмов в геолого-разведочной деятельности.                      уметь:                      - моделировать влияние микроорганизмов на состояние экосистемы; - оценивать и прогнозировать возможное негативное или позитивное воздействие микроорганизмов на окружающую среду: природные и производственные системы; - делать практические выводы в исследованиях деятельности микроорганизмов с учетом экологических последствий.                      владеть:                      - объемом знаний, полученных в рамках</p>	<p>Know:                      - the role of various groups of microorganisms in the cycle of nutrients; - the role of microorganisms in the formation of the modern composition of the atmosphere; - processes of soil formation and the participation of various groups of microorganisms in them; - features of the cycles of elements in fresh water bodies and the ocean; - principles of the use of microorganisms in geological exploration.                      Be able to:                      - to model the impact of microorganisms on the state of the ecosystem; - to assess and predict the possible negative or positive impact of microorganisms on the environment: natural and industrial systems; - to draw practical conclusions in the study of the activity of microorganisms, taking into account environmental consequences.                      Have skills in:                      - the amount of knowledge gained within the course of study; - the ability to use standard methods of geomicrobiology to study the role of microorganisms in the cycles of various elements</p>

	изучаемого курса; - навыками использования стандартных методов геомикробиологии для изучения роли микроорганизмов в циклах различных элементов	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	8	8
Пререквизиты / Prerequisites	Физиология микроорганизмов, Систематика микроорганизмов, Генетика микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов, Химия	Physiology of microorganisms, Systematics of microorganisms, Microorganism Genetics, Microorganism Culture, Ecology of microorganisms, Chemistry
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	3	3
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тест, письменная контрольная работа, эссе Экзамен	Oral questioning, written assessments, lab reports, test, essay Exam

### Спецпрактикум

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Спецпрактикум», Дисциплины профилизации Прикладная микробиология/**

Academic discipline «Special Practicum», Disciplines of profiling Applied Microbiology

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Санитарно-микробиологическое исследование воды, воздуха, почвы, продуктов питания и предметов обихода. Выделение микроорганизмов из объектов окружающей среды и принципы их видовой идентификации. Физиолого-биохимические методы исследования микроорганизмов.</p>	<p>Sanitary and microbiological examination of water, air, soil, food and household items. Isolation of microorganisms from environmental objects and principles of their species identification. Physiological and biochemical methods of microorganism research.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Владеть методами выделения микроорганизмов из окружающей среды, промышленных объектов, продуктов питания, воздуха, питьевой воды и их изучения для физиолого-биохимической и молекулярной идентификации</p>	<p>Know the methods of isolation of microorganisms from the environment, industrial facilities, food, air, drinking water and their study for physiological, biochemical and molecular identification</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать:          - специализированные методы, используемые при проведении санитарно-микробиологических анализов воды, воздуха, почвы, продуктов питания и предметов обихода; - принципы оценки санитарно-микробиологического состояния окружающей среды; - принципы составления, приготовления и стерилизации питательных сред для выделения и культивирования микроорганизмов различных физиологических групп; - принципы физиолого-биохимического подхода к идентификации микроорганизмов различных физиологических групп; - принципы измерения и расчета активностей ферментов; - принципы гель-фильтрации и ионообменной хроматографии; - методы молекулярно-генетических исследований (выделение препаратов ДНК, постановки реакции ПЦР, рестрикционный и сиквенс-анализ); -общепринятые компьютерные программы, использующиеся для планирования</p>	<p>Know:          - specialized methods used in conducting sanitary and microbiological analyses of water, air, soil, food and household items; - principles for assessing the sanitary and microbiological state of the environment; - principles of composition, preparation and sterilization of nutrient media for isolation and cultivation of microorganisms of various physiological groups; - principles of physiological and biochemical approach to the identification of microorganisms of various physiological groups; - principles of measurement and calculation of enzyme activities; - Principles of gel filtration and ion exchange chromatography; - methods of molecular genetic studies (isolation of DNA preparations, PCR reactions, restriction and sequence analysis); - generally accepted computer programs used to plan and process the results of experimental research in the field of molecular genetics.          Be able to:          - to conduct sanitary and microbiological examination of water, air, soil, food and household items; - obtain a</p>

	<p>и обработки результатов экспериментальных исследований в области молекулярной генетики.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-проводить санитарно-микробиологическое исследование воды, воздуха, почвы, продуктов питания и предметов обихода; - получать накопительную культуру, выделять чистую культуру бактерий; - осуществлять постановку необходимых для идентификации тестов; - работать со справочными пособиями для идентификации микроорганизмов; - определять уровни активностей ферментов; -разделять биологически активные вещества с помощью методов гель фильтрации и ионообменной хроматографии; -использовать основные методические приемы работы с молекулами ДНК; - применять компьютерные программы для планирования и обработки результатов экспериментальных исследований.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-способами оценки санитарно-микробиологического состояния окружающей среды; - методами идентификации микроорганизмов; - способами определения уровней активностей ферментов; -методами разделения биологически активные вещества с помощью методов гель-фильтрации и ионообменной хроматографии.</li> </ul>	<p>cumulative culture, isolate a pure culture of bacteria; - perform the tests necessary for identification; - work with reference manuals for the identification of microorganisms; - Determine the levels of enzyme activities; - to separate biologically active substances using gel filtration and ion exchange chromatography methods; - to use the basic methodological methods of working with DNA molecules; - to use computer programs for planning and processing the results of experimental research.</p> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methods for assessing the sanitary and microbiological state of the environment; - methods of identification of microorganisms; - methods for determining the levels of enzyme activities; - methods of separation of biologically active substances using gel filtration and ion exchange chromatography.</li> </ul>
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5, 6, 7	5, 6, 7
Препреквизиты / Prerequisites	Физиология микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов Структурная биохимия, Метаболическая биохимия	Physiology of microorganisms, Cultivation of microorganisms, Structural biochemistry, Metabolic biochemistry
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	9	9

Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	190/224	190/224
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, отчет по лабораторной работе Зачет	Oral questioning, presentation, lab reports Credit

### Спецпрактикум

Специальность / Speciality: Микробиология / Microbiology

**Учебная дисциплина «Спецпрактикум», Дисциплины профилизации Молекулярная микробиология/**

Academic discipline «Special Practicum», Disciplines of profiling Molecular Microbiology

<p>Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary</p>	<p>Выделение и физиолого-биохимическая характеристика возбудителей бактериальных заболеваний растений. Диагностика возбудителей бактериальных заболеваний растений с помощью молекулярно-биологических методов исследований. Физиолого-биохимические методы исследования микроорганизмов.</p>	<p>Isolation and physiological and biochemical characteristics of pathogens of bacterial diseases of plants. Diagnosis of pathogens of bacterial diseases of plants using molecular biological research methods. Physiological and biochemical methods of microorganism research.</p>
<p>Формируемые компетенции / The formed competences</p>	<p>Владеть методами выделения микроорганизмов из окружающей среды, промышленных объектов, продуктов питания, воздуха, питьевой воды и их изучения для физиолого-биохимической и молекулярной идентификации</p>	<p>Know the methods of isolation of microorganisms from the environment, industrial facilities, food, air, drinking water and their study for physiological, biochemical and molecular identification</p>
<p>Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)</p>	<p>знать. - специализированные методы, используемые при выделении фитопатогенных бактерий из пораженного растительного материала; - принципы составления, приготовления и стерилизации питательных сред для выделения и культивирования микроорганизмов различных физиологических групп; - принципы физиолого-биохимического подхода к идентификации микроорганизмов различных физиологических групп; - методы молекулярно-генетических исследований (выделение препаратов ДНК, постановки реакции ПЦР, рестрикционный и сиквенс-анализ); - способы диагностики возбудителей бактериальных заболеваний растений с помощью молекулярно-биологических методов исследований; - общепринятые компьютерные программы, использующиеся для планирования и обработки результатов экспериментальных исследований в</p>	<p>Know: - specialized methods used in the isolation of phytopathogenic bacteria from affected plant material; - principles of composition, preparation and sterilization of nutrient media for isolation and cultivation of microorganisms of various physiological groups; - principles of physiological and biochemical approach to the identification of microorganisms of various physiological groups; - methods of molecular genetic studies (isolation of DNA preparations, PCR reactions, restriction and sequence analysis); - methods of diagnosing pathogens of bacterial diseases of plants using molecular biological research methods; - generally accepted computer programs used to plan and process the results of experimental research in the field of molecular genetics; - principles of measurement and calculation of enzyme activities; - Principles of gel filtration and ion exchange chromatography. Be able to:</p>

	<p>области молекулярной генетики; - принципы измерения и расчета активностей ферментов; - принципы гель-фильтрации и ионообменной хроматографии.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять фитопатогенные бактерии из пораженного растительного материала;</li> <li>- получать накопительную культуру, выделять чистую культуру бактерий;</li> <li>- осуществлять постановку необходимых для идентификации тестов;</li> <li>- работать со справочными пособиями для идентификации микроорганизмов;</li> <li>- использовать основные методические приемы работы с молекулами ДНК;</li> <li>- применять компьютерные программы для планирования и обработки результатов экспериментальных исследований;</li> <li>- определять уровни активностей ферментов;</li> <li>- разделять биологически активные вещества с помощью методов гельфильтрации и ионообменной хроматографии.</li> </ul> <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способами выделения фитопатогенных бактерий из пораженного растительного материала;</li> <li>- методами физиолого-биохимической идентификации микроорганизмов;</li> <li>- способами диагностики возбудителей бактериальных заболеваний растений с помощью молекулярно-биологических методов исследований;</li> <li>- способами определения уровней активностей ферментов бактерий;</li> <li>- методами разделения биологически активные вещества с помощью методов гель-фильтрации и ионообменной хроматографии</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- isolate phytopathogenic bacteria from the affected plant material;</li> <li>- obtain a cumulative culture, isolate a pure culture of bacteria;</li> <li>- perform the tests necessary for identification;</li> <li>- work with reference manuals for the identification of microorganisms;</li> <li>- to use the basic methodological methods of working with DNA molecules;</li> <li>- to use computer programs for planning and processing the results of experimental research;</li> <li>- Determine the levels of enzyme activities;</li> <li>- separate biologically active substances using gelfiltration and ion exchange chromatography.</li> </ul> <p>Have skills in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- methods of isolation of phytopathogenic bacteria from the affected plant material;</li> <li>- methods of physiological and biochemical identification of microorganisms;</li> <li>- methods of diagnosing pathogens of bacterial diseases of plants using molecular biological research methods;</li> <li>- methods for determining the levels of bacterial enzyme activity;</li> <li>- methods of separation of biologically active substances using gel filtration and ion exchange chromatography methods</li> </ul>
<p>Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study</p>	<p>5, 6, 7</p>	<p>5, 6, 7</p>

Препреквизиты / Prerequisites	Физиология микроорганизмов, Культивирование микроорганизмов Структурная биохимия, Метаболическая биохимия	Physiology of microorganisms, Cultivation of microorganisms, Structural biochemistry, Metabolic biochemistry
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	9	9
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	190/224	190/224
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, отчет по лабораторной работе Зачет	Oral questioning, presentation, lab reports Credit