

**КАТАЛОГ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН
СПЕЦИАЛЬНОСТИ
6-05-0511-05 БИОИНЖЕНЕРИЯ И
БИОИНФОРМАТИКА**

Государственный компонент

Социально-гуманитарный модуль-1

Философия	3
Современная политэкономия	6
История белорусской государственности	9

Модуль «Иностранный язык»

Иностранный язык	11
------------------	----

Модуль «Математика»

Линейная алгебра	13
Математический анализ	15
Теория вероятностей	17
Математическая статистика	18

Модуль «Программирование и современные компьютерные технологии»

Введение в программирование на языке R	20
Основы Python	22
Программирование на Python в биологии	24
Объектно-ориентированное программирование	26

Модуль «Генетика, клеточная и молекулярная биология»

Клеточная биология	28
Генетика	30
Молекулярная биология	32

Модуль «Геномика и транскриптомика»

Анализ биологических последовательностей	34
Геномика	36
Транскриптомика	38

Модуль «Протеомика и метаболомика»

Протеомика	40
Метаболомика	42

Модуль «Клеточная, генная и метаболическая инженерия»

Клеточная инженерия	44
Генная инженерия	47
Метаболическая инженерия	49

Компонент УВО

Социально-гуманитарный модуль-2

Основы права	51
Основы педагогики и психологии	53
Введение в специальность	56

Модуль «Ботаника и зоология»

Ботаника и микология	58
Общая зоология	60

Модуль «Химия и физика»

Химия	62
Физика	64

Модуль «Физиология и биохимия»

Физиология растений	66
Физиология человека и животных	68
Биохимия и структурная биология	70

Модуль «Анализ данных»

Компьютерная алгебра	72
Описательная статистика	74

Модуль «Микробиология и вирусология»

Микробиология	76
Вирусология	78

Модуль «Биотехнология»

Биотехнология прокариот и грибов	80
Биотехнология эукариот	83

Модуль «Большие данные и базы данных»

Введение в базы данных	85
Статистический анализ данных биологических исследований	87
Биологические и медицинские базы данных	89
Аннотация геномов	91

Модуль «Регуляция метаболизма»

Регуляторные системы клетки	93
Взаимодействие геномов	96
Молекулярные основы эпигенетики	98

Модуль «Системная и эволюционная биология»

Системная биология	100
Эволюционная биология	102

Модуль «Визуализация данных и анализ биомедицинских изображений»

Интеллектуальный анализ данных	104
Визуализация больших биологических данных	106

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

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

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

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Философия и мировоззрение; генезис философского знания; основные направления философии; философское осмысление проблем бытия; философская антропология; теория познания и философия науки	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
Формируемые компетенции / The formed competences	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	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
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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; -	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

	основные характеристики познавательной деятельности, важнейшие философские методы и регулятивы научного исследования; - основные концепции функционирования и развития общества; - базовые ценности современной культуры; - глобальные проблемы современности, основные стратегии и перспективы их разрешения; уметь: - 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; владеть: - базовыми научно-теоретическими знаниями для решения теоретических и практических задач; - навыками системного и сравнительного анализа; - исследовательскими навыками; - навыками междисциплинарного подхода при решении проблем.	philosophical methods and regulations of scientific research; - basic concepts of the functioning and development of society; - basic values of modern culture; - global problems of our time, basic strategies and prospects for their solution; be able to: - 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; have skills in: - 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
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 Экзамен	Oral examination, project Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
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)	знать: - понятие, сущность, структуру экономики; - экономические законы и современные закономерности; - методы измерения и оценки состояния национальной экономики; - основные экономические формации, виды экономических систем общества и политического устройства	know: - the concept, essence, structure of the economy; - economic laws and modern regularities; - methods for measuring and assessing the state of the national economy; - the main economic formations, types of economic systems of society and the political structure of national states; - basic categories and concepts of

	национальных государств; - базовые категории и понятия современной геополитики и геоэкономики; - современные трактовки глобализации и регионализации, закономерности политико-экономических процессов в глобальной экономике; уметь: - анализировать и оценивать на основании статистических данных состояние национальной экономики, её место в системе глобальных политико-экономических отношений; - критически оценивать политическую и экономическую информацию; - выявлять и трактовать ключевые тенденции трансформации существующего миропорядка; - разрабатывать мероприятия по предотвращению наступления опасностей и угроз экономической безопасности владеть: - навыками адаптации к новым ситуациям социально-профессиональной деятельности, реализации накопленного опыта и своих возможностей; - навыками критического мышления, категориальным аппаратом и методологией политико-экономического анализа; - междисциплинарным подходом к выявлению и анализу политико-экономических проблем	modern geopolitics and geoeconomics; - modern interpretations of globalization and regionalization, patterns of political and economic processes in the global economy; be able to: - 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; - critically evaluate political and economic information; - to identify and interpret the key trends in the transformation of the existing world order; - develop measures to prevent the onset of dangers and threats to economic security; have skills in: - skills of adaptation to new situations of social and professional activity, implementation of the accumulated experience and their capabilities; - critical thinking skills, categorical apparatus and methodology of political and economic analysis; - an interdisciplinary approach to the identification and analysis of political and economic problems
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, контрольная работа Экзамен	Устный опрос, проект, assessment Экзамен	
---	---	---	--

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «История белорусской государственности», модуль «Социально-гуманитарный-1» /
 Academic discipline «History of Belarusian statehood», module «Social and Humanitarian-1»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основные этапы развития белорусской государственности; основы государственного права Республики Беларусь; Беларусь на стыке культур и цивилизаций	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
Формируемые компетенции / The formed competences	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	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
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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	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;

	культурно-цивилизационного развития Беларуси; уметь: - 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: - базовыми научно-теоретическими знаниями для решения теоретических и практических задач; - навыками системного и сравнительного анализа; - исследовательскими навыками; - междисциплинарным подходом к решению проблем	be able to: - to formulate and argue the main ideas and values of the Belarusian model of development; - apply the knowledge 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: - basic scientific and theoretical knowledge for solving theoretical and practical problems; - skills of system and comparative analysis; - research skills; - interdisciplinary approach to problem solving
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	Эвристическое задание, аналитический отчет, устные опросы Дифференцированный зачет	Heuristic task, analytical report, oral examination Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

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

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

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Развитие иноязычного категориального аппарата для осуществления деловых и межличностных контактов, а также навыков социокультурного и социально-политического общения	Development of a foreign language categorical apparatus for business and interpersonal contacts, as well as skills of socio-cultural and socio-political communication
Формируемые компетенции / The formed competences	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	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
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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	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

	использованием словаря и справочников; - строить монологическое высказывание и реализовывать диалогическое речевое взаимодействие адекватно ситуациям официального и неофициального общения в 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; владеть: - стратегиями коммуникативного поведения; - средствами и приемами устного/письменного речевого взаимодействия в различных ситуациях профессионального общения; - компенсаторными стратегиями; - стратегиями осуществления самостоятельной учебно-познавательной деятельности	discipline; - express thoughts in writing (personal letter, business papers, annotations, etc.); - to implement oral speech interaction of a professional orientation in the digital intercultural space; have skills in: - 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
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

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Линейная алгебра», модуль «Математика» /

Academic discipline «Linear algebra», module «Mathematics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Матрицы и операции над ними; определители и их применение; векторные пространства; системы линейных уравнений; линейные отображения векторных пространств	Matrices and operations with them; keys and their application; vector spaces; systems of linear equations; linear mappings of vector spaces
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять современные математические методы и модели при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии и биоинформатики	Apply modern mathematical methods and models in theoretical and experimental research in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные понятия и результаты линейной алгебры; -методы применения результатов линейной алгебры в прикладных задачах; - алгоритмы решения задач по линейной алгебре; уметь: - выполнять операции над матрицами; - вычислять определители; - решать системы линейных уравнений методом Крамера и методом Гаусса; - находить базис системы векторов и базис векторного пространства, суммы и пересечения подпространств, координаты вектора в заданном базисе, - находить матрицу перехода между базисами; - находить ранг матрицы; - находить матрицу линейного оператора в заданном базисе; - находить собственные значения и собственные векторы матрицы и линейного оператора; владеть: - основными навыками решения задач, связанных с линейной алгеброй, и необходимыми для изучения биологических и химических дисциплин; - методами доказательств основных теорем, встречающихся	know: - basic concepts and results of linear algebra; - methods for applying the results of linear algebra in applied problems; - algorithms for solving problems in linear algebra; be able to: - perform operations on matrices; - calculate determinants; - solve systems of linear equations using the Cramer method and the Gaussian method; - find the basis of a system of vectors and the basis of a vector space, sums and intersections of subspaces, coordinates of a vector in a given basis, - find a matrix of transition between bases; - find the rank of the matrix; - find the matrix of a linear operator in a given basis; - find eigenvalues and eigenvectors of a matrix and a linear operator; have skills in: - basic skills for solving problems related to linear algebra and necessary for the study of biological and chemical disciplines; - methods of proving the main theorems found in the course "Linear Algebra"; - self-education skills and ways of using the linear algebra apparatus for mathematical and interdisciplinary research

	в курсе «Линейная алгебра»; - навыками самообразования и способами использования аппарата линейной алгебры для проведения математических и междисциплинарных исследований	
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	Устный опрос, контрольные работы Зачет	Oral questioning, assessments Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Математический анализ», модуль «Математика» /

Academic discipline «Mathematical analysis», module «Mathematics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Функции и пределы, производные и дифференциалы; неопределенный интеграл, определенный интеграл; дифференциальные уравнения; теория функций комплексного переменного; математическое моделирование в биологии	Functions and limits, derivatives and differentials; indefinite integral, definite integral; differential equations; theory of functions of a complex variable; mathematical modeling in biology
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять современные математические методы и модели при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии и биоинформатики	Apply modern mathematical methods and models in theoretical and experimental research in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: – основные понятия и методы применения дифференциального и интегрального исчисления функций одной и многих переменных; методы доказательств и алгоритмы решения задач математического анализа; новейшие достижения в области теории функций и ее приложений в задачах биологии; уметь: - производить действия над комплексными числами; выполнять вычисления пределов функций; применять методы дифференцирования функций; производить исследование функций; применять методы 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:	know: - basic concepts and methods of application of differential and integral calculus of functions of one and many variables; methods of proof and algorithms for solving problems of mathematical analysis; the latest achievements in the field of the theory of functions and its applications in the problems of biology; be able to: - perform operations on complex numbers; perform calculations of function limits; apply methods of differentiation of functions; to study functions; apply methods of integration of functions; solve ordinary differential equations; to make mathematical models of biological processes; to use mathematical methods in collecting information, processing it and predicting the results of the biological processes under study; have skills in: -the basic concepts and methods of differential and integral calculus necessary for the study of biological and chemical disciplines; mathematical methods of information analysis, processing and presentation in predicting the results of the biological processes under

	- основными понятиями и методами дифференциального и интегрального исчисления, необходимыми для изучения биологических и химических дисциплин; математическими методами анализа информации, ее обработки и представления в прогнозировании результатов изучаемых биологических процессов; навыками самообразования и способами использования аппарата математического анализа для проведения математических и междисциплинарных исследований	study; skills of self-education and ways of using the apparatus of mathematical analysis for mathematical and interdisciplinary research
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	1-2	1-2
Препреквизиты / Prerequisites	Линейная алгебра	Linear algebra
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	108/108	108/108
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, контрольные работы, реферат Зачет, экзамен	Oral questioning, assessments, presentation Credit, exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Теория вероятностей», модуль «Математика» /

Academic discipline «Theory of probability», module «Mathematics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Вероятностные пространства; независимость; случайные величины; числовые характеристики случайных величин; предельные теоремы	Probabilistic spaces; independence; random variables; numerical characteristics of random variables; limit theorems
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять современные математические методы и модели при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии и биоинформатики	Apply modern mathematical methods and models in theoretical and experimental research in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные понятия теории вероятностей; - основные математические модели случайных явлений; - предельные теоремы теории вероятностей; уметь: - использовать основные закономерности случайных явлений; - применять методы теории вероятностей в других науках; владеть: - аналитическими методами теории вероятностей	know: - basic concepts of probability theory; - basic mathematical models of random phenomena; - limit theorems of probability theory; be able to: - to use the basic laws of random phenomena; - to apply the methods of probability theory in other sciences; have skills in: - analytical methods of probability theory
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	Линейная алгебра, Математический анализ	Linear algebra, Mathematical analysis
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	48/60	48/60
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Коллоквиум, контрольная работа Зачет	Colloquium, assessment Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Математическая статистика», модуль «Математика» /
Academic discipline «Mathematical statistics», module «Mathematics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основы теории случайных процессов; элементы математической статистики; проверка статистических гипотез; линейная регрессия и метод наименьших квадратов	Fundamentals of the theory of random processes; elements of mathematical statistics; testing statistical hypotheses; linear regression and least squares
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять современные математические методы и модели при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области биоинженерии и биоинформатики	Apply modern mathematical methods and models in theoretical and experimental research in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - понятия математической статистики; - математические модели случайных явлений; - методы математической статистики; уметь: - использовать основные закономерности случайных явлений; - применять методы математической статистики; владеть: - прикладными методами математической статистики	know: - the concept of mathematical statistics; - mathematical models of random phenomena; - methods of mathematical statistics; be able to: - to use the basic laws of random phenomena; - apply methods of mathematical statistics; have skills in: - applied methods of mathematical statistics
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Линейная алгебра, Математический анализ, Теория вероятностей	Linear algebra, Mathematical analysis, Theory of probability
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	48/60	48/60

Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Коллоквиум, контрольная работа Зачет	Colloquium, assessment Exam
---	---	--------------------------------

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Введение в программирование на языке R», модуль «Программирование и современные компьютерные технологии» /

