



ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

## П Р И К А З

27.11.2024

№ 16056/1

О — методическом обеспечении  
государственной итоговой аттестации  
в 2025 году (МК.3017.\*)

В соответствии с Правилами обучения по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями), приказом от 03.07.2018 № 6616/1 «Об утверждении форм программ государственной итоговой аттестации» (с последующими изменениями и дополнениями) и в целях методического обеспечения государственной итоговой аттестации по основным образовательным программам в 2025 году

### ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить программу государственной итоговой аттестации в форме государственного экзамена по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МК.3017.\* «Клеточная и молекулярная биология» направления 06.06.01 Биологические науки (Приложение № 1).

2. Утвердить программу государственной итоговой аттестации в форме выпускной квалификационной работы по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре МК.3017.\* «Клеточная и молекулярная биология» направления 06.06.01 Биологические науки (Приложение № 2).

3. И.о. начальника Управления маркетинга и медиакоммуникаций Огородниковой П. В. обеспечить размещение настоящего приказа на сайте СПбГУ в разделе «Методическое обеспечение государственной итоговой аттестации в 2025 году» (<https://edu.spbu.ru/gia/16-normativnye-akty/443-metodicheskoe-obespechenie-gosudarstvennoj-itogovoj-attestatsii-v-2025-godu.html>) не позднее одного рабочего дня с даты издания настоящего приказа.

4. За разъяснением содержания настоящего приказа обращаться посредством сервиса «Виртуальная приемная» на сайте СПбГУ к заместителю первого проректора по стратегическому развитию и партнерству - начальнику Управления образовательных программ.

5. Предложения по изменению и/или дополнению настоящего приказа направлять на адрес электронной почты [org@spbu.ru](mailto:org@spbu.ru).

6. Контроль за исполнением настоящего приказа оставляю за собой.

Основание: протокол заседания Учебно-методической комиссии по УГСН 06.00.00 Биологические науки от 30.09.2024 № 05/2.1/06-03-10.

Заместитель первого проректора  
по стратегическому развитию и партнерству –  
начальник Управления образовательных программ



М. А. Соловьева

**Программа государственной итоговой аттестации  
в форме государственного экзамена  
по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических  
кадров в аспирантуре МК.3017 «Клеточная и молекулярная биология»  
по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки  
уровень образования подготовка кадров высшей квалификации**

**1. Общие положения**

1.1. Государственный экзамен в соответствии с требованиями действующего образовательного стандарта проводится для проверки выполнения государственных требований к уровню и содержанию подготовки выпускников и уровня их подготовленности к решению как теоретических, так и практических профессиональных задач.

1.2. Целью государственного экзамена является определение уровня подготовленности выпускников и проверка сформированности компетенций, предусмотренных учебным планом основной образовательной программы в соответствии с требованиями действующего образовательного стандарта.

1.3. Объем государственной итоговой аттестации, учебный период и сроки государственной итоговой аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

1.4. Язык проведения государственного экзамена: **русский**.

**2. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен,  
оценочные средства (виды и примеры контрольных заданий)**

2.1. Перечень примерных вопросов, выносимых на государственный экзамен:

**Биофизика**

Термодинамика биологических процессов.

Типы термодинамических систем. Биосистемы как открытые термодинамические системы. Термодинамические функции состояния системы. Первый закон термодинамики и его применимость к биосистемам. Тепловой баланс организма. Второй закон термодинамики и направление биологических процессов. Свободная энергия и работа. Статистический смысл энтропии. Правило фаз Гиббса. Основные положения термодинамики необратимых процессов. Теория потоков Онзагера. Энтропия открытой системы и ее изменение. Стационарное состояние. Теорема Пригожина. Устойчивое и неустойчивое стационарные состояния системы. Термодинамическая теория роста и развития организмов Пригожина-Виам.

Структурная организация и состав биологических мембран.

