

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

_____ О.И. Чуприс

« 13 » _____ 2018 г.

Регистрационный № УД _____



Государственный экзамен

**Учебная программа учреждения высшего образования
для специальности:
1-31 01 02 Биохимия**

2018 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Наталия Михайловна Орел, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Дмитрий Алексеевич Новиков, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Татьяна Александровна Кукулянская, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Оксана Игоревна Губич, доцент кафедры биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Игорь Викторович Семак, заведующий кафедрой биохимии Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент;

Татьяна Ивановна Дитченко, доцент кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой биохимии Белорусского государственного университета (протокол № 12 от 15 февраля 2018 г.);

Научно-методическим советом Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 15 февраля 2018 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Государственный экзамен является одной из форм итоговой аттестации на первой ступени высшего образования. Наряду с подготовкой и защитой дипломной работы представляет собой заключительный и важнейший этап образовательного процесса, завершающий подготовку специалистов.

Программа и порядок проведения государственного экзамена разработаны в соответствии с Кодексом Республики Беларусь об образовании от 13 января 2011 г.; Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденными постановлением Министерства образования Республики Беларусь № 53 от 29.05.2012 г.; Положением об организации подготовки и защиты курсовой работы, итоговой аттестации при освоении содержания образовательных программ высшего образования I ступени в Белорусском государственном университете, утвержденным приказом ректора БГУ № 47-ОД от 02.02.2014 г.

Цели государственного экзамена:

- комплексная оценка уровня теоретической и практической подготовки выпускника к выполнению социально-профессиональных задач и установление соответствия его подготовки требованиям образовательного стандарта ОСВО 1-31 01 02-2013;

- решение вопроса о присвоении выпускнику соответствующей квалификации и выдаче ему диплома о высшем образовании (с учетом результатов защиты дипломной работы);

- определение путей дальнейшего совершенствования подготовки выпускников.

Итоговый государственный экзамен носит комплексный характер, т.е. ориентирован на выявление целостной системы общепрофессиональных и специальных научных знаний в области биологии и биохимии. Его содержание формируется на междисциплинарной основе и включает следующие разделы: 1) Биологическое разнообразие и рациональное природопользование; 2) Молекулярно-генетические и физиологические основы функционирования живых систем; 3) Биохимия.

В ходе проведения государственного экзамена проверке подлежат академические и профессиональные компетенции выпускника, его способность использовать на практике интегральную (междисциплинарную) методологию, умение обоснованно анализировать содержание (научные факты, теории, методы и т.п.) учебных дисциплин и использовать их в качестве средства для выполнения профессиональной деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ

Вирусология

Основные характеристики групп вирусов по системе Балтимора.

Структура вирусных частиц и основные функции компонентов вирионов (белков, нуклеиновых кислот и др.).

Особенности взаимодействия вирусов с клетками (бактериями, клетками человека, животных, растений).

Клеточные и организменные стадии вирусного патогенеза. Важнейшие вирусные инфекции человека.

Профилактика и борьба с вирусными инфекциями. Основные противовирусные препараты и вакцины.

Специальные методы выделения и изучения вирусов человека, животных, растений. Методы, используемые в работе с бактериофагами.

Микробиология

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотические и эукариотические микроорганизмы. Принципы классификации бактерий.

Строение, химический состав и функции основных структурных компонентов бактериальной клетки.

Способы культивирования микроорганизмов.

Метаболизм бактерий. Виды и основные назначения метаболических реакций. Типы энергетического метаболизма у бактерий.

Общая характеристика способов генетического обмена у бактерий.

Основы ботаники

Анатомо-морфологические особенности высших растений как результат приспособления к жизни на суше.

Индивидуальное развитие покрытосеменных: микро- и макроспорогенез, формирование гамет, двойное оплодотворение, развитие семени и плода.

Отделы высших споровых растений и их жизненные циклы.

Общая характеристика водорослей: строение таллома и клетки, фотосинтезирующие пигменты, продукты ассимиляции, размножение и циклы развития. Классификация.

Общая характеристика грибов и грибоподобных организмов: строение таллома и клетки, химический состав клеточной стенки, запасные вещества, размножение и циклы развития. Классификация.