Academic discipline «Introduction to R Programming», module «Programming and Modern Computer Technologies»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Изучение организации языка программирования R и интегрированной среды для разработок на этом языке, структуры объектов и особенностей работы с данными, хранящимися в таких объектах, проведения вычислений в R среде, графических возможностей языка R, а также разработки пользовательских функций, объемных исходных кодов и целых приложений на языке R.	The study of R programming language organization, the integrated development environment, the structure of objects and features of working with data stored in such objects, carrying out calculations in the R environment, the graphical capabilities of the R language, as well as the development of user functions, voluminous source codes and entire applications in R language.
Формируемые компетенции / The formed competences	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Применять алгоритмы и навыки программирования на языках R, Python, C++ для обработки разных типов молекулярно-биологических данных и решения задач в области геномики, протеомики, метаболомики	Solving the standard problems of professional activity based on the use of information and communication technologies Applying algorithms and programming skills in R, Python, C++ to analyse various types of molecular biological data and solve problems in the field of genomics, proteomics, metabolomics.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - базовые принципы организации языка программирования R; - ключевые подходы при работе с данными в R; - базовые принципы организации вычислений в R; - основные области применения языка программирования R в биологии; уметь: - устанавливать и эффективно управлять средой программирования R; - разрабатывать и отлаживать программные коды на языке R; - разрабатывать пользовательские приложения на языке R; - творчески и эффективно использовать полученные знания в профессиональной	know: - basic principles of organization of the R programming language; - key approaches when working with data in R; - basic principles of organizing calculations in R; - main areas of application of the R programming language in biology; be able to: - install and effectively manage the R programming environment; - develop and debug program codes in the R language; - develop custom applications in R language; - creatively and effectively use the acquired knowledge in professional activities; have skills in: - a basic set of tools for developing software in the R language; - technologies for parallelizing calculations in

	деятельности; владеть: - базовым набором инструментов для разработки программных средств на языке R; - технологиями распараллеливания вычислений в R; - навыками применения языка программирования R для решения задач биоинформатики	R; - skills in using the R programming language to solve bioinformatics problems
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	Контрольная работа, защита вычислительного проекта Экзамен	Assessment, protection of a computing project Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Основы Python», модуль «Программирование и современные компьютерные технологии» /
 Academic discipline «Python Basics», module «Programming and Modern Computer Technologies»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основы языка программирования Python; базовые операции Python; стандартные структуры данных Python; работа с файлами в Python; модульное программирование; математические действия и вычисления в Python; графические возможности Python; основы работы с Biopython	Basics of the Python programming language; basic Python operations; standard Python data structures; working with files in Python; modular programming; mathematical operations and calculations in Python; Python graphics Basics of working with Biopython
Формируемые компетенции / The formed competences	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Применять алгоритмы и навыки программирования на языках R, Python, C++ для обработки разных типов молекулярно-биологических данных и решения задач в области геномики, протеомики, метаболомики	Solving the standard problems of professional activity based on the use of information and communication technologies. Applying algorithms and programming skills in R, Python, C++ to analyse various types of molecular biological data and solve problems in the field of genomics, proteomics, metabolomics.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - базовые принципы организации языка программирования Python; - основные принципы представления данных, работы с данными и базами данных в Python; - основные принципы организации вычислений в языке Python; - основные области применения языка Python (в том числе в биологии); уметь: - устанавливать и эффективно управлять средствами разработки на языке Python; - разрабатывать и отлаживать программные коды на языке Python; - разрабатывать пользовательские приложения на языке Python; владеть: - базовым набором инструментов для разработки приложений на языке Python	know: - basic principles of organizing the Python programming language; - basic principles of data representation, working with data and databases in Python; - basic principles of organizing calculations in the Python language; - the main areas of application of the Python language (including in biology); be able to: - Install and effectively manage Python development tools. - develop and debug program codes in the Python language; - Develop custom applications in Python have skills in: - a basic set of tools for developing applications in the Python language

Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Прекурсивы / 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	64/56	64/56
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам Зачет	Lab Reports Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Программирование на Python в биологии», модуль «Программирование и современные компьютерные технологии» /

Academic discipline «Python Programming in Biology», module «Programming and Modern Computer Technologies»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Алгоритмы для анализа геномных данных; анализ протеомных данных; машинное обучение и анализ изображений	Algorithms for analyzing genomic data; analysis of proteomic data; machine learning and image analysis
Формируемые компетенции / The formed competences	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Применять алгоритмы и навыки программирования на языках R, Python, C++ для обработки разных типов молекулярно- биологических данных и решения задач в области геномики, протеомики, метаболомики	Solving the standard problems of professional activity based on the use of information and communication technologies. Applying algorithms and programming skills in R, Python, C++ to analyse various types of molecular biological data and solve problems in the field of genomics, proteomics, metabolomics.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - теоретические основы особенностей работы с биологическими данными; - современные методы анализа генетических, протеомных и феномных данных для получения значимой информации и корреляционного анализа; - достижения в области биоинформатики и перспективы её использования в биологии и медицине; уметь: - проводить поиск и систематизировать научную информацию по отдельным направлениям в биоинформатике; - самостоятельно применять приобретённые знания для решения актуальных практических задач в области биоинформатики, моделирования и биотехнологии; владеть: - навыками анализа различных показателей растений;	know: - the theoretical foundations of working with biological data; - modern methods of genetic, proteomic, and phenomic data analysis for obtaining significant information and correlation analysis; - achievements in the field of bioinformatics and the prospects of its use in biology and medicine; be able to: - search for and systematize scientific information in specific areas of bioinformatics; - independently apply acquired knowledge to solve current practical tasks in the field of bioinformatics, modeling, and biotechnology; have skills in: - skills in analyzing various plant characteristics; - basic programming paradigms of the Python language.

	- основными парадигмами программирования языка Python.	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Пререквизиты / Prerequisites	Основы Python	Python Basics
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	Коллоквиум, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа Зачет	Colloquium, lab reports, assessment Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Объектно-ориентированное программирование», модуль «Программирование и современные компьютерные технологии» /

Academic discipline «Object-oriented programming», module «Programming and Modern Computer Technologies»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основы и грамматика алгоритмического языка C/C++; объектная модель в языке C/C++; технология программирования на основе объектов; технология программирования с использованием иерархий; технология программирования с полиморфными объектами; технология программирования на основе абстрактных классов	Fundamentals and grammar of the algorithmic language C/C++; object model in the C/C++ language; object-based programming technology; hierarchy programming technology programming technology with polymorphic objects; abstract class based programming technology
Формируемые компетенции / The formed competences	Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Применять алгоритмы и навыки программирования на языках R, Python, C++ для обработки разных типов молекулярно-биологических данных и решения задач в области геномики, протеомики, метаболомики	Solving the standard problems of professional activity based on the use of information and communication technologies. Applying algorithms and programming skills in R, Python, C++ to analyse various types of molecular biological data and solve problems in the field of genomics, proteomics, metabolomics.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - возможности и особенности объектно-ориентированного языка C++; - парадигмы программирования языка C++; - принципы объектных моделей и их поддержку в языке C++; - структуру и свойства объектов и классов; - основные технологии в разработке объектно-ориентированных приложений. уметь: - применять принципы объектных моделей и сложных систем для проектирования своих программных систем; - разрабатывать состоящие из большого количества файлов программные системы с использованием объектно-ориентированного подхода; - использовать объектно-	know: - Features and features of the C++ object-oriented language; - C++ programming paradigms; - principles of object models and their support in the C++ language; - the structure and properties of objects and classes; - basic technologies in the development of object-oriented applications. be able to: - apply the principles of object models and complex systems to the design of their software systems; - develop file-intensive software systems using an object-oriented approach. - use object-oriented libraries - creatively and effectively use the knowledge gained in professional activities. have skills in:

	ориентированные библиотеки; - творчески и эффективно использовать полученные знания в профессиональной деятельности. владеть: - созданием проектов и решений в современных интегрированных средах разработки; - наборами инструментов в создании исполнительного кода в интегрированных средах разработки; - отладкой программ в среде разработки	- creation of projects and solutions in modern integrated development environments; - sets of tools for creating executive code in integrated development environments; - debugging programs in the development environment.
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	60/48	60/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам, контрольная работа Экзамен	Test, lab reports, assessment Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Клеточная биология», модуль «Генетика, клеточная и молекулярная биология» /
 Academic discipline «Cell Biology», module «Genetics, Cell and Molecular Biology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Химические и молекулярные основы строения клетки; механизмы экспрессии генов и биосинтеза белков в связи с регуляцией клеточных функций; биоэнергетические процессы эукариотических клеток; транспорт веществ и клеточная сигнализация; клеточные основы онтогенеза	Chemical and molecular bases of cell structure; mechanisms of gene expression and protein biosynthesis in connection with the regulation of cellular functions; bioenergetic processes of eukaryotic cells; transport of substances and cell signaling; cellular bases of ontogenesis
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания механизмов наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов, молекулярных основ функционирования клеточных систем и механизмов биосигнализации для разработки актуальных вопросов экспериментальной биологии, биоинженерии, биотехнологии, экологии, фармации, сельского хозяйства	Use knowledge of the mechanisms of heredity and variability in pro- and eukaryotic organisms, the molecular basis of the functioning of cellular systems and biosignaling mechanisms, to develop current issues in experimental biology, bioengineering, biotechnology, ecology, pharmacy, and agriculture.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - структурную организацию, закономерности функционирования и интеграции в ткани клеток живых организмов; - молекулярную природу и механизмы регуляции физиологических процессов в клетках; - современные подходы исследования клеточных процессов; - методы получения, анализа и практического использования клеточных культур; уметь: - использовать теоретические знания по клеточной биологии в качестве научной основы для пищевой промышленности, сельского хозяйства, биотехнологии и биоинженерии;	know: - structural organization, cells' functioning and their integration into the tissues of living organisms; - molecular nature and regulatory mechanisms of physiological processes in cells; - modern approaches to studying cellular processes; - methods of obtaining, analyzing and practical use of cell cultures; be able to: - use theoretical knowledge of cell biology as a scientific basis for food industry, agriculture, biotechnology and bioengineering; - apply knowledge about the cellular and molecular foundations of the functioning of living systems and the complex processes of coordination of the physiological processes of the body;

	- применять на практике знания о клеточных и молекулярных основах функционирования живых систем и сложных процессах координации физиологических процессов организма; - использовать на практике знания об основных экспериментальных подходах клеточной биологии; - владеть: - методическими приемами анализа клеток и субклеточных систем; - методами работы с культурами клеток и органов различных организмов; - техникой планирования и проведения клеточно-биологического исследования с использованием современных аналитических подходов; - методами исследования, анализа данных и представления результатов, которые используются в экспериментальной и прикладной клеточной биологии.	- use in practice knowledge about the basic experimental approaches of cell biology; - have skills in: - use methodological techniques for analyzing cells and subcellular systems; - obtain and analyze cultures of cells and organs of various organisms; - plan and conduct research in the field of cell biology using modern analytical approaches; - utilize methods of research, data analysis and presentation of results, which are used in experimental and applied cell biology.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	Физика, Физиология растений, Физиология человека и животных, Биохимия и структурная биология	Physics, Plant Physiology, Human and Animal Physiology, Biochemistry and Structural Biology
Трудоемкость в зачетных единицах (кредитах) / Credit units	5	5
Количество аудиторных часов и часов самостоятельной работы / Academic hour of students' class work, hours of self-directed learning	80/100	80/100
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Презентация, контрольные работы, эвристическое задание Экзамен	Presentation, assessments, heuristic task Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Генетика», модуль «Генетика, клеточная и молекулярная биология» /
 Academic discipline «Genetics», module «Genetics, module «Genetics, Cell and Molecular Biology »

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Наследование признаков при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях, цитологические основы наследственности. Структура и функции гена. Молекулярные механизмы наследственности и изменчивости организмов. Генетические основы онтогенеза, генетика человека, генетика популяций. Роль генетики в развитии биотехнологии, медицины, сельского хозяйства, охраны среды	Inheritance of traits in mono-, di- and polyhybrid crosses, cytological foundations of heredity. The structure and functions of the gene. Molecular mechanisms of heredity and variability of organisms. Genetic foundations of ontogenesis, human genetics, population genetics. The role of genetics in the development of biotechnology, medicine, agriculture, and environmental protection
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания механизмов наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов, молекулярных основ функционирования клеточных систем и механизмов биосигнализации для разработки актуальных вопросов биоинженерии, биотехнологии, экологии, фармации, сельского хозяйства	To use knowledge of the mechanisms of heredity and variability in pro- and eukaryotic organisms, the molecular foundations of the functioning of cellular systems and mechanisms of biosignalling to develop topical issues of bioengineering, biotechnology, ecology, pharmacy, agriculture
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - закономерности наследования признаков при моно-, ди- и полигибридных скрещиваниях; - 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. уметь: - планировать и проводить генетический эксперимент, анализировать его результаты; - использовать достижения эволюционной	know: - patterns of inheritance of traits in mono-, di- and polyhybrid crosses; - cellular, chromosomal, genetic and molecular mechanisms of heredity; - mechanisms of genetic material variability; - patterns of ontogenesis; - fundamentals of human genetics and hereditary diseases; - the genetic basis of breeding; - issues of ecological and population genetics. be able to: - plan and conduct a genetic experiment, analyze its results; use the achievements of evolutionary theory, cytology, microbiology, virology and other fields of knowledge to solve the problems of genetics; to use the achievements of genetics in solving problems of breeding, medicine, ecology and biotechnology, as well