Мембранные липиды. Химические свойства. Жирнокислотный состав мембранных липидов. Термотропный и лиотропный мезоморфизм липидов. Состав и структура мембранных белков. Топография мембранных белков. Белок-липидные взаимодействия в мембране. Специализированные упорядоченные липидные микродомены в мембране (рафты): роль в процессах внутриклеточной сигнализации. Структурно-функциональная организация мембраны эритроцитов. Макромолекулярные белковые комплексы в мембране эритроцитов. Вертикальные и горизонтальные

взаимодействия в мембране эритроцитов. Наследственные гемолитические анемии, связанные с нарушением структуры и функций мембраны эритроцитов.

Динамическая структура мембран.

Фазовые переходы липидов в мембране. Термодинамические параметры фазовых переходов. Ионные каналы бислойных липидных мембран при фазовом переходе. Расчет размеров липидных доменов при фазовом переходе. Теории фазового перехода. Искусственные мембранные структуры и перспективы их практического применения. Связь между фазовым состоянием липидов и функцией мембран. Изменение липидного состава. Адаптация.

Транспорт веществ через мембраны.

Пассивный транспорт веществ через мембрану. Транспорт ионов через мембрану. Электродиффузионная теория транспорта ионов через мембраны. Уравнение электродиффузии Нернста-Планка. Приближение постоянного поля Гольдмана. Ионный транспорт через селективные каналы биомембран. Транспорт в открытом канале. Теория селективности. Транспорт ионов через возбудимые мембраны. Потенциал покоя и его природа. Ионные потоки в возбудимой мембране. Математическая модель мембраны нервного волокна Ходжкина-Хаксли. Измерение токов ионных каналов методом локальной фиксации потенциала на мембране (patch-clamp method).

Структурно-функциональная организация, фармакологические характеристики и механизмы регуляции ионных каналов мембран.

Суперсемейство потенциал-зависимых каналов. Селективные фильтры потенциал-зависимых ионных каналов. Модель скользящей или вращающейся спирали работы сенсора напряжения.  $\text{Na}^+$ -каналы. Калиевые каналы. Кальциевые каналы. Хлорные каналы. Суперсемейство лиганд-управляемых ионных каналов. Пентамерные, тетрамерные и тримерные каналы. Каналы, управляемые циклическими нуклеотидами. Модуляция активности ионных каналов фармакологическими агентами, токсинами, различными системами вторичных посредников. Эволюция ионных каналов. Патология ионных каналов.

Механизмы внутриклеточной сигнализации.

Основные принципы внутриклеточной сигнализации. Первичные и вторичные мессенджеры. Рецепторы и эффекторы. Взаимодействие и взаимовлияние (crosstalk) различных систем вторичных посредников. Структурно-функциональная организация мембранных рецепторов. Суперсемейство лиганд-управляемых рецепторов-каналов. Суперсемейство рецепторов, связанных с G-белками. Гетеротримерные и мономерные G-белки. Структурно-функциональная организация сигнальных систем в клетках. Аденилатциклазный путь передачи информации. Фосфоинозитидный путь передачи сигнала. Арахидоновая кислота и ее продукты: участие в процессах внутриклеточной сигнализации. Жирные кислоты и модуляция активности ионных каналов. Тирозинкиназы и тирозинфосфатазы. Рецепторы с тирозинкиназной активностью. Нерцепторные тирозинкиназы. Тирозинфосфатазы. Модуляция активности ионных каналов тирозинкиназами и тирозинфосфатазами. Гуанилатциклазная система.

Механизмы  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнализации в клетках.