Основы зоологии

Взаимоотношения типа «мутуализм» и «протокооперация» между животными, протистами и микроорганизмами.

Паразитизм. Формы паразитизма. Адаптации животных к паразитическому образу жизни.

Формы полового размножения животных: преимущества и недостатки.

Разнообразие жизненных циклов беспозвоночных.

Разнообразие ядов животных, их состав, специфика применения. Использование ядов животных человеком.

Экология и рациональное природопользование

Понятие экологического фактора. Классификация факторов среды и закономерности их влияния на организмы. Лимитирующие факторы.

Экология популяций. Пространственное распределение, динамические характеристики (рождаемость, смертность, типы роста).

Основные типы межпопуляционных взаимодействий.

Биогеоценозы и экосистемы. Трофические пирамиды, пищевые цепи и сети, эффективность перехода энергии с одного трофического уровня на другой.

Состав и строение биосферы, роль человека в ее эволюции. Техносфера.

II. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИВЫХ СИСТЕМ

Цитология и гистология

Строение, свойства и функции биологических мембран. Одномембранные компоненты клетки, их организация и функции.

Опорно-двигательная система клетки (цитоскелет): компонентный состав, особенности организации и выполняемые функции.

Закономерности воспроизводства клеток. Клеточный цикл и его генетический контроль. Митоз, апоптоз и некроз клеток.

Особенности организации и функционирования покровных эпителиев, их морфологическая и гистогенетическая классификации.

Ткани внутренней среды организма: классификация, особенности организации, свойства и выполняемые функции.

Генетика

Понятие о наследственности и изменчивости. Цитологические основы наследственности. Ядерное и внехромосомное наследование.

Принципы и методы генетического анализа про- и эукариот. Наследование при моно-, ди-, полигибридных скрещиваниях. Представление Г. Менделя о дискретности наследственности (факториальная гипотеза). Генотип как сложная система аллельных и неаллельных взаимодействий.

Хромосомная теория наследственности Моргана. Сцепление и кроссинговер. Карты хромосом, принципы их построения.

Структура и функции гена. Особенности структурной организации генов у про- и эукариотических организмов.

Изменчивость (Наследственная и ненаследственная комбинативная, мутационная, модификационная) изменчивость. Молекулярные механизмы генных мутаций. Хромосомные aberrации. Геномные мутации. Спонтанный и индуцированный мутационный процесс. Генетический мониторинг.

Системы генетической регуляции метаболизма у про- и эукариотических организмов.

Физиология растений

Структура и функции фотосистем высших растений.

Сравнительный анализ биохимических превращений C_3 - и C_4 -путей фотосинтеза.

Структура, функции и биосинтез основных классов фитогормонов (ауксины, цитокинины, гиббереллины, этилен, абсцизовая кислоты, брассиностероиды).

Макро- и микроэлементы минерального питания растений. Механизмы поступления ионов и воды в растительную клетку.

Понятия стресса и адаптации. Основные механизмы стресс-устойчивости высших растений.

Физиология человека и животных

Функции нервной системы. Нейрофизиологические основы поведения.

Эндокринная система и ее регуляторные функции.

Регуляция мышечного тонуса и движений. Механизм мышечного сокращения.

Система кровообращения человека и ее регуляция

Система дыхания животных и человека и ее регуляция

Система пищеварения человека и ее регуляция.

Выделительная система человека. Функции почек.

Иммунология

Иммунитет к инфекционным заболеваниям и его формы. Методы создания искусственного иммунитета, его значение в борьбе с инфекционными заболеваниями.

Краткая характеристика органов, клеток и молекул иммунной системы млекопитающих, основные функции этих составляющих.

Конститутивные факторы защиты организма млекопитающих от чужеродных антигенов (воспаление, фагоцитоз, комплемент). Восприятие и передача информации клетками, обеспечивающими работу этих факторов.

Формы иммунного ответа организма млекопитающих на чужеродные антигены. Когнатные и гуморальные взаимодействия клеток в ходе развития иммунных ответов на тимусзависимые антигены.