	теории, цитологии, микробиологии, вирусологии и других областей знаний для решения задач генетики; - использовать достижения генетики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей профессиональной деятельности. владеть: - информацией о методах и подходах, применяемых в общей и частной генетике микроорганизмов, растений, животных и человека; - основными подходами проведения генетического эксперимента; - приёмами проведения генетического анализа у различных организмов.	as to apply the acquired knowledge in further professional activities. have skills in: - information about methods and approaches used in general and private genetics of microorganisms, plants, animals and humans; - the main approaches to conducting a genetic experiment; - methods of genetic analysis in various organisms
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	цитология и гистология, физиология человека, животных и растений, биохимия, микробиология и молекулярная биология	cytology and histology, human, animal and plant physiology, biochemistry, microbiology and 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	72/36	72/36
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Контрольные работы, устные опросы Экзамен	Assessments, oral examination Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Молекулярная биология», модуль «Генетика, клеточная и молекулярная биология» /
 Academic discipline «Molecular Biology», module «Genetics, Cell and Molecular Biology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Организация геномов, репликация ДНК, репарация и рекомбинация ДНК, транскрипция, процессинг ДНК, трансляция, фолдинг и деградация белков, транспорт белков, сенсорные процессы и внутриклеточная сигнализация	Genome organization, DNA replication, DNA repair and recombination, transcription, DNA processing, translation, protein folding and degradation, protein transport, sensory processes and intracellular signaling
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания механизмов наследственности и изменчивости у про- и эукариотических организмов, молекулярных основ функционирования клеточных систем и механизмов биосигнализации для разработки актуальных вопросов экспериментальной биологии, биоинженерии, биотехнологии, экологии, фармации, сельского хозяйства	Use knowledge of the mechanisms of heredity and variability in pro- and eukaryotic organisms, the molecular basis of the functioning of cellular systems and biosignaling mechanisms, to develop current issues in experimental biology, bioengineering, biotechnology, ecology, pharmacy, and agriculture.
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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->РНК->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:	know: - organization of 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->RNA-> 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

	- молекулярно-биологическими терминами и понятийным аппаратом	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Пререквизиты / Prerequisites	Генетика, Клеточная биология, Геномика	Genetics, Cell Biology, Genomics
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	Устный опрос, реферат, контрольные работы Экзамен	Oral examination, presentation, assessments, Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Анализ биологических последовательностей», модуль «Геномика и транскриптомика» /
 Academic discipline «Biological sequence analysis», module «Genomics and Transcriptomics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Структура биологических последовательностей; методы анализа биологических последовательностей	Structure of biological sequences; methods for biological sequence analysis
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять алгоритмы и подходы анализа геномных, транскриптомных данных для решения молекулярно-генетических задач в фундаментальных и прикладных исследованиях	To apply algorithms and approaches to the analysis of genomic and transcriptomic data to solve molecular genetic problems in fundamental and applied research
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - теоретические основы пути преобразования биологического материала в биологические данные, основные этапы и принципы геномной сборки; - основные понятия биоинформатики, методологию подхода к выбору программного обеспечения при работе с биологическими данными; - особенности и ограничения методов, применяемых в настоящее время исследователями при решениях задач биоинформатики. уметь: - подбирать и использовать базы данных биологических последовательностей, а также программное обеспечение под конкретную задачу в области биоинформатики; - проводить биологическую интерпретацию получаемых в результате исследований результатов. владеть: - научной теоретической базой, необходимой для работы в данном разделе науки; - основными методами работы с биологическими последовательностями	know: - theoretical foundations of the way of transforming biological material into biological data, the main stages and principles of genomic assembly; - basic concepts of bioinformatics, methodology of approach to the selection of software when working with biological data; - features and limitations of methods currently used by researchers in solving bioinformatics problems. be able to: - select and use biological sequence databases, as well as software for a specific task in the field of bioinformatics; - conduct biological interpretation of the results obtained as a result of research. have skills in: - scientific theoretical base necessary for work in this branch of science; - basic methods of working with biological sequences
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3

Препреквизиты / Prerequisites	Программирование на Python в биологии	Python Programming in 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	50/58	50/58
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Зачет	Test, lab reports Credits

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Геномика», модуль «Геномика и транскриптомика» /

Academic discipline «Genomics», module «Genomics and Transcriptomics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Методы исследования геномов; структурная геномика; специальные разделы геномики	Methods of genome research; structural genomics; special branches of genomics
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять алгоритмы и подходы анализа геномных, транскриптомных данных для решения молекулярно-генетических задач в фундаментальных и прикладных исследованиях	To apply algorithms and approaches to the analysis of genomic and transcriptomic data to solve molecular genetic problems in fundamental and applied research
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - принципы, лежащие в основе современных методов расшифровки геномных последовательностей; - современные способы конструирования геномов с заданными свойствами; - возможности и ограничения современных и перспективных автоматических секвенаторов ДНК; - классификацию и предназначение основных биологических баз данных, способы доступа к хранящейся в них информации; - возможности и ограничения компьютерного анализа геномных последовательностей; - молекулярные основы эволюции геномных последовательностей; - особенности организации геномов различных групп организмов; уметь: - сформулировать последовательность действий, необходимых для расшифровки геномов различной организации; - описать возможные геномные подходы к идентификации наследственных патологий; - собирать геномные последовательности из непроцессированных данных полногеномного секвенирования; - выполнить аннотацию геномной последовательности;	know: - the principles underlying modern methods of decoding genomic sequences; - modern methods of constructing genomes with specified properties; - Capabilities and limitations of current and advanced automatic DNA sequencers; - classification and purpose of the main biological databases, methods of access to the information stored in them; - Capabilities and limitations of computer analysis of genomic sequences; - Molecular basis of genomic sequence evolution; - features of the organization of genomes of various groups of organisms; be able to: - to formulate a sequence of actions necessary for the decoding of genomes of various organizations; - to describe possible genomic approaches to the identification of hereditary pathologies; - collect genomic sequences from unprocessed whole genome sequencing data; - perform genomic sequence annotation; - Evaluate the quality of whole-genome sequencing data, genomic assemblies, and genome annotations. have skills in: - special terminology; - working with molecular databases through the NCBI and EBI portals; - working

	- оценивать качество данных полногеномного секвенирования, геномных сборок и аннотаций геномов. владеть: - специальной терминологией; - навыками работы с молекулярными базами данных через порталы NCBI и EBI; - навыками работы с программами для обработки и анализа данных высокопроизводительного секвенирования.	with programs for processing and analyzing high-throughput sequencing data
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Генетика	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	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Зачет	Test, lab reports Credits

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Транскриптомика», модуль «Геномика и транскриптомика» /

Academic discipline «Transcriptomics», module «Genomics and Transcriptomics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Структурно-функциональная организация транскриптомов эукариот; экспериментальные методы транскриптомики; вычислительная транскриптомика; прикладные аспекты транскриптомики	Structural and functional organization of eukaryotic transcriptomes; experimental methods of transcriptomics; computational transcriptomics; applied aspects of transcriptomics
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять алгоритмы и подходы анализа геномных, транскриптомных данных для решения молекулярно-генетических задач в фундаментальных и прикладных исследованиях	To apply algorithms and approaches to the analysis of genomic and transcriptomic data to solve molecular genetic problems in fundamental and applied research
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - закономерности формирования транскриптома клетки; - структурное разнообразие молекул РНК эукариотических клеток; - функциональное разнообразие молекул РНК эукариотических клеток; - основные экспериментальные методы транскриптомики; - основные пайплайны вычислительной транскриптомики; уметь: - устанавливать и эффективно управлять пакетами расширений R среды, предназначенными для работы с транскриптомными данными; - осуществлять все основные этапы интеллектуального анализа больших транскриптомных данных; - творчески и эффективно использовать полученные знания в профессиональной деятельности; владеть: - базовыми методами выделения клеточной РНК, оценки ее качества и количества, разделения с помощью гель-электрофореза; - базовыми методами синтеза комплементарной	know: - regularities of the formation of the transcriptome of the cell; - structural diversity of RNA molecules of eukaryotic cells; - functional diversity of RNA molecules of eukaryotic cells; - basic experimental methods of transcriptomics; - basic pipelines of computational transcriptomics; be able to: - Install and efficiently manage the R extension packages of the environment designed to work with transcriptomic data; - perform all the main stages of mining big transcriptomic data; - creatively and effectively use the knowledge gained in professional activities; have skills in: - basic methods of cell RNA isolation, assessment of its quality and quantity, separation using gel electrophoresis; - basic methods of synthesis of complementary DNA, its amplification using polymerase chain reaction, quantitative assessment of gene expression; - a set of skills for working with transcriptomic data of various formats, different origins and degrees of noise; - skills in using the R

	ДНК, ее амплификации с помощью полимеразной цепной реакции, количественной оценки экспрессии генов; - набором навыков работы с транскриптомными данными различных форматов, различного происхождения и степени зашумленности; - навыками применения языка программирования R для решения разнообразных задач вычислительной транскриптомики	programming language to solve various problems of computational transcriptomics
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5-6	5-6
Препреквизиты / Prerequisites	Введение в программирование на языке R, Молекулярная биология	Introduction to R Programming, Molecular Biology
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	Тест, отчеты по лабораторным работам Зачет, экзамен	Test, lab reports Credit, exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Протеомика», модуль «Протеомика и метаболомика» /

Academic discipline «Proteomics», module «Proteomics and Metabolomics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Структурно-функциональные основы протеомики; принципы и методы анализа протеома. электрофоретические методы, хроматографические методы, масс-спектрометрические методы; методы анализа белковой структуры; методы анализа белок-белковых взаимодействий; базы данных по протеомике	Structural and functional foundations of proteomics; principles and methods of proteome analysis. electrophoretic methods, chromatographic methods, mass spectrometry methods; methods for analyzing the protein structure; methods for analyzing protein-protein interactions; Proteomics Databases
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять системный и сравнительный анализ протеомов и метаболомов микроорганизмов, растений, животных с целью установления механизмов их регуляции	Carry out a systematic and comparative analysis of proteomes and metabolomes of microorganisms, plants, and animals in order to establish the mechanisms of their regulation
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - фундаментальные и прикладные аспекты протеомики; - основные научно-методологические подходы, используемые для анализа протеома. уметь: - использовать полученные знания в научной и производственной деятельности; - применять полученные знания при изучении таких дисциплин как биохимия, молекулярная биология, физиология человека и животных, биофизика, а также при прохождении учебных практик и спецпрактикумов. владеть: - методами анализа протеома; - технологией обработки данных протеомных экспериментов; - способами моделирования физико-химических свойств и функций белков по известным нуклеотидным последовательностям; -	know: - fundamental and applied aspects of proteomics; - the main scientific and methodological approaches used to analyze the proteome. be able to: - to use the knowledge gained in scientific and industrial activities; - apply the knowledge gained in the study of such disciplines as biochemistry, molecular biology, human and animal physiology, biophysics, as well as in the course of educational practices and special workshops. have skills in: - methods of proteome analysis; - technology for processing data from proteomic experiments; - methods for modeling the physicochemical properties and functions of proteins according to known nucleotide sequences; - Use the proteomics database professionally

	профессионально пользоваться базой данных по протеомике	
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
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	56/52	56/52
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Зачет	Test, lab reports Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Метабомика», модуль «Протеомика и метаболомика» /

Academic discipline «Metabolomics», module «Proteomics and Metabolomics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Характеристика метаболитов; пробоотбор и пробоподготовка в метаболомных исследованиях; методы изучения метаболома; статистические и математические методы обработки метаболомных профилей биологических объектов; метаболом человека; использование данных метаболомики в различных областях народного хозяйства, биологии, медицины, фармации; гликомика и липидомика	Characteristics of metabolites; sampling and sample preparation in metabolomic studies; methods for studying metabolome; statistical and mathematical methods for processing metabolomic profiles of biological objects; human metabolome; the use of metabolomics data in various fields of the national economy, biology, medicine, pharmacy; Glycomics and lipidics
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять системный и сравнительный анализ протеомов и метаболомов микроорганизмов, растений, животных с целью установления механизмов их регуляции	Carry out a systematic and comparative analysis of proteomes and metabolomes of microorganisms, plants, and animals in order to establish the mechanisms of their regulation
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - принципы и методы анализа метаболома человека и животных, микроорганизмов и растений; - статистические и математические методы обработки метаболомных профилей биологических объектов; - особенности метаболомов человека и животных, микроорганизмов и растений; 3 - новейшие достижения в области метаболомики и метаболомики; - теоретическую и практическую значимость метаболомики и метаболомики, взаимосвязь с другими постгеномными технологиями, роль метаболомики и метаболомики в системной биологии; - возможности использования данных по метаболомике в различных областях народного хозяйства, биологии, медицины, фармации. уметь:	know: - principles and methods of analysis of the metabolome of humans and animals, microorganisms and plants; - statistical and mathematical methods for processing metabolic profiles of biological objects; - features of metabolomes of humans and animals, microorganisms and plants; - the latest achievements in the field of metabolomics and metabonomics; - the theoretical and practical significance of metabolomics and metabonomics, the relationship with other postgenomic technologies, the role of metabolomics and metabonomics in systems biology; - the possibility of using metabolomics data in various fields of the national economy, biology, medicine, and pharmacy be able to: - choose the optimal analytical method of metabolomic research, properly prepare the biosample for analysis; - statistically process and interpret the results of a

	- выбрать оптимальный аналитический метод метаболомного исследования, провести правильную подготовку биообразца к анализу; - статистически обрабатывать и интерпретировать результаты метаболомного исследования; - работать с базами данных по метаболомике. владеть: - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым при исследовании метаболома; - навыками подготовки биологического материала для дальнейшего метаболомного анализа; - основными приемами математического и статистического анализа метаболических профилей.	metabolomic study; - work with metabolomics databases. have skills in: - working with laboratory equipment used in the study of metabolom; - preparing biological material for further metabolomic analysis; - the main methods of mathematical and statistical analysis of metabolic profiles.
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	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Экзамен	Test, lab reports Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Клеточная инженерия», модуль «Клеточная, генная и метаболическая инженерия» /
Academic discipline «Cell Engineering», module «Cellular, Genetic and Metabolic Engineering»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Стволовые клетки, тканеспецифические стволовые клетки; проточная цитофлуориметрия и иммуноселекция; гемопоэтические стволовые клетки; мезенхимальные стволовые клетки; фетальные стволовые клетки; введение в генную инженерию, применение в биологии и медицине	Stem cells, tissue-specific stem cells; flow cytometry and immunoselection; hematopoietic stem cells; mesenchymal stem cells; fetal stem cells; introduction to genetic engineering, applications in biology and medicine
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы культивирования растительных и животных клеток, создания генно-инженерных конструкций для получения штаммов-продуцентов ферментов, антибиотиков, витаминов и других биомолекул, разработки способов диагностики и лечения заболеваний	To apply methods of culturing plant and animal cells, creating genetically engineered constructs to obtain strains producing enzymes, antibiotics, vitamins and other biomolecules, developing methods for diagnosing and treating diseases
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - классические и современные теории и представления об клеточной инженерии; - ключевые свойства, морфологические, фенотипические и функциональные характеристики эмбриональных, фетальных и тканеспецифических стволовых клеток; - основные принципы и стратегии клеточной терапии с использованием стволовых клеток; - основные методы генетической инженерии и области их применения; - способы получения клеток нового типа, гибридные технологии, конструирование генетически новых объектов путем клеточной гибридизации и введения чужеродного генетического материала; - основные направления и перспективы использования генной терапии для лечения генетических заболеваний, для получения	know: - classical and modern theories and ideas about cell engineering; - key properties, morphological, phenotypic and functional characteristics of embryonic, fetal and tissue-specific stem cells; - basic principles and strategies of stem cell therapy; - basic methods of genetic engineering and their applications; - methods for obtaining cells of a new type, hybridoma technologies, construction of genetically new objects by cell hybridization and introduction of foreign genetic material; - the main directions and prospects for the use of gene therapy for the treatment of genetic diseases, for obtaining organs for transplantation, for the construction of a person de novo be able to: - to use the knowledge of the mechanisms and basic laws of genetic engineering of the human and animal organism in scientific and pedagogical activities; -