$\text{Ca}^{2+}$  - универсальный вторичный мессенджер. Механизмы мобилизации  $\text{Ca}^{2+}$  из внутриклеточных депо.  $\text{Ca}^{2+}$  - депо мышечных клеток. Риаудиновые рецепторы.  $\text{Ca}^{2+}$ -депо неммышечных клеток. IP<sub>3</sub>-рецепторы. Механизмы входа  $\text{Ca}^{2+}$  в клетки. Типы и структурно-функциональная организация потенциал-зависимых  $\text{Ca}^{2+}$ -каналов. Механизмы входа  $\text{Ca}^{2+}$  в невозбудимые клетки. Депо-зависимый вход  $\text{Ca}^{2+}$  в клетки. Модели депо-зависимого входа  $\text{Ca}^{2+}$  в клетки. Депо-зависимые  $\text{Ca}^{2+}$ -каналы. Функциональная роль депо-зависимого входа  $\text{Ca}^{2+}$ . Возможная роль депо-зависимого входа  $\text{Ca}^{2+}$  в различных патологических процессах.

Радиационная биофизика.

Радиоактивность. Основные дозиметрические величины и их единицы измерения. Поглощение энергии ионизирующих излучений. Облучение организма. Основные принципы в радиобиологии. Прямое действие ионизирующего излучения на биологические объекты. Непрямое действие ионизирующего излучения. Реакция клетки на действие ионизирующей радиации. Механизмы гибели облученных клеток. Действие малых доз. Реакция организма на действие радиации.

Молекулярная биофизика.

Конформационная энергия и пространственная организация биополимеров. Динамическая подвижность макромолекул. Электронные свойства биополимеров. Образование молекулярных комплексов. Аллостерические взаимодействия. Биофизика ферментативного катализа.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

Тест №1

1. Все ионные каналы, входящие в суперсемейство потенциал-зависимых ионных каналов, имеют следующие структурные элементы:

- а. сенсор напряжения;
- б. домен, обладающий тирозинкиназной активностью;
- в. селективный фильтр.

2. В невозбудимых клетках вход  $\text{Ca}^{2+}$  в клетку осуществляется согласно:

- а. модели Ходжкина-Хаксли;
- б. депо-зависимому («емкостному») механизму;
- в. модели «шарик на цепочке»;

3. Выберите факторы, влияющие на температуру термотропного фазового перехода липидов:

- а. длина жирнокислотной цепи;
- б. количество двойных связей в жирной кислоте;
- в. наличие фосфоинозитольной группы;

Тест №2

1. Выберите из списка каналы, относящиеся к суперсемейству лиганд-управляемых рецепторов-каналов:

- а. никотиновый ацетилхолиновый рецептор;
- б. глутаматный рецептор;
- в. дофаминовый рецептор.

2. Мобилизация  $\text{Ca}^{2+}$  из депо в невозбудимых клетках происходит с участием:

- а. рецепторов инозитолтрифосфата;
- б. глициновых рецепторы;
- в. рецепторов сигма-1;

3. Существуют следующие пути окисления арахидоновой кислоты в клетке:

- а. гуанилатциклазный;
- б. аденилатциклазный;
- в. Циклооксигеназный.

## Молекулярная биология:

### Репликация ДНК.

Репликация у прокариот. ДНК-полимераза Корнберга. Фрагменты Оказаки. Мутанты по репликации. Инициация репликации. Белки, взаимодействующие с ориджином, их функции. Потребность в РНК-праймере при репликации. Участие транскрипционных факторов в инициации репликации. Праймосома, ее состав, функции компонентов. Субъединичный состав ДНК-полимеразы III, характеристика субъединиц. Вилка репликации. Терминация репликации у *E. coli*. Механизмы, обеспечивающие точность репликации. Регуляция инициации репликации у бактерий.

Репликация у эукариот. Организация генетического материала эукариот. Хроматин-ремоделирующие комплексы. Эукариотические ориджины и проблемы, связанные с их идентификацией и характеристикой. Агс-последовательности у дрожжей, их структура, мутационный анализ. Ориджины вирусов. Ориджины высших эукариот. Эукариотические ДНК-полимеразы. Организация эукариотической вилки репликации. Топоизомеразы эукариот. Клеточный цикл и регуляция репликации ДНК. Минорные ДНК полимеразы эукариот. Исправление ошибок репликации.

Транскрипция и регуляция экспрессии генов у прокариот.