Химическая структура иммуноглобулинов и выполняемые ими функции. Генетические основы разнообразия иммуноглобулинов и их специфичности по отношению к чужеродным антигенам.

Условия и характер взаимодействия антиген-антитело. Основные группы методов исследования, базирующиеся на применении антител.

Молекулярная биология

Репликация ДНК. Основные типы ДНК-полимераз, их структура, ферментативные активности и роль во внутриклеточных процессах. Контроль точности воспроизведения ДНК. Координация синтеза ДНК на комплементарных матричных цепях. Вилка репликации ДНК: ферменты и вспомогательные белки, их свойства и роль в репликации ДНК. Контроль инициации и терминации репликации ДНК.

Репарация ДНК. Механизмы эксцизионной репарации ДНК (эксцизия нуклеотидов, оснований). Пострепликативная коррекция неспаренных оснований. SOS-репарация. Роль рекомбинационных процессов в репарации повреждений ДНК.

Основные типы мобильных генетических элементов про- и эукариот: структура, гены и их продукты. Молекулярный механизм транспозиции по репликативному и консервативному механизмам; механизм перемещения ретротранспозонов. Распространенность транспозонов в геномах про- и эукариот, их роль в реорганизации геномов.

Транскрипция. Информационная РНК, ее структура и функциональные участки, различия у про- и эукариот. РНК-полимеразы про- и эукариот: структура ферментов и функции основных субъединиц. Бактериальные и эукариотические промоторы и механизм их распознавания РНК-полимеразой. Последовательность событий при инициации и терминации транскрипции у про- и эукариот, роль транскрипционных факторов в этих процессах.

Трансляция. Основные свойства генетического кода. Аминоацилирование тРНК: ферменты, специфичность. Роли различных РНК и белков в процессе трансляции. Последовательность событий в ходе инициации, элонгации и терминации трансляции. Энергозатраты на включение одного аминокислотного остатка в растущую полипептидную цепь.

Молекулярные аспекты эволюции

Канонические формы изменчивости. Типы и механизмы генных, хромосомных и геномных мутаций и их роль в эволюции.

Неканонические формы изменчивости (метилирование ДНК, родительский геномный импринтинг, РНК-интерференция, прионизация) и их роль в эволюции. Эпигенетическая теория эволюции.

Горизонтальный перенос генов у про- и эукариот (конъюгация, трансдукция, трансформация, симбиоз, паразитизм). Роль горизонтального переноса генов в эволюции (механизм возникновения эукариотической клетки).

Молекулярная филогения. Принцип «нейтральной эволюции». «Молекулярные часы» как способ датировки событий эволюционной истории. Значение филогенетических построений для фундаментальных и прикладных исследований.

Пути усложнения генома. Блочно-модульный принцип организации генетической (ДНК) и эпигенетической (хроматин) структуры генома. Генные сети, типы, особенности организации, соподчиненный характер.

Эволюция онтогенеза как основа филогенетических преобразований. Дестабилизирующий отбор. Эволюционные «качели».

Биофизика

Классификация термодинамических систем; особенности живых организмов, как термодинамических систем.

Первый закон термодинамики в биологии; доказательства его применимости к живым системам. Своеобразие проявления первого закона термодинамики в биосистемах.

Энтропия как функция состояния системы. Связь энтропии с термодинамической вероятностью состояния системы.

Энергия активации реакции (процесса). Экспериментальное определение величины энергии активации.

Диффузия как тип транспорта веществ через биомембраны; скорость и движущие силы диффузии. Закон Фика.

Биоэлектрические явления: общая характеристика, классификация.

Ксенобиология

Мембранотропное действие ксенобиотиков. Взаимодействие ксенобиотиков с мембранными структурами.

Биотрансформация ксенобиотиков. Фазы биотрансформации. Характеристика основных реакций и ферментов, участвующих в 1-й и 2-й фазах биотрансформации.

Биоаккумуляция ксенобиотиков. Факторы, влияющие на процессы биоаккумуляции.

Механизмы, определяющие избирательное действие ксенобиотиков.

Проблемы загрязнения и судьба ксенобиотиков в экосистемах, их экологическая опасность.