	органов для трансплантации, для конструирования человека de novo. уметь : - использовать знание механизмов и основные закономерности генной инженерии организма человека и животных в научной и педагогической деятельности; - самостоятельно спланировать и провести простой эксперимент, включая математический анализ его результатов; - осуществлять научно-исследовательскую деятельность: сбор и подготовку научных материалов, квалифицированную постановку экспериментов, проводить исследование молекулярно-биологических и молекулярно-генетических характеристик клеток с последующим качественным и количественным анализом полученных данных; - выполнять прикладную лабораторную деятельность, включая морфологические, биохимические и иммунологические анализы исследования на клеточном, тканевом и организменном уровне с целью оценки степени и уровня их патологических изменений; владеть: - технологией проведения проточной цитофлуориметрии и иммуноселекции стволовых клеток человека; - приемами обработки и представления экспериментальных данных.	independently plan and conduct a simple experiment, including a mathematical analysis of its results; - carry out research activities: collection and preparation of scientific materials, qualified experiments, conduct research of molecular-biological and molecular-genetic characteristics of cells with subsequent qualitative and quantitative analysis of the data obtained; - perform applied laboratory activities, including morphological, biochemical and immunological analyses of studies at the cellular, tissue and organismal levels in order to assess the degree and level of their pathological changes; have skills in: - technology for flow cytometry and immunoselection of human stem cells; - Processing techniques
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Пререквизиты / Prerequisites	Клеточная биология	Cell 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	60/60	60/60
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Экзамен	Test, lab reports Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Генная инженерия», модуль «Клеточная, генная и метаболическая инженерия» /
 Academic discipline «Genetic Engineering», module «Cellular, Genetic and Metabolic Engineering»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Принципы конструирования рекомбинантных молекул ДНК; инструментарий генной инженерии; получение и скрининг библиотек ДНК; методы амплификации ДНК; направленный мутагенез молекул ДНК; использование достижений генной инженерии; химический синтез нуклеотидных последовательностей и синтетическая биология	Principles of design of recombinant DNA molecules; genetic engineering tools; obtaining and screening DNA libraries; methods of DNA amplification; directed mutagenesis of DNA molecules; the use of the achievements of genetic engineering; chemical synthesis of nucleotide sequences and synthetic biology
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы культивирования растительных и животных клеток, создания генно-инженерных конструкций для получения штаммов-продуцентов ферментов, антибиотиков, витаминов и других биомолекул, разработки способов диагностики и лечения заболеваний	To apply methods of culturing plant and animal cells, creating genetically engineered constructs to obtain strains producing enzymes, antibiotics, vitamins and other biomolecules, developing methods for diagnosing and treating diseases
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные принципы конструирования рекомбинантных молекул ДНК и молекулярного клонирования; - свойства и области применения основных ферментов и олигонуклеотидов, необходимых для генно-инженерного конструирования; - строение и подходы к использованию важнейших векторных молекул, используемых в различных живых системах; - подходы к получению и скринингу библиотек ДНК; - принципы амплификации ДНК, способы использования полимеразной цепной реакции для конструирования рекомбинантных ДНК; - теоретические основы химического синтеза нуклеотидных последовательностей <i>in vitro</i> и сборки синтетических генов и геномов; - способы направленного изменения структуры	know: - basic principles of design of recombinant DNA molecules and molecular cloning; - properties and areas of application of the main enzymes and oligonucleotides necessary for genetic engineering; - Structure and approaches to the use of the most important vector molecules used in various living systems; - approaches to obtaining and screening DNA libraries; - principles of DNA amplification, methods of using polymerase chain reaction for the construction of recombinant DNA; - theoretical foundations of chemical synthesis of nucleotide sequences <i>in vitro</i> and assembly of synthetic genes and genomes; - methods of directed change in the structure of genetic sequences; - basic methodological approaches to the targeted change of the genetic material of viruses, bacteria, fungi, plants and animals;

	генетических последовательностей; - основные методические подходы к направленному изменению генетического материала вирусов, бактерий, грибов, растений и животных; - примеры прикладного применения генно-инженерных разработок в медицине, промышленности, сельском хозяйстве. уметь: - планировать ход проведения экспериментов по конструированию рекомбинантных ДНК; - свободно ориентироваться в научных публикациях по вопросам дисциплины, структурировать и пополнять полученные знания новыми данными; - осваивать новые методики генной инженерии и синтетической биологии; - использовать полученные знания в научной и педагогической деятельности; владеть: - методами конструирования рекомбинантных молекул ДНК и анализа их структуры	examples of applied application of genetic engineering developments in medicine, industry, agriculture; be able to: - plan the course of experiments on the design of recombinant DNA; - freely navigate in scientific publications on the issues of the discipline, structure and replenish the knowledge gained with new data; - master new methods of genetic engineering and synthetic biology; - to use the knowledge gained in scientific and pedagogical activities; have skills in: - methods of constructing recombinant DNA molecules and analyzing their structure
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	54/66	54/66
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Экзамен	Test, lab reports Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Метаболическая инженерия», модуль «Клеточная, генная и метаболическая инженерия» /
Academic discipline «Metabolic Engineering», module «Cellular, Genetic and Metabolic Engineering»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Общая стратегия метаболической инженерии; выбор организма для направленной метаболической модификации; обзор клеточного метаболизма; моделирование в метаболической инженерии; методы изучения метаболизма; методы изменения метаболизма; новые методы метаболической инженерии; объекты метаболической инженерии	General Metabolic Engineering Strategy; selection of an organism for targeted metabolic modification; an overview of cellular metabolism; modeling in metabolic engineering; methods of studying metabolism; methods of changing metabolism; new methods of metabolic engineering; metabolic engineering facilities
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять методы культивирования растительных и животных клеток, создания генно-инженерных конструкций для получения штаммов-продуцентов ферментов, антибиотиков, витаминов и других биомолекул, разработки способов диагностики и лечения заболеваний	To apply methods of culturing plant and animal cells, creating genetically engineered constructs to obtain strains producing enzymes, antibiotics, vitamins and other biomolecules, developing methods for diagnosing and treating diseases
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - принципы и методы анализа метаболома микроорганизмов, растений и животных; - статистические и математические методы обработки метаболических профилей биологических объектов; - методологию исследования в метаболической инженерии; - новейшие достижения в области метаболомики, фундаментальной молекулярной биологии, генетики и биохимии; - практическую значимость метаболической инженерии и ее связь с другими постгеномными технологиями; возможности использования метаболической инженерии в различных областях народного хозяйства, биологии, медицины, фармации. уметь:	know: - principles and methods of analysis of the metabolome of microorganisms, plants and animals; - statistical and mathematical methods for processing metabolic profiles of biological objects; - Research methodology in metabolic engineering; - the latest achievements in the field of metabolomics, fundamental molecular biology, genetics and biochemistry; - the practical significance of metabolic engineering and its relationship with other post-genomic technologies; the possibility of using metabolic engineering in various fields of the national economy, biology, medicine, pharmacy be able to: - work with databases and use the information obtained to build mathematical models of metabolism; - plan the overall strategy of the experiment in metabolic

	- работать с базами данных и использовать полученную информацию для построения математических моделей метаболизма; - спланировать общую стратегию эксперимента в метаболической инженерии; использовать полученные знания в научной и производственной деятельности. владеть: - навыками работы с лабораторным оборудованием, используемым при исследовании метаболома и метаболических путей; - методами исследований метаболизма различных организмов и его направленной модификации; - основными приемами обработки и анализа экспериментальных данных	engineering; to use the knowledge gained in scientific and industrial activities. have skills in: - skills in working with laboratory equipment used in the study of metabolome and metabolic pathways; - methods of studying the metabolism of various organisms and its directed modification; - basic methods of processing and analysis of experimental data
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	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Тест, отчеты по лабораторным работам Экзамен	Test, lab reports Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

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

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

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	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	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
Формируемые компетенции / The formed competences	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	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
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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	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;

	правоохранительных органов; - основные права, законные интересы и обязанности человека и гражданина, гарантии их 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	be able to: - 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
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

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Основы педагогики и психологии», модуль «Социально-гуманитарный-2» /
Academic discipline «Fundamentals of Pedagogy and Psychology», module «Social and Humanitarian-2»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Общие основы педагогики; развитие и воспитание личности; акмеолого-педагогические основы личностного и профессионального развития; психология личности; социальное поведение личности	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
Формируемые компетенции / The formed competences	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	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
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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;	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:

	уметь: - учитывать социокультурные тенденции, 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; владеть: - педагогическими и психологическими методами и технологиями личностного и профессионального развития и самосовершенствования; - навыками системного и сравнительного анализа; - исследовательскими навыками; - навыками междисциплинарного подхода при решении проблем	- take into account socio-cultural trends, patterns and principles of education and upbringing when analyzing socio-educational situations; - to organize productive 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; have skills in: - pedagogical and psychological methods and technologies of personal and professional development and self-improvement; - skills of system and comparative analysis; - research skills; - interdisciplinary problem-solving skills
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, реферат, тесты Дифференцированный зачет	Oral questioning, essay, tests Differentiated credit
---	--	---

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Введение в специальность» /

Academic discipline «Introduction to the Specialty»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Предмет и задачи биоинженерии и биоинформатики; введение в биоинженерию; введение в биоинформатику	The subject and objectives of bioengineering and bioinformatics; introduction to bioengineering; Introduction to Bioinformatics
Формируемые компетенции / The formed competences	Обладать способностью реализовывать психологические методики управления, владеть навыками разрешения конфликтов в организациях, организовывать рабочие процессы с учетом психологического знания и технологий; 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 implement psychological management methods, have the skills of resolving conflicts in organizations, organize work processes taking into account psychological knowledge and technologies; 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)	знать: - цели, задачи и основные разделы биоинженерии и биоинформатики; - химические основы наследственной информации, принципы кодирования и считывания информации в биологических системах, пути и механизмы реализации генетической информации; - структурно-функциональные основы организации геномов прокариот и эукариот; - методические основы, тенденции развития и достижения генной и клеточной инженерии; - последние достижения и новые разработки в области биоинформатики; уметь: - применять полученные знания при дальнейшем изучении дисциплин	know: - goals, objectives and main sections of bioengineering and bioinformatics; - Chemical bases of hereditary information, principles of encoding and reading information in biological systems, ways and mechanisms of implementation of genetic information; - structural and functional foundations of the organization of the genomes of prokaryotes and eukaryotes; - methodological foundations, trends in the development and achievements of genetic and cellular engineering; - the latest achievements and new developments in the field of bioinformatics; be able to: - apply the knowledge gained in further study of the disciplines of the specialty; have skills in:

	специальности; владеть: - методологией для определения структуры, свойств и функций различных генетических элементов и (или) их продуктов; - основными понятиями информационной теории в применении к биологическим объектам; - навыками работы с биоинформационными ресурсами.	- methodology for determining the structure, properties and functions of various genetic elements and (or) their products; - the basic concepts of information theory as applied to biological objects; - skills of working with bioinformatic resources.
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	44/64	44/64
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по практическим работам, проект Зачет	Practical work reports, project Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Ботаника и микология», модуль «Ботаника и зоология» /

Academic discipline «Botany and Mycology», module «Botany and Zoology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Водоросли; грибы и грибоподобные организмы; высшие растения (Embryobiontes)	Algae; fungi and fungi-like organisms; Higher plants (Embryobiontes)
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания особенностей строения и процессов жизнедеятельности, филогении основных таксономических групп низших и высших растений, грибов и грибоподобных организмов, животных, их роли в экосистемах для решения проблем ресурсоведения, сельского хозяйства, биотехнологии, медицины	To use knowledge of the features of the structure and processes of vital activity, phylogeny of the main taxonomic groups of lower and higher plants, fungi and fungi-like organisms, animals, their role in ecosystems to solve the problems of resource science, agriculture, biotechnology, medicine
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные термины и понятия, особенности строения водорослей, грибов, грибоподобных организмов, лишайников и высших растений на макрои микроскопическом уровнях; - особенности размножения и циклы развития грибов, грибоподобных организмов, лишайников, водорослей и высших растений; - характеристику основных таксономических групп и их важнейших представителей; - опыт использования данных ботаники и микологии 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.; уметь: - ориентироваться в многообразии водорослей, грибов, грибоподобных организмов, лишайников и высших растений; - использовать знания и практические навыки в научной, производственной и природоохранной	know: - basic terms and concepts, features of the structure of algae, fungi, fungi-like organisms, lichens and higher plants at the macro and microscopic levels; - features of reproduction and development cycles of fungi, fungi-like organisms, lichens, algae and higher plants; - characteristics of the main taxonomic groups and their most important representatives; - experience in using botany and mycology data in solving problems of resource science, agriculture, developing the basics of organizing nature conservation, introduction and cultivation of rare and economically useful plant species, as well as in geology, medicine, biotechnology, etc.; be able to: - navigate in the variety of algae, fungi, fungi-like organisms, lichens and higher plants; - to use knowledge and practical skills in scientific, industrial and environmental activities, in the study of other biological disciplines; have skills in: - skills in identifying the main taxonomic groups of fungi, fungi-like organisms, lichens, algae and higher plants