Транскрипция у прокариот. Оперонная организация генетического материала прокариот. Инициация транскрипции. Бактериальные промоторы. РНК-полимераза *E. coli*. Регуляция экспрессии генов за счет сменных  $\sigma$ -субъединиц. Элонгация транскрипции, белки, взаимодействующие с РНК-полимеразой в ходе элонгации. Терминация транскрипции. Типы бактериальных терминаторов. Rho- независимая терминация. Фактор Rho и его роль в терминации транскрипции. Координация репликации и транскрипции у прокариот.

Регуляция экспрессии генов у прокариот. Ген-регулятор *lac*-оперона и его продукт. Различные типы мутаций в гене *lacI*. Оператор и его структура. Свойства мутаций в операторном участке. Явление глюкозной репрессии у *E. coli*. Белок *crr*, его функции. Регуляция экспрессии *lac*-оперона и других катаболитных углеводных оперонов (*ara*, *bgl*) как результат объединения негативной оперонспецифичной и позитивной надоперонной схемы регуляции. Структура *trp*-оперона, ген-регулятор и его продукт, оператор, роль триптофана в активации белка-репрессора. Регуляции экспрессии триптофанового оперона и других оперонов биосинтеза за счет механизма аттенуации. Использование антисмысловых РНК для регуляции экспрессии генов у бактерий.

Регуляция развития фага. Явление антитерминации транскрипции. Белки регуляторы *cI* и *cro*.

Транскрипция у эукариот.

РНК-полимеразы I, II, III, их субъединичный состав и функции. Митохондриальная РНК-полимераза. Организация промоторов разных полимераз, консервативные и варибельные элементы промоторов. Модульный принцип организации эукариотических промоторов. Транскрипционные факторы, взаимодействующие с промоторами РНК-полимераз I, II, III. Понятие о базальных транскрипционных факторах и белках-активаторах. Терминация транскрипции у эукариот.

Посттранскрипционная модификация первичных транскриптов.

Созревание прокариотических и эукариотических первичных транскриптов, Механизмы модификации РНК. Редактирование транскриптов. Мозаичная организации эукариотических генов. Распространение интронов у представителей разных систематических групп. Классификация интронов и типов сплайсинга.

Сплайсинг транспортных РНК эукариот. Характеристика тРНК-интронов, реакции сплайсинга, обеспечивающие их ферменты. Генетический контроль сплайсинга тРНК.

Сплайсинг матричных РНК эукариот. Характеристика мРНК-интронов, реакции сплайсинга. Роль малых ядерных урацилбогатых РНК в реакциях сплайсинга. Сплайсеосома. Белки сплайсеосомы, их функции. Альтернативный сплайсинг как один из этапов регуляции экспрессии генов у эукариот. Явление транссплайсинга.

Созревание рибосомных РНК и формирование субъединиц рибосом у эукариот.

Автосплайсинг. Распространение и классификация автосплайсирующихся интронов. Структура и механизм выщепления интронов I типа. Авто- и гетерокаталитические свойства интронной РНК. Понятие о рибозиме. Матуразы и другие белки, участвующие в сплайсинге митохондриальных транскриптов. Структура интронов II типа и механизм их выщепления. Эволюционное родство интронов II типа и интронов мРНК. Мобильность интронов I и II типа. Интроны III типа. Твинтроны. Гипотезы о происхождении интронов и их эволюции.

Регуляция экспрессии генов у эукариот.

Транскрипция и структура хроматина. Регуляторные последовательности, их структура и локализация. Энхансеры, сайленсеры высших эукариот, UAS и URS-последовательности дрожжей. Инсуляторы. Белки, взаимодействующие с регуляторными последовательностями. Основные типы ДНК-связывающих и активирующих доменов эукариотических регуляторных белков. Примеры надвторичной структуры ДНК-связывающих доменов белков-активаторов.

Регуляции экспрессии генов у эукариот с помощью малых некодирующих РНК. Явление РНК-интерференции: mi- и siРНК у животных и растений, их биогенез и функции. RISC и RITS комплексы.