III. БИОХИМИЯ

Структурная биохимия

Структура белковой молекулы. Первичная структура. Полипептидная цепь. Методы исследования первичной структуры белков.

Конформация и конфигурация полипептидной цепи. Вторичная структура белковой молекулы: α -спираль, β -складчатая структура. Доменная структура белков. Третичная структура. Природа межмолекулярных взаимодействий. Четвертичная структура белков.

Классификация и функции углеводов. Структура, биологическая роль и распространение в природе моно-, ди-, олиго- и полисахаридов.

Свойства, строение, классификация, номенклатура и биологическая роль липидов, их физико-химические свойства, функции. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Ацилглицерины Фосфолипиды. Гликолипиды. Стероиды.

Водо- и жирорастворимые витамины, классификация, биологическая роль.

Гормоны. Классификация, распространение, химическая природа и биологическая роль.

Метаболическая биохимия

Метаболизм, потоки реакций, их характеристика и функции. Взаимосвязь катаболических и анаболических путей.

Катаболизм углеводов: гликолиз, гликогенолиз, пентозомонофосфатный путь и их значение.

Основные пути синтеза углеводов: глюконеогенез и гликогеногенез.

Амфиболический цикл трикарбоновых кислот (ЦТК). Локализация цикла, ключевые метаболиты и баланс энергии в ЦТК.

Пути использования аминокислотного фонда клетки. Дезаминирование аминокислот. Роль глутаминовой кислоты и глутаматдегидрогеназы. Переаминирование, аминотрансферазы; реакции, катализируемые аспартат- и аланинаминотрансферазами. Декарбоксилирование аминокислот; декарбоксилазы, роль коферментов витамина В6.

Основные метаболические пути расщепления и синтеза липидов. β -окисление жирных кислот. Связь β -окисления с метаболизмом углеводов, энергетический выход окисления жирных кислот.

Энзимология

Структурная организация простых и сложных ферментов. Принципы пространственной организации апофермента. Структура и свойства активного центра ферментов. Разнообразие и свойства кофакторов.

Классификация и номенклатура ферментов. Структурно-функциональная характеристика ферментов различных классов.

Типы ферментативного катализа и причины высокой каталитической активности ферментов. Теории ферментативного катализа.

Основные пути и механизмы регуляции активности ферментов *in vivo*. Аллостерическая регуляция активности ключевых ферментов метаболических путей.

Организация ферментов в клетках и тканях. Принципы организации, функционирования и регуляции мультиферментных систем.

Биоэнергетика

Природа макроэргических связей. Структура и характеристика важнейших макроэргов в живых организмах.

Электрон-транспортная цепь митохондрий. Характеристика компонентов. Локализация пунктов сопряжения. Эффективность окислительного фосфорилирования (коэффициент P/O , ADP/O , дыхательный контроль). Разобщающие агенты, ингибиторы процессов окислительного фосфорилирования.

Сопряжение работы дыхательной цепи с процессом синтеза АТФ. Хемосмотическая теория сопряжения. Структура H^+ -АТФазы.

Альтернативные функции клеточного дыхания: рассеивание энергии дыхания при терморегуляции, дыхание как механизм образования полезных соединений, дыхание как механизм обезвреживания вредных веществ, дыхание как механизм ускоряющий эволюцию.

Механизм и энергетика мышечного сокращения.

Функциональная биохимия

Биохимические функции эритроцитов. Особенности метаболизма в эритроцитах. Строение гемоглобинов. Транспорт O_2 и CO_2 . Кинетика оксигенирования гемоглобина.

Регуляция агрегатного состояния крови. Фазы гемостаза. Факторы свертывания крови, их биохимическая характеристика, механизмы активации. Внешний и внутренний механизмы свертывания крови. Структура фибриногена. Взаимодействие молекул фибрин-мономеров в процессе полимеризации и сшивания.

Биохимические функции печени. Химический состав печени млекопитающих. Роль печени в углеводном, липидном, белковом обменах организма. Желчеобразовательная и экскреторная функции печени.