	деятельности, при изучении других биологических дисциплин; владеть: - навыками идентификации основных таксономических групп грибов, грибоподобных организмов, лишайников, водорослей и высших растений	
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	72/48	72/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, тесты, реферат, письменная контрольная работа Дифференцированный зачет	Laboratory reports, tests, essay, written test Differentiated credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Общая зоология», модуль «Ботаника и зоология» /

Academic discipline «General Zoology», module «Botany and Zoology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Клеточное строение как общий признак животных организмов; истинные многоклеточные животные; вторичноротые животные (Deuterostomia)	Cell structure as a common feature of animal organisms; true multicellular animals; Deuterostomes (Deuterostomia)
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания особенностей строения и процессов жизнедеятельности, филогении основных таксономических групп низших и высших растений, грибов и грибоподобных организмов, животных, их роли в экосистемах для решения проблем ресурсоведения, сельского хозяйства, биотехнологии, медицины	To use knowledge of the features of the structure and processes of vital activity, phylogeny of the main taxonomic groups of lower and higher plants, fungi and fungi-like organisms, animals, their role in ecosystems to solve the problems of resource science, agriculture, biotechnology, medicine
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	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. уметь: - проводить микроскопические исследования,	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: - conduct microscopic examinations, dissect the main groups of animals, collect and compile scientific collections of animals; - to critically comprehend the

	препарировать основные группы животных, коллектировать и составлять научные коллекции животных; - критически осмыслить достижения современной зоологической науки; - использовать разнообразные приемы и методы для идентификации животных, изучения особенностей их организации, жизнедеятельности и развития; - организовывать и проводить научно-исследовательскую работу, а также экскурсии в природе, работать с литературой, обрабатывать и оформлять результаты НИР; владеть: - основными методами изучения морфологии и анатомии зоологических объектов, навыками использования специального оборудования для их изучения; - навыками выполнения биологического рисунка; - основными методами сбора, коллекционирования и идентификации животных; - навыками ведения научно-исследовательской работы	achievements of modern zoological science; - use a variety of techniques and methods to identify animals, study the features of their organization, life and development; - organize and conduct research work, as well as excursions in nature, work with literature, process and document the results of research; have skills in: - basic methods of studying the morphology and anatomy of zoological objects, the skills of using special equipment for their study; - skills in making a biological drawing; - the main methods of collecting, collecting and identifying animals; - research skills
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	72/48	72/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, тесты, реферат, письменная контрольная работа Дифференцированный зачет	Laboratory reports, tests, essay, written test Differentiated credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Химия», модуль «Химия и физика» /
Academic discipline «Chemistry», module «Chemistry and Physics»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Атомно-молекулярное учение; периодический закон и периодическая система элементов; основы химической кинетики и термодинамики; растворы; окислительно-восстановительные процессы; комплексные соединения; химия элементов; Состав, строение, свойства основных классов неорганических соединений	Atomic-molecular theory; periodic law and periodic system of elements; fundamentals of chemical kinetics and thermodynamics; solutions; redox processes; complex compounds; chemistry of elements; composition, structure, properties of the main classes of inorganic compounds
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять основные понятия, законы и теории общей и неорганической химии при характеристике состава, строения и свойств веществ, химических реакций, методы теоретического и экспериментального исследования физических процессов в практической деятельности в сфере биоинженерии и биоинформатики	To apply the basic concepts, laws and theories of general and inorganic chemistry in the characterization of the composition, structure and properties of substances, chemical reactions, methods of theoretical and experimental study of physical processes in practical activities in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные понятия, законы и теории химии; строение атома, природу химической связи и межмолекулярного взаимодействия; химия и свойства простых веществ и соединений неметаллов, металлов, переходных элементов; основные достижения в области химии и перспективы их использования в практике и решении различных проблем; в живой и неживой природе, биологии и медицине; уметь: - применять изученные законы и понятия при характеристике составов, строения и свойств веществ, химических реакций, способов получения веществ и их практического использования; устанавливать связь между строением и свойствами веществ;	know: - basic concepts, laws and theories of chemistry; the structure of the atom, the nature of chemical bonding and intermolecular interaction; chemistry and properties of simple substances and compounds of nonmetals, metals, transition elements; the main achievements in the field of chemistry and the prospects for their use in practice and solving various problems; in animate and inanimate nature, biology and medicine; be able to: - 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; to establish a connection between the structure and properties of substances; have skills in:

	владеть: - основными приемами работы с химической посудой, лабораторным оборудованием, веществами и их растворами; методами планирования и проведения химического эксперимента, приемами описания лабораторной работы и составления отчета об ее выполнении	- basic methods of working with chemical utensils, laboratory equipment, substances and their solutions; methods of planning and conducting a chemical experiment, methods of describing laboratory work and drawing up a report on its implementation
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	Отчеты по лабораторным работам, тесты, письменная контрольная работа Экзамен	Laboratory reports, tests, written test Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Физика», модуль «Химия и физика» /

Academic discipline «Physics», module «Chemistry and Physics»

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 основные понятия, законы и теории общей и неорганической химии при характеристике состава, строения и свойств веществ, химических реакций, методы теоретического и экспериментального исследования физических процессов в практической деятельности в сфере биоинженерии и биоинформатики	To apply the basic concepts, laws and theories of general and inorganic chemistry in the characterization of the composition, structure and properties of substances, chemical reactions, methods of theoretical and experimental study of physical processes in practical activities in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные понятия и законы механики, молекулярной физики и термодинамики, электричества и магнетизма, волновой и геометрической оптики, атомной и ядерной физики; - порядок проведения физического эксперимента и обработки полученных данных, единицы измерения физических величин; уметь: - выполнять экспериментальные физические исследования; - анализировать результаты эксперимента; - использовать физические методы для решения задач биологии; - моделировать физические процессы. владеть: - практическими навыками физического экспериментального исследования биологических закономерностей при изучении специальных дисциплин	know: - basic concepts and laws of mechanics, molecular physics and thermodynamics, electricity and magnetism, wave and geometric optics, atomic and nuclear physics; - the procedure for conducting a physical experiment and processing the data obtained, units of measurement of physical quantities; be able to: - perform experimental physical research; - analyze the results of the experiment; - to use physical methods to solve problems of biology; - to simulate physical processes. have skills in: - practical skills of physical experimental research of biological laws in the study of special disciplines
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	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

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Физиология растений», модуль «Физиология и биохимия» /

Academic discipline «Plant physiology», module «Physiology and Biochemistry»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Структурно-функциональная организация растительной клетки, фотосинтез, дыхание растений, водный режим растений, минеральное питание растений, рост и развитие растений, физиология стресса у растений, вторичный метаболизм растений, основы биотехнологии и системной биологии растений	Structural and functional organization of plant cell, photosynthesis, plant respiration, water regime of plants, mineral nutrition of plants, plant growth and development, physiology of stress in plants, secondary metabolism of plants, fundamentals of biotechnology and systems biology of plants
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять знания структуры, физико-химических свойств, путей метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, физиолого-биохимических процессов растений и животных, механизмов их регуляции для оценки физиологических показателей растительных и животных организмов, организма человека	To apply knowledge of the structure, physicochemical properties, pathways of metabolism of chemical components that are part of living organisms, physiological and biochemical processes of plants and animals, mechanisms of their regulation to assess the physiological indicators of plant and animal organisms, the human body
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - суть основных понятий и процессов, происходящих в растительных организмах; - принципы функционирования растительного организма как целостной системы; - закономерности функционирования метаболических систем и механизмы их регуляции в растительном организме; - физико-химические подходы и методы изучения растительного организма на разных уровнях организации; - достижения в области физиологии растений и перспективы их использования в хозяйственной деятельности; уметь: - применять полученные теоретические знания для объяснения особенностей протекания физиологических процессов при варьировании	о know: - the essence of the basic concepts and processes occurring in plant organisms; - principles of functioning of a plant organism as an integral system; - regularities of the functioning of metabolic systems and mechanisms of their regulation in a plant organism; - physicochemical approaches and methods of studying the plant organism at different levels of organization; - achievements in the field of plant physiology and prospects for their use in economic activity; be able to: - to apply the acquired theoretical knowledge to explain the features of the course of physiological processes when varying environmental factors; - to use the acquired knowledge to solve urgent practical problems in the field of crop production, breeding, biotechnology, pharmaceuticals, protection and monitoring of the plant

	факторов среды; - использовать приобретенные знания для решения актуальных практических задач в области растениеводства, селекции, биотехнологии, фармацевтики, защиты и мониторинга растительного мира; - проводить поиск и систематизировать научную информацию по отдельным направлениям физиологии растений; владеть: - методами оценки показателей физиологических процессов на разных уровнях организации; - навыками анализа физиологических показателей растений; - приемами обработки и представления экспериментальных данных	world; - search and systematize scientific information in certain areas of plant physiology; have skills in: - methods for assessing the indicators of physiological processes at different levels of the organization; - skills in analyzing the physiological indicators of plants; - methods of processing and presenting experimental data
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Препреквизиты / Prerequisites	Ботаника и микология	Botany and mycology
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	Отчеты по лабораторным работам, письменная контрольная работа Экзамен	Laboratory reports, written test Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Физиология человека и животных», модуль «Физиология и биохимия» /
Academic discipline «Human and Animal Physiology», module «Physiology and Biochemistry»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основы клеточной физиологии; нервная и гуморальная регуляция физиологических функций; физиология внутренних систем; физиология сенсорных систем; физиология высшей нервной деятельности	Fundamentals of Cell Physiology; nervous and humoral regulation of physiological functions; physiology of internal systems; physiology of sensory systems; Physiology of Higher Nervous Activity
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять знания структуры, физико-химических свойств, путей метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, физиолого-биохимических процессов растений и животных, механизмов их регуляции для оценки физиологических показателей растительных и животных организмов, организма человека	To apply knowledge of the structure, physicochemical properties, pathways of metabolism of chemical components that are part of living organisms, physiological and biochemical processes of plants and animals, mechanisms of their regulation to assess the physiological indicators of plant and animal organisms, the human body
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - классические и современные теории и представления о процессах регуляции двигательных, вегетативных и когнитивных функций организма; - строение и функции клеточной мембраны, роль ионных каналов, переносчиков и рецепторов в механизмах генерации электрической активности и межклеточной коммуникации; - строение и функции основных анатомических и физиологических систем организма, обеспечивающих его жизнедеятельность и поведение; - структуру, функции и клеточную организацию различных отделов нервной системы, включая нейрохимические механизмы интегративно-координационной деятельности мозга; уметь: - использовать знание механизмов и основные	know: - classical and modern theories and ideas about the processes of regulation of motor, vegetative and cognitive functions of the body; - the structure and functions of the cell membrane, the role of ion channels, carriers and receptors in the mechanisms of generating electrical activity and intercellular communication; - the structure and functions of the main anatomical and physiological systems of the body that ensure its vital activity and behavior; - structure, functions and cellular organization of various parts of the nervous system, including neurochemical mechanisms of integrative-coordination activity of the brain; be able to: - to use the knowledge of the mechanisms and basic laws of the functioning of the human and animal organism in scientific and pedagogical activities; - independently plan and conduct a simple physiological

	закономерности функционирования организма человека и животных в научной и педагогической деятельности; - самостоятельно спланировать и провести простой физиологический эксперимент, включая математический анализ его результатов; - использовать классические физиологические методики. владеть: - основными приёмами оценки функционального состояния организма человека и животных; -методами регистрации и анализа показателей физиологических процессов на клеточном, органном и организменном уровнях организации; - приемами обработки и представления экспериментальных данных	experiment, including a mathematical analysis of its results; - use classical physiological techniques; have skills in: - the basic methods of assessing the functional state of the human and animal body; - methods of registration and analysis of indicators of physiological processes at the cellular, organ and organismal levels of organization; - methods of processing and presenting experimental data
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Препреквизиты / Prerequisites	Общая зоология	General Zoology
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	Отчеты по лабораторным работам, письменная контрольная работа Экзамен	Laboratory reports, written test Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Биохимия и структурная биология», модуль «Физиология и биохимия» /
Academic discipline «Biochemistry and Structural Biology», module «Physiology and Biochemistry»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Разнообразие, структура, физико-химические свойства и биологическая роль низкомолекулярных соединений, входящих в состав живых организмов; структурно-функциональная характеристика макромолекул и биополимеров; ферментативный катализ; обмен веществ. биоэнергетические процессы; энергетика биохимических процессов. терминальное окисление; регуляция и интеграция метаболизма. гуморальная регуляция	Diversity, structure, physicochemical properties and biological role of low-molecular compounds that are part of living organisms; structural and functional characteristics of macromolecules and biopolymers; enzymatic catalysis; metabolism. bioenergetic processes; Energy of biochemical processes. terminal oxidation; regulation and integration of metabolism. humoral regulation
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять знания структуры, физико-химических свойств, путей метаболизма химических компонентов, входящих в состав живых организмов, физиолого-биохимических процессов растений и животных, механизмов их регуляции для оценки физиологических показателей растительных и животных организмов, организма человека	To apply knowledge of the structure, physicochemical properties, pathways of metabolism of chemical components that are part of living organisms, physiological and biochemical processes of plants and animals, mechanisms of their regulation to assess the physiological indicators of plant and animal organisms, the human body
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: химические основы жизнедеятельности, включая химическое строение и свойства природных соединений, структурно-функциональную организацию биополимеров, макромолекул и их комплексов, основные пути и механизмы регуляции метаболизма, биохимические механизмы реализации генетической информации; теоретическую и практическую значимость биохимии и структурной биологии, взаимосвязь с другими естественными науками; новейшие достижения в области биохимии и структурной биологии и	know: chemical bases of vital activity, including the chemical structure and properties of natural compounds, the structural and functional organization of biopolymers, macromolecules and their complexes, the main ways and mechanisms of metabolism regulation, biochemical mechanisms of the implementation of genetic information; the theoretical and practical significance of biochemistry and structural biology, the relationship with other natural sciences; the latest achievements in the field of biochemistry and structural biology and the prospects for their use in various fields of the national economy, medicine, pharmacy