Трансляция. Основные компоненты аппарата трансляции: тРНК, аминоацил-тРНКсинтетазы, рибосома, белковые факторы трансляции. Универсальный генетический код и отклонения от него. Принципы взаимодействия кодонов и антикодонов. Модификация нуклеотидов тРНК и ее функциональное значение. Структура аминоацил-тРНКсинтетаз, механизм реакции, редактирующая функция.

Трансляция у прокариот. Инициация трансляции: иницирующие кодоны, иницирующая тРНК, белковые факторы инициации. Роль 16S рРНК в инициации. Иницирующий комплекс. Элонгация. Белковые факторы элонгации у прокариот. Рибосома: большая и малая субчастица рибосомы, рРНК, белки, функциональные сайты рибосомы. Рибосомный цикл. Терминация трансляции: терминирующие триплеты, белковые факторы терминации.

Трансляция у эукариот. Экспорт мРНК из ядра. Инициация трансляции: иницирующие кодоны, иницирующая тРНК, белковые факторы инициации. Эукариотическая рибосома. Элонгация. Белковые факторы элонгации. Терминация. Белковые факторы терминации. Механизмы деградации мРНК в цитоплазме.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

Тест №1

1. Какие из перечисленных ферментов участвуют в репликации ДНК прокариот?
  - а) ДНК-полимераза I
  - б) ДНК-полимераза III
  - в) Геликаза
  
2. Какое из следующих утверждений о теломеразе верно?
  - а) теломераза – это РНК-зависимая РНК-полимераза
  - б) теломераза – это РНК-зависимая ДНК-полимераза
  - в) теломераза – это ДНК-зависимая РНК-полимераза

3. Какое из утверждений о рибозимах верно?
- рибозим – это фермент белковой природы
  - рибозимы – это полирибонуклеотиды
  - рибозимы не имеют активного центра

Тест №2

- Участниками процесса трансляции являются
  - аминоцил - тРНК
  - пре-мРНК
  - 23S рРНК
- Какая из форм ДНК обладает чувствительностью к односторонней эндонуклеазе?
  - B-форма
  - H-форма
  - Z-форма
- Какие из ферментов матричного синтеза не требуют затравки?
  - ДНК-полимераза I
  - ДНК-полимераза III
  - обратная транскриптаза

**Биохимия:**

Уровни структурной организации белка.

Домены и модули глобулярных белков. Олигомерные белки. Самосборка субъединиц: основные типы связей между субъединицами и типы симметрии олигомерных белков.

Денатурация и фолдинг белков.

Термодинамика и кинетика денатурации. Фолдинг белков *in vitro*. Компьютерное моделирование фолдинга. Кинетический анализ фолдинга структурно-гомологичных протеинов. Hsp70 система шаперонов (DnaK, DnaY, GrpE). Шапероновая система Hsp70-Hsp90. Основные стадии котрансляционной и посттрансляционной транслокации секреторных белков. Шаперонины Hsp60. Складывание белков в замкнутой полости. Котрансляционный фолдинг полипептидов в цитозоле эукариотических клеток. Фолдазы.

Энзимология.

Ферментативные и неферментативные химические реакции в организме. Химическая природа ферментов. Типы реакций, катализируемых ферментами. Классификация и номенклатура ферментов. Кинетика Михаэлиса-Ментен.  $K_m$  и  $V_{max}$ . Постулаты Михаэлиса. Влияние факторов среды на скорость ферментативных реакций. Полифункциональный катализ. Определение понятия активный центр. Принципы организации активных центров ферментов. Факторы ферментативного катализа. Механизмы регуляции скорости ферментативных реакций.

Биохимия липидов.

Общая характеристика липидов. Особенности структуры и физико-химические свойства липидов. Амфифильность. Жирные кислоты, структура, классификация. Особенности жирнокислотного состава различных липидов. Влияние жирнокислотного состава на физико-химические свойства мембран. Строение и биологические функции триглицеридов и восков. Фосфолипиды. Особенности структуры, основные физико-химические свойства. Понятие о молекулярных видах фосфолипидов. Гликолипиды. Строение, жирнокислотный состав, локализация, функциональная роль. Особенности структурно-функциональной организации микродоменов мембран ("rafts").