Биохимические функции почек. Характеристика компонентов мочи (белки, небелковые азотистые вещества, безазотистые вещества, неорганические составляющие). Этапы мочеобразования в нефроне: ультрафильтрация, фильтрационный клиренс. Реабсорбционный этап мочеобразования и его механизмы. Канальцевая избирательная секреция. Регуляция процессов реабсорбции и секреции.

Биохимическая характеристика соединительной ткани. Строение коллагена и его функции. Синтез и созревание коллагена (внутриклеточный и внеклеточный этапы). Типы коллагенов и их характерные особенности. Катаболизм коллагена.

Эластин и его свойства. Особенности аминокислотного состава эластина. Структура эластина. Адгезивные белки и их функции. Строение и функции фибронектина. Основные белки базальных мембран. Строение и функции ламинина.

Протеогликаны соединительной ткани, структурная организация, функции.

Биохимия лекарственных растений

Общая характеристика вторичных метаболитов. Основные классы, признаки и функции вторичных метаболитов в растениях.

Алкалоиды в растениях: общая характеристика, свойства, классификация и биосинтез.

Изопrenoиды: общая характеристика, классификация, химическое строение и функции в растениях.

Биосинтез изопреноидов: основные стадии и локализация биосинтетических реакций в растениях.

Фенольные соединения в растениях: общая характеристика, классификация, свойства.

Пути биосинтеза фенольных соединений в растениях.

Аналитическая биохимия

Понятие о чувствительности, специфичности и селективности. Способы измерения содержания (концентрации) анализируемого вещества в пробе.

Понятие об аналитическом сигнале. Взаимосвязь аналитического сигнала с содержанием (концентрацией) анализируемого вещества.

Методы статистической обработки биохимических данных.

Метрологические характеристики аналитической процедуры. Цель и задачи метрологического обеспечения в биохимическом анализе. Основные метрологические характеристики.

Общие требования к установлению калибровочной зависимости между содержанием (концентрацией) анализируемого вещества и величиной аналитического сигнала в биохимическом анализе. Калибровочная функция и калибровочный график. Способы построения калибровочного графика и расчета калибровочной функции и оценки их валидности.

Основы биотехнологии

Биотехнология: сырьевая база, основные объекты и способы получения целевых продуктов.

Генетическая инженерия. Понятие о векторах. Методы выделения и синтеза генов. Методы клонирования генов.

Клеточная инженерия. Моноклональные тела и технология гибридом.

Особенности биотехнологического подхода в решении задач сельского хозяйства, медицины и других отраслей народного хозяйства.

Объекты биотехнологии. Преимущества микроорганизмов перед другими объектами.

Технология ферментационных процессов. Достижения биотехнологии.

Фармацевтическая биотехнология

Инсулин. Источники получения. Видовая специфичность. Особенности производства. Перспективы имплантации клеток, продуцирующих инсулин.

Микробиологический синтез аминокислот. Общие принципы конструирования штаммов микроорганизмов-продуцентов аминокислот как первичных метаболитов. Основные пути регуляции микробиологического синтеза аминокислот и его интенсификации.

Основные способы получения витаминов (выделение из природных источников и химический синтез микробиологический синтез). Продуценты. Общая схема производства.

Понятие тотипотентности растительных клеток. Каллусные и суспензионные культуры, их использование для получения фармацевтических препаратов.

Основные классы антибиотиков и способы их получения. Механизмы резистентности бактерий к антибиотикам.

Общая характеристика основных способов получения антисывороток. Иммуногенность антигенов. Основные способы иммунизации.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При подготовке к государственному экзамену следует пользоваться методическими материалами кафедр, размещенными в открытом доступе на сайте факультета (учебные пособия, курсы лекций, мультимедийные презентации, методические указания, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Список литературы

1. Альгология и микология / А.С. Шуканов [и др.] : учеб. пособие. – Мн.: БГУ, 2009.
2. Биоэнергетика. Практикум: учеб.-метод. пособие / О. И. Губич. – Мн.: БГУ, 2016.
3. Глик Б. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак. – М.: Мир, 2002.
4. Глушен, С.В. Цитология и гистология: учеб. пособие / С.В. Глушен. – Мн.: Изд. центр БГУ, 2017.