	перспективы их использования в различных областях народного хозяйства, медицины, фармации уметь: использовать знания биохимии и структурной биологии для объяснения важнейших процессов, происходящих в органах и тканях человека, животных, растений, прокариот как в норме, так и при возникновении патологии; использовать биохимические и структурно-биологические методы исследования в экспериментальной биологии; владеть: основными приемами изучения структуры и функций химического веществ, входящих в состав живых организмов и структурно-функциональных особенностей биологически активных веществ; методами количественного и качественного определения природных соединений	be able to: to use the knowledge of biochemistry and structural biology to explain the most important processes occurring in the organs and tissues of humans, animals, plants, prokaryotes both in normal and in the occurrence of pathology; to use biochemical and structural-biological methods of research in experimental biology; have skills in: the main methods of studying the structure and functions of chemical substances that are part of living organisms and the structural and functional features of biologically active substances; methods of quantitative and qualitative determination of natural compounds
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	2	2
Препреквизиты / Prerequisites	Химия	Chemistry
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	96/120	96/120
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

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Компьютерная алгебра», модуль «Анализ данных» /

Academic discipline «Computer Algebra», module «Data analysis»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основы работы в среде Mathematica; выражение как основная структура данных; функциональная парадигма; правила преобразований; принципы локализации переменных; управление вычислительным процессом; алгоритмы биоинформатики	Basics of working in the Mathematica environment; expression as the main data structure; functional paradigm; Transformation rules principles of localization of variables; control of the computing process; Bioinformatics algorithms
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять системы компьютерной алгебры, методы описательной статистики для решения задач профессиональной деятельности в области биоинженерии и биоинформатики	To apply computer algebra systems, methods of descriptive statistics to solve problems of professional activity in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - идеологию системы и принципы работы в ней; инструментальные средства, элементы управления, интерфейс; структуры данных; особенности построения функций пользователя; возможности визуализации исследований и оформления результатов исследований в виде публикаций; - парадигмы программирования, поддерживаемые в системе, особенности языка программирования; уметь: - создавать и исследовать математические, компьютерные, имитационные модели различных уровней абстракции; - применять современный математический аппарат в эффективной интеграции с инструментальными компьютерными математическими средствами; - разрабатывать и анализировать программные решения по тематике выполняемых исследований; - квалифицированно применять язык программирования современной системы компьютерной математики; - проводить анализ	know: - the ideology of the system and the principles of working in it; tools, controls, interface; data structures; features of building user functions; the ability to visualize research and document research results in the form of publications; - programming paradigms supported in the system, features of the programming language; be able to: - create and study mathematical, computer, simulation models of various levels of abstraction; - to apply modern mathematical apparatus in effective integration with instrumental computer mathematical tools; - to develop and analyze software solutions on the subject of research; - competently apply the programming language of a modern computer mathematics system; - analyze research results, build information models; - prepare materials for publication, including in electronic publications, on the subject and results of research; have skills in: - methods and techniques for building models of objects, data, processes, systems; - methods of research and

	результатов исследований, строить информационные модели; - готовить материалы к публикации, в том числе в электронных изданиях, по тематике и результатам проводимых исследований. владеть: - методами и приемами построения моделей объектов, данных, процессов, систем; - методами исследований и решения проблем математического содержания с использованием математических компьютерных приложений.	solving problems of mathematical content using mathematical computer applications
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	3	3
Препреквизиты / Prerequisites	Линейная алгебра, Математический анализ	Linear Algebra, Mathematical Analysis
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	Письменная контрольная работа Экзамен	Written test Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Описательная статистика», модуль «Анализ данных» /

Academic discipline «Descriptive statistics», module «Data analysis»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Законы распределения; числовые характеристики одномерных признаков; характеристики рассеяния и формы распределения; интервальное оценивание; анализ взаимосвязи и зависимости признаков; основы регрессионного анализа; проверка статистических гипотез; статистические критерии согласия	Laws of distribution; numerical characteristics of one-dimensional features; scattering characteristics and distribution patterns; interval assessment; analysis of the interconnection and dependence of features; basics of regression analysis; testing statistical hypotheses; statistical criteria for consent
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять системы компьютерной алгебры, методы описательной статистики для решения задач профессиональной деятельности в области биоинженерии и биоинформатики	To apply computer algebra systems, methods of descriptive statistics to solve problems of professional activity in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основы математической и описательной статистики; - методы и алгоритмы для анализа, обработки и систематизирования данных; уметь: - подбирать необходимую статистические модель или алгоритм для решения конкретной задачи; - исследовать эффективность применения статистического метода для решения поставленной задачи; владеть: - основными методами предобработки и предварительного анализа данных; - основными методами визуализации данных; - основными статистическими методами принятия решений; - навыками компьютерной реализации основных методов на языке R	know: - fundamentals of mathematical and descriptive statistics; - methods and algorithms for data analysis, processing and systematization; be able to: - select the necessary statistical model or algorithm for solving a specific problem; - to study the effectiveness of using the statistical method to solve the problem; have skills in: - the main methods of pre-processing and preliminary analysis of data; - basic methods of data visualization; - basic statistical methods of decision-making; - skills in computer implementation of basic methods in the R language
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Линейная алгебра, Математический анализ	Linear Algebra, Mathematical Analysis

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	Письменная контрольная работа Зачет	Written test Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Микробиология», модуль «Микробиология и вирусология» /

Academic discipline «Microbiology», module «Microbiology and Virology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Морфология и структурная организация клеток прокариот; культивирование и рост микроорганизмов; действие факторов внешней среды на жизнедеятельность микроорганизмов; метаболизм микроорганизмов; генетика прокариот; взаимоотношения микроорганизмов с микро- и макроорганизмами; систематика и группы прокариот	Morphology and structural organization of prokaryotic cells; cultivation and growth of microorganisms; the effect of environmental factors on the vital activity of microorganisms; metabolism of microorganisms; genetics of prokaryotes; relationships of microorganisms with micro- and macroorganisms; Systematics and groups of prokaryotes
Формируемые компетенции / The formed competences	Характеризовать основные группы микроорганизмов и вирусов, особенности их жизнедеятельности и взаимодействия с другими организмами с целью биотехнологического использования	To characterize the main groups of microorganisms and viruses, the features of their vital activity and interaction with other organisms for the purpose of biotechnological use
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - структурную организацию и закономерности функционирования клеток прокариот; - характеристику основных групп прокариот, их представителей; - роль микроорганизмов в круговороте веществ, почвообразовательных процессах и плодородии почв, в переработке отходов производств и детоксикации веществ; - практическое использование микроорганизмов; уметь: - использовать теоретические знания по микробиологии в качестве научной основы микробиологической промышленности и биотехнологии; - использовать основные методы работы с микроорганизмами в практической деятельности; владеть: - методическими приемами работы с микроорганизмами; - методами изучения	know: - structural organization and regularities of functioning of prokaryotic cells; - characteristics of the main groups of prokaryotes, their representatives; - the role of microorganisms in the circulation of substances, soil formation processes and soil fertility, in the processing of industrial waste and detoxification of substances; - practical use of microorganisms; be able to: - to use theoretical knowledge of microbiology as a scientific basis for the microbiological industry and biotechnology; - to use the basic methods of working with microorganisms in practical activities; have skills in: - methodical methods of working with microorganisms; - methods for studying the morphological and basic physiological and biochemical properties of microorganisms; - methods of quantitative accounting of

	морфологических и основных физиолого-биохимических свойств микроорганизмов; - методами количественного учета микроорганизмов; - основными принципами видовой идентификации микроорганизмов.	microorganisms; - the basic principles of species identification of microorganisms.
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	72/36	72/36
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, тесты Экзамен	Laboratory reports, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Вирусология», модуль «Микробиология и вирусология» /

Academic discipline «Virology», module «Microbiology and Virology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Общая вирусология; взаимодействие вирусов с клеткой-хозяином; бактериофаги; вирусные инфекции; характеристика отдельных семейств вирусов, патогенных для человека и животных	General virology; interaction of viruses with the host cell; Bacteriophages; viral infections; Characteristics of Individual Families of Viruses Pathogenic to Humans and Animals
Формируемые компетенции / The formed competences	Характеризовать основные группы микроорганизмов и вирусов, особенности их жизнедеятельности и взаимодействия с другими организмами с целью биотехнологического использования	To characterize the main groups of microorganisms and viruses, the features of their vital activity and interaction with other organisms for the purpose of biotechnological use
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - 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. уметь: - 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; - выделять ДНК из частиц бактериофага; - получать ПЦР-продукты при амплификации фаговой ДНК; - проводить рестрикцию фаговой	know: - the main families of animal and plant viruses, individual representatives of temperate and virulent bacteriophages; - basic replication schemes of plant, animal and bacterial viruses depending on the type of genomic nucleic acid; - individual representatives of animal and plant viruses that cause the most significant infections and methods of their prevention and treatment; - examples of the use of viruses as vectors in genetic engineering, biotechnology and gene therapy be able to: - determine the bacteriophage titer, purify the bacteriophage, obtain phagolysates with a high titer, phagotype bacteria and determine the spectrum of lytic action of bacteriophages; - Carry out lysogenization of bacteria and identify lysogenic strains; - extract DNA from bacteriophage particles; - obtain PCR products by amplification of phage DNA; - to restrict phage DNA; - carry out electrophoretic separation of DNA molecules; have skills in: - virological terms and be fluent in the literature on virology; - experimental methods for determining and

	ДНК; - проводить электрофоретическое разделение молекул ДНК; владеть: - вирусологическими терминами и свободно ориентироваться в литературе по вирусологии; - экспериментальными методами определения и работы с вирусами и вирусными векторами; - методами анализа вирусных компонентов и выявления вирусов	working with viruses and viral vectors; - methods of analysis of viral components and detection of viruses
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	56/52	56/52
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, тесты Экзамен	Laboratory reports, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Биотехнология прокариот и грибов», модуль «Биотехнология» /

Academic discipline «Biotechnology of prokaryotes and fungi», module «Biotechnology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основные объекты, используемые в биотехнологии; характеристика синтезируемых ими практически значимых метаболитов; методы генетической инженерии для получения промышленных штаммов; организация биотехнологического производства; основные стадии получения целевых продуктов на биотехнологическом производстве	The main objects used in biotechnology; characteristics of the practically significant metabolites synthesized by them; methods of genetic engineering to obtain industrial strains; organization of biotechnological production; The main stages of obtaining target products in biotechnological production
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять подбор биологических объектов для биотехнологических производств, применять методические подходы по улучшению производственных и экономических характеристик продуцентов методами <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>	To select biological objects for biotechnological production, to apply methodological approaches to improve the production and economic characteristics of producers using <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> methods
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - особенности организации клеток прокариот и грибов, определяющие их биотехнологическое использование; - основные практически значимые метаболиты клеток микроорганизмов; - принципы селекции продуцентов биологически активных соединений; - технологии получения первичных и вторичных метаболитов; - способы выращивания прокариот и грибов, характеристики роста микробных культур; - основные принципы и методы генетической инженерии и технологии создания рекомбинантных ДНК; - методы получения трансгенных организмов; - особенности экспрессии чужеродных генов в клетках прокариот и грибов, использование вирусов для синтеза гетерологичных белков; - принципы функционирования современного оборудования,	know: - features of the organization of prokaryotic and fungal cells that determine their biotechnological use; - the main practically significant metabolites of microorganism cells; - principles of selection of producers of biologically active compounds; - technologies for obtaining primary and secondary metabolites; - methods of growing prokaryotes and fungi, growth characteristics of microbial cultures; - basic principles and methods of genetic engineering and technologies for creating recombinant DNA; - methods for obtaining transgenic organisms; - features of expression of foreign genes in prokaryotic and fungal cells, the use of viruses for the synthesis of heterologous proteins; - principles of functioning of modern equipment used on an industrial scale; - achievements of biotechnology, features of the development of biotechnological industries in the Republic of Belarus;

	применяемого в промышленных масштабах; - достижения биотехнологии, особенности развития биотехнологических производств в Республике Беларусь; уметь: - пользоваться микробиологическими методами исследования и использовать их при работе на биотехнологическом производстве; - использовать классические и современные методы генетического конструирования продуцентов биологически активных веществ; - конструировать, деконтаминировать и использовать различные типы питательных сред для культивирования биологических объектов и получения целевых продуктов; владеть: - информацией об основных группах микроорганизмов и вирусов, особенностях их жизнедеятельности, взаимодействия с другими организмами; - принципами подбора биологических объектов для биотехнологических производств, а также методическими подходами по улучшению их производственных характеристик методами <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>; - основными сведениями об организации биотехнологического производства.	be able to: - use microbiological research methods and use them when working in biotechnological production; - to use classical and modern methods of genetic design of producers of biologically active substances; - design, decontaminate and use various types of culture media for the cultivation of biological objects and obtaining target products; have skills in: - information about the main groups of microorganisms and viruses, features of their vital functions, interaction with other organisms; - principles of selection of biological objects for biotechnological production, as well as methodological approaches to improve their production characteristics by <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> methods; - basic information on the organization of biotechnological production.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Микробиология	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	46/62	46/62

Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, реферат, тесты Зачет	Laboratory reports, essay, tests Credit
---	--	--

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Биотехнология эукариот», модуль «Биотехнология» /