### Биохимия углеводов.

Структура и функции моно, олиго и полисахаридов. Гликопротеины. Биосинтез аспарагин-связанных олигосахаридов. Биологическая роль гликозилирования белков. Особенности О- и N-гликозилирования. Многообразие активных форм сахаров и их участие в биосинтетических процессах.

### Пути метаболизма.

Особенности метаболизма азот-содержащих соединений. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Образование биологически активных веществ в процессе катаболизма аминокислот. Трансаминирование, дезаминирование. Обезвреживание и выведение аммиака. Цикл синтеза мочевины. Биосинтез и катаболизм нуклеотидов. Метаболизм углеводов. Гликолиз, глюконеогенез, пентозофосфатный путь: субстраты и промежуточные продукты, регуляция. Липиды как энергетические вещества. Транспорт липидов между печенью и жировой тканью. Отложение жиров в запас. Окисление и биосинтез жирных кислот. Регуляция обмена липидов в организме. Кетонные тела, их образование и значение. Кетоз, кетонемия.

### Биоэнергетика

Макроэргические соединения, их классификация. Роль АТФ в биохимических процессах. Биосинтез АТФ (окислительное и субстратное фосфорилирование). Возникновение протон-движущей силы. Конверсия форм энергии в организме. Окислительное фосфорилирование. Доказательства гипотезы Митчелла. Окислительные процессы в организмах. Роль кислорода. Цепи переноса электрона. Активные формы кислорода. Мембранный транспорт. Молекулярная организация. Механизмы.

### Молекулярные механизмы копирования полинуклеотидов.

Полиморфизм вторичных структур ДНК (В-, А-, Z-, H-формы). Свойства кольцевых ковалентнозамкнутых ДНК (суперспирализация ДНК). Топоизомеразы, свойства и механизм действия. Молекулярные механизмы репликации про- и эукариот. Ферментативный аппарат репликации, праймосома, реплисома. Особенности репликации теломер. Молекулярные механизмы транскрипции про- и эукариот. Особенности строения РНК-полимераз. Основные этапы транскрипции. Регуляция транскрипции про- и эукариот. Структура и механизм действия транскрипционных факторов. Процессинг тРНК, рРНК, про-мРНК, созревание 5' и 3'-концов, аутосплайсинг, доказательство ферментативных свойств у рРНК тетраимены (рибозимный катализ). Молекулярные механизмы обратной транскрипции. Системы рестрикции и модификации ДНК, их роль в эволюции.

### Биосинтез белка

Особенности первичной, вторичной и третичной структуры транспортных РНК (тРНК). Основные функции тРНК. Процессинг тРНК. Строение и состав рибосом прокариот и эукариот. Инициация и терминация трансляции как модифицированные варианты цикла элонгации. Элонгация трансляции. Белковые факторы элонгации трансляции (EF-Tu, EF-Ts, EF-G). Реакция транспептидации. Транслокация рибосомы. Динамическое перепрограммирование трансляции (перекодирование): запрограммированный сдвиг рамки считывания, «прыжки» рибосомы, включение в полипептидную цепь остатков селеноцистеина и пирролизина, транс-трансляция). Нерибосомный синтез пептидов NRP-синтетазами. Нематричный синтез малых пептидов на примере глутатиона.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

## Тест№1

1. Выберите тип водородных связей, стабилизирующих вторичную структуру белка:
  - а)  $C = O \dots H - N$
  - б)  $C = O \dots H - O$
  - в)  $C = N \dots H - N$
  
2. Выберите определение третичной структуры белка:
  - а) порядок чередования аминокислот в полипептидной цепи;
  - б) пространственная структура белка, обусловленная взаимодействием между структурными доменами;
  - в) полная пространственная структура белка;
  