5. *Грачева И.М.* Технология ферментных препаратов / И.М. Грачева, А.Ю. Кривова – 3-е изд. – М.: Элевар, 2000.
6. *Губич, О.И.* Энзимология: пособие / О.И. Губич, Т.А. Кукулянская. – Мн.: БГУ, 2013.
7. *Евтушенков, А.Н.* Введение в биотехнологию: курс лекций/ А.Н. Евтушенков, Ю.К. Фомичев. – Мн.: БГУ, 2004.
8. *Зинченко, А.И.* Основы молекулярной биологии вирусов и антивирусной терапии / А.И. Зинченко, Д.А. Паруль. – Мн.: Вышэйшая школа, 2005.
9. *Лысак, В.В.* Микробиология: учеб. пособие / В.В. Лысак. – Мн.: БГУ, 2008.
10. *Максимова, Н.П.* Генетика. Часть 1. Законы наследственности. Курс лекций / Н.П. Максимова. – Мн.: БГУ, 2008.
11. *Максимова, Н.П.* Генетика. Часть 2. Хромосомная теория наследственности. Курс лекций / Н.П. Максимова. – Мн.: БГУ, 2012.
12. *Медицинская биохимия. Практикум: пособие / сост. О.И. Губич.* – Мн.: БГУ, 2015.
13. *Молекулярная биология клетки / Б. Альбертс [и др.].* – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2013.
14. *Новиков, Д.А.* Биофизика. Курс лекций / Д.А. Новиков, М.М. Филимонов. – Мн.: БГУ, Ч. 1-2, 2010-2011.
15. *Орёл, Н.М.* Функциональная биохимия: пособие. В 2 ч. Ч. 1. Функциональная биохимия крови, печени, почек, мышц / Н.М. Орёл. – Мн.: БГУ, 2015.
16. *Реброва, О.Ю.* Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA. М., 2002.
17. *Ройт, А.* Основы иммунологии / А. Ройт, Дж. Бростофф, Д. Мейл. – М.: Мир, 2000.
18. *Сауткина, Т.А.* Морфология растений : учеб. пособие / Т.А. Сауткина, В.Д. Поликсенова. – Мн.: БГУ, 2012.
19. *Систематика высших растений. Покрытосеменные. Класс Двудольные / В.В. Черник [и др.].* – Мн.: БГУ, 2010.
20. *Структурная биохимия: учеб. пособие. / О. И. Губич [и др.].* — Мн.: БГУ, 2012.
21. *Структурная и метаболическая биохимия. Практикум: пособие / Н.М. Орел [и др.].* – Мн.: БГУ, 2013.
22. *Титок, М.А.* Молекулярные аспекты эволюции: пособие. – Мн.: БГУ, 2011.
23. *Фрайфелдер Д.* Физическая биохимия. Применение физико-химических методов в биохимии и молекулярной биологии – М.: Мир, 1980.
24. *Физиология человека: Учебник / под ред. В.М. Смирнова.* – М.: Медицина, 2007.

25. *Харитонов, Ю.Я.* Аналитическая химия (аналитика). Кн.2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. М.: Высшая школа, 2003. 559 с.
26. *Хвир, В.И.* Основы зоологии: низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы: учеб. пособие / В.И. Хвир, О.Ю. Круглова. – Минск : Изд. центр БГУ, 2016.
27. *Черник, В.В.* Систематика высших растений. Покрытосеменные. Класс Однодольные / В.В. Черник, М.А. Джус. – Мн.: БГУ, 2012.
28. *Черник, В.В.* Высшие споровые растения / В.В. Черник. – Мн.: БГУ, 2008.
29. Экология и рациональное природопользование: учебное пособие / В.В. Гричик, Л.В. Камлюк, Г.А. Семенюк. – Мн.: БГУ, 2013.
30. *Юрин, В.М.* Ксенобиология: учебник / В.М. Юрин. – Мн.: БГУ, 2015.
31. *Юрин, В.М.* Физиология растений: учеб пособие / В.М. Юрин. – Мн.: БГУ, 2010.