Academic discipline «Biotechnology of eukaryotes», module «Biotechnology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Клеточные технологии в селекции растений; ДНК-маркеры и их использование в селекции; генетическая инженерия растений и животных; биотехнологии микроклонального размножения и оздоровления растений; биотехнологии получения вторичных метаболитов растений; биотехнологические подходы в сохранении генофонда растений; биотехнологические приемы воспроизводства сельскохозяйственных животных; биотехнологии кормовых и ветеринарных препаратов	Cell technologies in plant breeding; DNA markers and their use in breeding; genetic engineering of plants and animals; biotechnologies of microclonal propagation and plant rehabilitation; biotechnology for obtaining secondary plant metabolites; biotechnological approaches to the preservation of the plant gene pool; biotechnological methods of reproduction of farm animals; biotechnology of feed and veterinary drugs
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять подбор биологических объектов для биотехнологических производств, применять методические подходы по улучшению производственных и экономических характеристик продуцентов методами <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>	To select biological objects for biotechnological production, to apply methodological approaches to improve the production and economic characteristics of producers using <i>in vivo</i> and <i>in vitro</i> methods
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - клеточные технологии, используемые для ускорения селекционного процесса сельскохозяйственных растений и животных; - основные типы молекулярных маркеров, используемых для идентификации генотипов, паспортизации сортов сельскохозяйственных растений и пород животных; - методы и направления создания трансгенных растений и животных; - способы микроклонального размножения растений и биотехнологические приемы воспроизводства сельскохозяйственных животных; - преимущества и недостатки объектов биотехнологии растительного и животного происхождения для получения	know: - Cell technologies used to accelerate the breeding process of agricultural plants and animals; - the main types of molecular markers used for the identification of genotypes, certification of varieties of agricultural plants and animal breeds; - Methods and directions for the creation of transgenic plants and animals; - methods of microclonal reproduction of plants and biotechnological methods of reproduction of farm animals; - advantages and disadvantages of biotechnology objects of plant and animal origin for the production of recombinant therapeutic proteins in comparison with microbial producers; - technology for cryopreservation of objects of plant and animal origin; - examples of the use of plant objects for the production of biofuels, phytoremediation;

	рекомбинантных терапевтических белков по сравнению с микробными продуцентами; - технологию криоконсервации объектов растительного и животного происхождения; - примеры использования растительных объектов для получения биотоплива, фиторемедиации; уметь: - осуществлять подбор методов клеточной и генной инженерии для повышения эффективности растениеводства, животноводства; - разрабатывать рекомендации по оптимизации технологий микроклонального размножения и сохранения генофонда растений, получения безвирусного посадочного материала, повышению продукции вторичных метаболитов культурами клеток, тканей и органов растений; владеть: - навыками обеспечения условий асептики при работе в биотехнологических лабораториях; - методами получения и поддержания культур растительных и животных клеток	be able to: - select methods of cell and genetic engineering to improve the efficiency of crop production, animal husbandry; - to develop recommendations for optimizing technologies for microclonal reproduction and preservation of the plant gene pool, obtaining virus-free planting material, increasing the production of secondary metabolites by cultures of plant cells, tissues and organs; have skills in: - skills in ensuring asepsis conditions when working in biotechnological laboratories; - methods of obtaining and maintaining cultures of plant and animal cells
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	4	4
Препреквизиты / Prerequisites	Клеточная биология	Cell 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	48/60	48/60
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, реферат, Зачет	Laboratory reports, essay, Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Введение в базы данных», модуль «Большие данные и базы данных» /
Academic discipline «Introduction to Databases», module «Big Data and Databases»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Моделированные данных; модели данных; проектирование баз данных; язык описания запросов SQL; архитектура баз данных; системы управления баз данных MICROSOFT SQL SERVER и ACCESS	Modeled data; Data models database design; SQL query description language; database architecture; MICROSOFT SQL SERVER and ACCESS database management systems
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать методы интеллектуального анализа биологических данных, навыки работы в Unix-системах, методы обработки больших данных и технологии их организации в виде баз данных для решения практических задач в области биоинженерии и биоинформатики	Use methods of intellectual analysis of biological data, skills in working in Unix systems, methods of processing big data and technologies for their organization in the form of databases to solve practical problems in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: основы технологии баз данных и принципы построения систем управления базами данных; принципы моделирования данных и основные модели данных; язык построения запросов SQL; основные приемы проектирования и разработки реляционных баз данных средствами современных систем управления базами данных. уметь: выполнять инфологическое моделирование предметной области; разрабатывать базы данных с использованием средств современных систем управления базами данных; творчески и эффективно использовать полученные знания в своей профессиональной деятельности. владеть: навыками проектирования реляционных бах данных, навыками разработки и программной реализации баз данных с использованием систем управления базами данных SQL Server и	know: the basics of database technology and the principles of building database management systems; principles of data modeling and basic data models; SQL query language; basic methods of designing and developing relational databases by means of modern database management systems. be able to: perform infological modeling of the subject area; develop databases using modern database management systems; creatively and effectively use the knowledge gained in their professional activities. have skills in: Skills in designing relational BACH data, skills in the development and software implementation of databases using SQL Server and MS Access database management systems

	MS Access	
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	Отчеты по лабораторным работам, реферат, тесты Зачет	Laboratory reports, essay, tests Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Статистический анализ данных биологических исследований», модуль «Большие данные и базы данных» /
Academic discipline «Statistical Analysis of Biological Research Data», module «Big Data and Databases»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Описательная статистика, вероятность в статистике; статистические параметры и их оценка, техники проверки гипотез; применение непараметрических методов анализа данных, поиск взаимосвязей; проверка гипотез и их оценка; статистика в иных биологических науках, анализ эпидемиологических исследований	Descriptive statistics, probability in statistics; statistical parameters and their evaluation, techniques for testing hypotheses; the use of non-parametric methods of data analysis, the search for relationships; testing hypotheses and their evaluation; statistics in other biological sciences, analysis of epidemiological studies
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать методы интеллектуального анализа биологических данных, навыки работы в Unix-системах, методы обработки больших данных и технологии их организации в виде баз данных для решения практических задач в области биоинженерии и биоинформатики	Use methods of intellectual analysis of biological data, skills in working in Unix systems, methods of processing big data and technologies for their organization in the form of databases to solve practical problems in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные термины в статистике; - важнейшие статистические тесты для анализа биологических данных; - условия применения параметрических и непараметрических методов анализа; - основные методы проектирования и анализа эпидемиологических исследований; - особенности применения статистического анализа в биологических исследованиях. уметь: - формулировать нулевую и альтернативные гипотезы; - строить графики на основе экспериментальных данных; - вычислять важнейшие показатели описательной статистики; - сравнивать две и более выборки; - выполнять регрессионный и корреляционный анализы; - оценивать мощность и размер выборки для данных по Person-Time Data; -	know: - basic terms in statistics; - Critical statistical tests for the analysis of biological data - conditions for the use of parametric and non-parametric methods of analysis; - basic methods for designing and analyzing epidemiological studies; - Features of the use of statistical analysis in biological research. be able to: - formulate zero and alternative hypotheses; - build graphs based on experimental data; - Calculate the most important indicators of descriptive statistics; - compare two or more samples; - perform regression and correlation analyses; - Estimate sample power and sample size for Person-Time Data - Analyze statistical analysis data and interpret it. have skills in: - methods of comparison of the studied populations; - methods for estimating sample parameters; - methods for

	анализировать данные статистического анализа и его интерпретировать. владеть: - методами сравнения исследуемых совокупностей; - методами оценки параметров выборки; - методами проектирования и анализа эпидемиологических исследований; - методами обнаружения взаимосвязей между биологическими признаками и ограничениями по их применению	designing and analyzing epidemiological studies; - methods for detecting the relationship between biological characteristics and restrictions on their use
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
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	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, реферат, тесты Зачет	Laboratory reports, essay, tests Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Биологические и медицинские базы данных», модуль «Большие данные и базы данных» /
Academic discipline «Biological and medical databases», module «Big Data and Databases»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Базы данных нуклеиновых кислот; базы данных белков, метаболитов и метаболических путей; специализированные базы данных	Nucleic acid databases; databases of proteins, metabolites, and metabolic pathways; specialized databases
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать методы интеллектуального анализа биологических данных, навыки работы в Unix-системах, методы обработки больших данных и технологии их организации в виде баз данных для решения практических задач в области биоинженерии и биоинформатики	Use methods of intellectual analysis of biological data, skills in working in Unix systems, methods of processing big data and technologies for their organization in the form of databases to solve practical problems in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: классификацию биологических баз данных; названия и особенности организации важнейших баз биологических и медицинских данных; важнейшие типы форматов хранения биологических данных. уметь: получать и обрабатывать первичные и вторичные биологические данные из различных баз данных; использовать геномные браузеры. владеть: навыками интерпретации и систематизации данных, полученных из различных баз; владеть: навыками автоматизации получения и обработки биологических и медицинских данных.	know: classification of biological databases; names and features of the organization of the most important biological and medical databases; the most important types of formats for storing biological data. be able to: receive and process primary and secondary biological data from various databases; use genomic browsers. possess: skills of interpretation and systematization of data obtained from various databases; have skills in: skills in automating the receipt and processing of biological and medical data.
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	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, реферат, тесты Зачет	Laboratory reports, essay, tests Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Аннотация геномов», модуль «Большие данные и базы данных» /

Academic discipline «Genome annotation», module «Big Data and Databases»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Выравнивание биологических последовательностей; структурная и функциональная аннотация эукариотических геномов; сравнительный анализ геномов	Alignment of biological sequences; structural and functional annotation of eukaryotic genomes; comparative analysis of genomes
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать методы интеллектуального анализа биологических данных, навыки работы в Unix-системах, методы обработки больших данных и технологии их организации в виде баз данных для решения практических задач в области биоинженерии и биоинформатики	Use methods of intellectual analysis of biological data, skills in working in Unix systems, methods of processing big data and technologies for their organization in the form of databases to solve practical problems in the field of bioengineering and bioinformatics
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные понятия биоинформатики, особенности алгоритмов, используемых при решении задачи биоинформатики, теоретические предпосылки информационного подхода к анализу биологических данных; теоретические основы обработки данных полногеномного секвенирования; - основные программные средства работы с биоинформатическими данными, используемые в настоящее время исследователями в их профессиональной деятельности. уметь: - применять информационные подходы к анализу геномов высокой сложности; - рационально использовать в профессиональной деятельности технологии работы с данными полногеномного секвенирования; - корректно представлять результаты научных исследований; - использовать основные технологии визуализации результатов обработки данных.	know: - basic concepts of bioinformatics, features of algorithms used in solving the problem of bioinformatics, theoretical prerequisites of the information approach to the analysis of biological data; theoretical foundations of whole-genome sequencing data processing; - the main software tools for working with bioinformatics data currently used by researchers in their professional activities. be able to: - apply information approaches to the analysis of highly complex genomes; - rationally use technologies for working with whole-genome sequencing data in professional activities; - correctly present the results of scientific research; - use basic technologies for visualizing the results of data processing. have skills in: - scientific terminology of this branch of science; sustainable skills in the rational use of information technologies in the analysis of genomic data; - basic skills and abilities to use information technologies to

	владеть: - научной терминологией данного раздела науки; устойчивыми навыками рационального использования информационных технологий при анализе геномных данных; - базовыми навыками и умениями применения информационных технологий для анализа данных из международных баз данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей.	analyze data from international non-data nucleotide and amino acid sequences
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	6	6
Прекурсы / 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	60/48	60/48
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, реферат, тесты Зачет	Laboratory reports, essay, tests Credit

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Регуляторные системы клетки», модуль «Регуляция метаболизма» /

Academic discipline «Cellular regulatory systems», module «Regulation of metabolism»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Методы анализа регуляторных процессов; принципы транскрипционной регуляции; посттранскрипционная регуляция; организация и особенности функционирования регуляторных систем; сигнализация при стрессовых реакциях; регуляция клеточного цикла	Methods for the analysis of regulatory processes; principles of transcriptional regulation; post- transcriptional regulation; organization and features of the functioning of regulatory systems; signaling in case of stress reactions; regulation of the cell cycle
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания регуляции клеточных процессов на различных стадиях экспрессии геномной информации, эпигенетических явлений и механизмов для решения практических задач в сфере медицины и сельского хозяйства	To use knowledge of the regulation of cellular processes at various stages of expression of genomic information, epigenetic phenomena and mechanisms to solve practical problems in the field of medicine and agriculture
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - общие принципы регуляции клеточных процессов на различных стадиях экспрессии геномной информации; - принципы организации сенсорных систем, сигнальных каскадов и регуляторных сетей; - особенности организации и функционирования регуляторных систем в клетках про- и эукариот; - молекулярные механизмы взаимодействия регуляторных белков с нуклеиновыми кислотами; - основы теории информации в применении к регуляторным системам; - принципы детекции клеткой изменений окружающей среды и внутриклеточных стрессов и особенности регуляторных систем, контролирующих клеточный гомеостаз; - механизмы адаптации клетки к стрессовым условиям; - молекулярные механизмы межклеточных коммуникаций; - молекулярные механизмы сигнализации между патогенными и симбиотическими	know: - general principles of regulation of cellular processes at various stages of expression of genomic information; - principles of organization of sensor systems, signal cascades and regulatory networks; - Features of the organization and functioning of regulatory systems in pro- and eukaryotic cells; - molecular mechanisms of interaction of regulatory proteins with nucleic acids; - the basics of information theory as applied to regulatory systems; - the principles of cell detection of environmental changes and intracellular stresses and the features of regulatory systems that control cellular homeostasis; - the mechanisms of cell adaptation to stressful conditions; - molecular mechanisms of intercellular communications; - molecular mechanisms of signaling between pathogenic and symbiotic microorganisms and their hosts; - mechanisms for monitoring the stability of mRNA, including the principles of regulation using small regulatory RNAs and the mechanism of RNA interference;

	микроорганизмами и их хозяевами; - механизмы контроля стабильности мРНК, в том числе принципы регуляции при помощи малых регуляторных РНК и механизм РНК-интерференции; уметь: - построить модель регуляторного мотива; - идентифицировать регуляторные последовательности в бактериальных геномах; - планировать генетические модификации регуляторных систем, необходимые для изменения свойств микроорганизма в заданном направлении; - предложить возможные пути повышения или понижения экспрессии определенных метаболических путей за счет воздействия на известные регуляторные процессы; - использовать знания о принципах регуляции метаболизма при создании организмов-продуцентов каких-либо соединений; - оценить возможные последствия изменения условий культивирования для основных метаболических процессов модельных организмов владеть: - терминологией учебной дисциплины; - базовыми навыками работы с базами данных регуляторных последовательностей; - методами идентификации и анализа регуляторных последовательностей. - информацией о доступных методах модификации генома потенциального продуцента для увеличения выхода конечного продукта	be able to: - to build a model of the regulatory motive; - Identify regulatory sequences in bacterial genomes - plan genetic modifications of regulatory systems necessary to change the properties of the microorganism in a given direction; - to suggest possible ways to increase or decrease the expression of certain metabolic pathways by influencing known regulatory processes; - to use knowledge about the principles of metabolism regulation when creating organisms-producers of any compounds; - to assess the possible consequences of changing the cultivation conditions for the main metabolic processes of model organisms have skills in: - the terminology of the academic discipline; - basic skills in working with regulatory sequence databases; - methods of identification and analysis of regulatory sequences. - information on available methods of modifying the genome of a potential producer to increase the yield of the final product
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	54/66	54/66
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Реферат, тесты Экзамен	Essay, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Взаимодействие геномов», модуль «Регуляция метаболизма» /