3. Промежуточными продуктами гликолиза являются:
  - а) сукцинил-КоА
  - б) оксалоацетат
  - в) рибулозо-5-фосфат

## Тест№2

1. Предшественниками синтеза пуриновых нуклеотидов является:
  - а) аспарагиновая кислота
  - б) глицин
  - в) глутаминовая кислота
  
2. Кислород в дыхательной цепи митохондрий является:
  - а) терминальным акцептором электронов
  - б) источником образования углекислого газа при окислении углеродсодержащих соединений
  - в) непосредственным окислителем НАДН
  
3. Какие из перечисленных липидов или их компонентов являются незаменимыми факторами питания:
  - а) линолевая кислота
  - б) линоленовая кислота
  - в) пальмитиновая кислота

**Биотехнология:**

Предмет, история развития и основные направления биотехнологии

Основные предпосылки возникновения и предмет изучения биотехнологии. Понятия «старая» и «новая» биотехнологии, вклад современных достижений молекулярной биологии в становление и развитие «новой» биотехнологии. Этапы развития биотехнологии. Основные принципы развития биотехнологических производств. Объекты биотехнологии и их биотехнологические функции. Особенности развития биотехнологии в главных регионах мира. Правила техники безопасности в биотехнологической промышленности и контроль продукции. Перспективы развития биотехнологии в основных отраслях народного хозяйства.

**Биотехнология микроорганизмов**

Общие вопросы регуляции метаболизма в микробной клетке. Регуляция активности, индукции и репрессии синтеза ферментов. Методы генетического конструирования микроорганизмов *in vivo*. Мутагенез, мутанты, мутагены, мутации, ревертанты, ауксотрофы. Методы выделения мутантных клеток; гибридизация эукариотических микроорганизмов; использование плазмид и механизма конъюгации;

использование фагов и механизма трансдукции; использование транспозонов; использование механизма трансформации клеток; метод слияния протопластов.

Методы генетического конструирования микроорганизмов *in vitro* включают методы получения рекомбинантных ДНК (источники ДНК и методы воссоединения фрагментов ДНК); методы введения рекомбинантных ДНК в клетки (плазмиды, бактериофаг  $\lambda$ , производные бактериофага  $\lambda$  – фазмиды и космиды, бактериофаг M13 – как векторные молекулы). Методы идентификации клонов, содержащих рекомбинантные молекулы; экспрессию чужеродных генов в микроорганизмах, локализованный и сайт-специфический мутагенез. Генетическая инженерия промышленно-важных микроорганизмов (псевдомонады, актиномицеты, бациллы, коринебактерии, дрожжи).

Основные стадии осуществления биотехнологических процессов.

Основные стадии биотехнологического производства и сырьевую базу биотехнологии. Технология приготовления питательных сред; поддержание чистой культуры микроорганизмов; особенности стадии ферментации для двух типов биотехнологических процессов – производства биомассы и производства вторичных метаболитов; этап выделения и очистки продукта; получение товарных форм препаратов

Сырьевая база: получение углеводородного сырья путем прямой перегонки нефти и путем переработки нефтяных дистиллятов; получение этанола; получение метанола и его подготовка для использования метанотрофами; получение углеводов гидролизом растительного сырья; получение уксусной кислоты (путем прямого каталитического окисления этилена, путем карбонилирования метанола); использование мелассы для биотехнологии; получение гидролизатов торфа для биосинтеза белка; подготовка отходов целлюлозно-бумажной промышленности.

Применение биотехнологических процессов в пищевой промышленности. Производство кормового белка. Необходимость употребления незаменимых аминокислот: валин, лейцин, лизин, треонин, триптофан, метионин. Биологически полноценные белки. Аминокислотный состав зерновых культур, используемых в кормопроизводстве. Содержание незаменимых аминокислот в белках микроорганизмов. Кормовые дрожжи. Технология глубинного выращивания кормовых дрожжей в ферментерах. Белковые концентраты из бактерий. Кормовые белки из водорослей. Технология получения белковой массы из клеток бактерий и водорослей. Белки микроскопических грибов. Кормовые белковые концентраты из растений: белковый коагулят, ферментированный коричневый сок, жом. Микробиологический синтез лизина и триптофана. Производство кормовых витаминных препаратов группы В. Кормовые липиды. Важнейшие ферментные препараты, применяемые в сельском хозяйстве.