Academic discipline «Genome interactions», module «Regulation of metabolism»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основные пути взаимодействия геномов; взаимодействие макроорганизмов и их симбионтов; взаимодействие геномов в системе хозяин-паразит	The main pathways of interaction between genomes; interaction of macroorganisms and their symbionts; Interaction of genomes in the host-parasite system
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания регуляции клеточных процессов на различных стадиях экспрессии геномной информации, эпигенетических явлений и механизмов для решения практических задач в сфере медицины и сельского хозяйства	To use knowledge of the regulation of cellular processes at various stages of expression of genomic information, epigenetic phenomena and mechanisms to solve practical problems in the field of medicine and agriculture
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - молекулярные основы механизмов обмена генетической информацией между ядром и органеллами; – пути влияния протистов, прокариот и вирусов на макроорганизм и клеточные процессы; – особенности симбиотических отношений, генетические и молекулярные механизмы симбиоза; – влияние паразитических организмов на экспрессию генов в клетках хозяев. уметь: – использовать молекулярные и генетические методы при исследовании симбиотических отношений в практической работе; – применять современные методы биоинформатики для исследования механизмов взаимодействий геномов, интерпретации полученных результатов и их применения в биологических и биомедицинских исследованиях. - использовать знания в области эндосимбиоза при	To know: - the molecular basis of the mechanisms of genetic information exchange between the nucleus and organelles; the ways in which protists, prokaryotes and viruses influence the macroorganism and cellular processes; features of symbiotic relationships, genetic and molecular mechanisms of symbiosis; -the effect of parasitic organisms on gene expression in host cells. be able to: - use molecular and genetic methods in the study of symbiotic relationships in practical work; To apply modern methods of bioinformatics to study the mechanisms of genome interactions, interpret the results obtained and their application in biological and biomedical research. - use knowledge in the field of endosymbiosis in the study of other genetic and environmental disciplines. have skills in: - research and analytical skills in the subject area; - scientific terminology of the relevant branch of science

	прохождении других генетических и экологических дисциплин. владеть: - исследовательскими и аналитическими навыками работы в предметной области; - научной терминологией соответствующего раздела науки	
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	48/60	48/60
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Реферат, тесты Экзамен	Essay, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Молекулярные основы эпигенетики», модуль «Регуляция метаболизма» /
Academic discipline «Molecular Basis of Epigenetics», module «Regulation of metabolism»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Структурные особенности организации геномов как мишень для эпигенетических преобразований; молекулярные механизмы эпигенетической регуляции с участием гистонов; метилирование ДНК и его роль в регуляции экспрессии генов. эпигенетическая регуляция с участием некодирующих РНК; эпигенетически регулируемые процессы	Structural features of genome organization as a target for epigenetic transformations; molecular mechanisms of epigenetic regulation involving histones; DNA methylation and its role in the regulation of gene expression. epigenetic regulation involving non-coding RNAs; epigenetically regulated processes
Формируемые компетенции / The formed competences	Использовать знания регуляции клеточных процессов на различных стадиях экспрессии геномной информации, эпигенетических явлений и механизмов для решения практических задач в сфере медицины и сельского хозяйства	To use knowledge of the regulation of cellular processes at various stages of expression of genomic information, epigenetic phenomena and mechanisms to solve practical problems in the field of medicine and agriculture
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - молекулярно-генетическую природу эпигенетических процессов; - основные механизмы реализации эпигенетической информации; - ключевые онтогенетические процессы, вклад в которые эпигенетики максимален; - эпигенетические основы некоторых заболеваний и поведенческих особенностей человека и животных уметь: - использовать знания, полученные в рамках курса, в научноисследовательской практике; - использовать полученные знания в клинической и сельскохозяйственной практике; владеть: - приемами анализа информации, полученной при крупномасштабном геномном скрининге; - методами построения и анализа протеомных	know: - molecular genetic nature of epigenetic processes; - the main mechanisms for the implementation of epigenetic information; - key ontogenetic processes to which epigenetics contributes the most; - epigenetic basis of some diseases and behavioral characteristics of humans and animals be able to: - use the knowledge gained during the course in research practice; - use the knowledge gained in clinical and agricultural practice; have skills in: - methods of analyzing information obtained during large-scale genomic screening; - methods of construction and analysis of proteomic networks

	сетей	
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	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тесты Экзамен	Oral questioning, essay, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Системная биология», модуль «Системная и эволюционная биология» /
Academic discipline «Systems Biology», module «Systems and Evolutionary Biology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Базовые модели биологических систем; сетевые модели биологических систем; методы молекулярного моделирования	Basic models of biological systems; network models of biological systems; methods of molecular modeling
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять построение математических моделей биологических систем, применять знания движущих сил и закономерностей эволюционной биологии для изучения анализа эволюции макромолекул и биологических систем	To construct mathematical models of biological systems, to apply knowledge of the driving forces and patterns of evolutionary biology to study the analysis of the evolution of macromolecules and biological systems
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные принципы системного подхода в биологии, типы биологических систем, их характеристики; - принципы построения моделей биологических систем, типы моделей, их особенности; - основные виды математических моделей, способы их построения и исследования; уметь: - выполнять анализ биологических данных; - использовать известные модели биологических систем и платформы моделирования; - составлять на основе соответствующего математического аппарата модели биологических систем и процессов; владеть: - научной терминологией данного раздела науки; - навыками компьютерного анализа и математического моделирования биологических систем	know: - the basic principles of the systems approach in biology, types of biological systems, their characteristics; - principles of building models of biological systems, types of models, their features; - the main types of mathematical models, methods of their construction and research; be able to: - perform analysis of biological data; - Use known models of biological systems and modeling platforms; - compile models of biological systems and processes on the basis of the appropriate mathematical apparatus; have skills in: - scientific terminology of this branch of science; - skills of computer analysis and mathematical modeling of biological systems
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
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	82/134	82/134
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Отчеты по лабораторным работам, реферат, тесты Экзамен	Lab reports, essay, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics
Учебная дисциплина «Эволюционная биология», модуль «Системная и эволюционная биология» /
Academic discipline «Evolutionary Biology», module «Systems and Evolutionary Biology»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Микроэволюционные процессы, факторы микроэволюции; изменчивость и наследственность как базовые свойства биологических систем и основа их помехоустойчивости; онтогенетические аспекты эволюции; видообразование; макроэволюция, методы моделирования и реконструкции эволюционной истории филогенетических групп и таксонов; экологические аспекты эволюции, закономерности эволюционного процесса	Microevolutionary processes, factors of microevolution; variability and heredity as basic properties of biological systems and the basis of their noise immunity; ontogenetic aspects of evolution; speciation; macroevolution, methods for modeling and reconstructing the evolutionary history of phylogenetic groups and taxa; ecological aspects of evolution, patterns of the evolutionary process
Формируемые компетенции / The formed competences	Осуществлять построение математических моделей биологических систем, применять знания движущих сил и закономерностей эволюционной биологии для изучения анализа эволюции макромолекул и биологических систем	To construct mathematical models of biological systems, to apply knowledge of the driving forces and patterns of evolutionary biology to study the analysis of the evolution of macromolecules and biological systems
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - основные методические подходы для изучения эволюционного процесса и его механизмов; - закономерности исторического развития органической природы; - факторы, определяющие разнообразие органических форм жизни в прошлом и настоящем; - возможные пути эволюции органического мира (популяций, видов, онтогенезов и закономерностей антропогенеза); - экологические, онтогенетические и молекулярно-генетические аспекты эволюции таксономических групп. уметь: - выдвигать обоснованные гипотезы для	know: - basic methodological approaches to the study of the evolutionary process and its mechanisms; - regularities of the historical development of organic nature; - factors that determine the diversity of organic forms of life in the past and present; - possible ways of evolution of the organic world (populations, species, ontogenesis and patterns of anthropogenesis); - ecological, ontogenetic and molecular-genetic aspects of the evolution of taxonomic groups be able to: - put forward reasonable hypotheses to explain the observed biological phenomena and choose adequate methods to test these hypotheses; - to substantiate the role of factors and mechanisms of evolution in the

	объяснения наблюдаемых биологических явлений и выбирать адекватные методы для проверки этих гипотез; - обосновать роль факторов и механизмов эволюции в преобразовании популяций, видов и макроэволюционных событий; - проводить сравнительный анализ живых систем и строить филогенетические реконструкции; - применять эволюционный подход для анализа данных частных биологических дисциплин; - применять знания закономерностей эволюции в решении природоохранных процессов и иных практических задач. владеть: - навыками понимания и анализа научной литературы в области эволюционной ; - навыками понимания и правильного применения специализированных терминов в области эволюционной биологии; - методами моделирования эволюционных процессов и анализа филогенетических связей живых организмов	transformation of populations, species and macroevolutionary events; - to conduct a comparative analysis of living systems and build phylogenetic reconstructions; - to apply an evolutionary approach to the analysis of data from particular biological disciplines; - apply knowledge of the laws of evolution in solving environmental processes and other practical problems have skills in: - skills in understanding and analyzing scientific literature in the field of evolution; - skills in understanding and correctly applying specialized terms in the field of evolutionary biology; - methods of modeling evolutionary processes and analysis of phylogenetic relationships of living organisms
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	54/54	54/54
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тесты Экзамен	Oral questioning, essay, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Интеллектуальный анализ данных», модуль «Визуализация данных и анализ биомедицинских изображений» /

Academic discipline «Data Mining», module «Data Visualization and Biomedical Image Analysis»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Основные понятия интеллектуального анализа данных; статистические методы; кластерный анализ; нейронные сети; стохастические методы поиска; методы классификации; ассоциативные правила	Basic concepts of data mining; statistical methods; cluster analysis; neural networks; stochastic search methods; classification methods; Associative rules
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять на практике методы обработки и визуализации оцифрованных биомедицинских изображений	Put into practice methods of processing and visualization of digitized biomedical images
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: - базовые понятия и принципы интеллектуального анализа данных, - основные алгоритмы методов и моделей интеллектуального анализа данных и подходы к их созданию, - задачи анализа многомерных массивов данных уметь: - производить расчеты с применением аппарата интеллектуального анализа данных, - применять методы интеллектуального анализа данных для решения практических задач управления и обработки информации, - творчески и эффективно использовать полученные знания в профессиональной деятельности. владеть: - инструментами разработки программных средств с использованием среды статистического программирования R; - технологиями анализа данных с использованием статистического программирования в среде R.	know: - basic concepts and principles of data mining, - basic algorithms of methods and models of data mining and approaches to their creation, - problems of analysis of multidimensional data arrays be able to: - make calculations using the data mining apparatus, - apply data mining methods to solve practical problems of management and information processing, - creatively and effectively use the knowledge gained in professional activities. have skills in: - tools for developing software tools using the statistical programming environment R; - data analysis technologies using statistical programming in the R environment.
Семестр изучения учебной дисциплины, модуля / Semester of study	5	5
Прerequisites / Prerequisites	Введение в программирование на языке R	Introduction to R Programming

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 Экзамен	Oral questioning, essay, tests Exam

Специальность / Speciality: Биоинженерия и биоинформатика / Bioengineering and Bioinformatics

Учебная дисциплина «Визуализация больших биологических данных», модуль «Визуализация данных и анализ биомедицинских изображений» /
Academic discipline «Visualize big biological data», module «Data Visualization and Biomedical Image Analysis»

Краткое содержание учебной дисциплины, модуля / Brief summary	Способы графического представления данных, принципы дизайна визуализаций; инструментарий визуализации данных	Methods of graphical representation of data, principles of visualization design; data visualization toolkit
Формируемые компетенции / The formed competences	Применять на практике методы обработки и визуализации оцифрованных биомедицинских изображений	Put into practice methods of processing and visualization of digitized biomedical images
Результаты обучения (знать, уметь, владеть) / Learning outcomes (know, be able to, have skills in)	знать: основные принципы отображения графической информации графическими устройствами вывода; основные цифровые форматы хранения графической информации и их особенности; содержание понятия «разрешение изображения» применительно к цифровым и печатным изображениям; типы графиков и диаграмм, применяемые для визуализации данных различных типов; уметь: осуществить выбор подходящего способа визуализации данных различных типов; строить графики различных типов с использованием базовой графики R и пакета ggplot2(); сохранять изображения, созданные в среде R, в различных форматах; проводить ручную подгонку иллюстраций при помощи графических редакторов; использовать биологические базы данных, программы-браузеры, а также другое специализированное ПО для получения иллюстраций; владеть: навыками подготовки научных иллюстраций публикационного качества на основе исходных биологических данных	know: basic principles of displaying graphic information by graphic output devices; the main digital formats for storing graphic information and their features; the content of the concept of "image resolution" in relation to digital and printed images; Types of graphs and charts used to visualize different types of data. be able to: choose an appropriate method for visualizing data of various types; build graphs of various types using basic R graphics and the ggplot2() package; Save images created in the R environment in a variety of formats. carry out manual adjustment of illustrations using graphic editors; use biological databases, browser programs, as well as other specialized software to obtain illustrations; have skills in: skills in preparing scientific illustrations of publication quality based on initial biological data

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	46/62	46/62
Требования и формы текущей и промежуточной аттестации / Requirements and forms of current and interim certification	Устный опрос, реферат, тесты Зачет	Oral questioning, essay, tests Credit