Биотехнология производства метаболитов и биотрансформация органических соединений

Биотехнология получения первичных и вторичных метаболитов. Производство аминокислот. Микробиологические методы получения аминокислот. Производство лизина, триптофана, аргинина, глутамина и др. Химико-ферментативные способы получения аминокислот. Получение L-лизина, триптофана. Производство витаминов. Производство

органических кислот. Получение уксусной, лимонной и др. кислот.

Биотехнология получения вторичных метаболитов. Тонкий биосинтез и микробиологическая трансформация органических соединений. Получение антибиотиков, промышленно важных стероидов. Трансформация стероидов путем введения гидроксильной группы, путем дегидрогенизации; природные стерины (холестерин, эргостерин, стигмастерин) как сырье для получения лекарственных препаратов; методы проведения процессов микробиологических трансформаций и пути

их интенсификации. Трансформация углеводов путем окисления, восстановления, изомеризации. Примеры трансформации углеводов: превращение глицерина в диоксиацетон; превращение D-сорбита в L-сорбозу; превращение ксилозы в ксилит.

Инженерная энзимология. Имобилизованные ферменты

Источники ферментов, технология культивирования микроорганизмов – продуцентов ферментов, технологии выделения и очистки ферментных препаратов.

Инженерная энзимология. Отличия свободных ферментов от иммобилизованных, суть процесса иммобилизации, основные преимущества использования иммобилизованных ферментов в сравнении с ферментами свободными. Методы физической иммобилизации: адсорбция на нерастворимых носителях, использование фвухфазных систем, заключение ферментов в гели, метод полупроницаемых мембран. Методы химической иммобилизации: ковалентное связывание, метод сополимеризации и формирование ферментных сеток. Влияние носителя на каталитическую активность иммобилизованных ферментов. Использование иммуноферментного анализа в различных отраслях народного хозяйства: химический анализ, медицина, пищевая промышленность.

Экологическая биотехнология. Биоэнергетика

Применение биотехнологических процессов для решения проблем окружающей среды. Экологическая биотехнология. Методы очистки сточных вод: механические, химические, физико-химические, биологические; конструкции и назначение аэротенков и биофильтров, используемых на очистных сооружениях. Различия первичного, вторичного и третичного отстоя сточных вод.

Биологические методы очистки стоков. Аэробные процессы очистки сточных вод. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Утилизация твердых отходов. Биоочистка газоздушных выбросов. Биodeградация ксенобиотиков, нефтяных загрязнений, пестицидов. Получение экологически чистой энергии. Биогаз. Производство этанола. Биотехнология преобразования солнечной энергии. Фотопроизводство водорода. Бактериальное выщелачивание минерального сырья. Биосорбция металлов из растворов.

Биотрансформация ксенобиотиков и загрязняющих окружающую среду веществ, производных нафталина и салициловой кислоты. Процессы окисления и восстановления ксенобиотиков под воздействием микроорганизмов и ферментов в почве и воде.

Получение экологически чистой энергии. Технология производства биогаза. Стадии биометаногенеза: гидролиз биополимерных молекул, ферментация мономеров, ацетогенная стадия, метаногенная стадия. Условия метанообразования и физические свойства биогаза. Техничко-экономические показатели биогазовых установок. Мировой опыт биоконверсии навоза в биогаз. Производство этанола как альтернативного источника энергии. Растения, используемые для производства этилового спирта. Перспектива замены бензина этанолом. Биотехнология преобразования солнечной энергии. Фотопроизводство водорода.

Клеточная и тканевая биотехнология

Культивирование клеток животных *in vitro*. Особенности культивируемых клеток животных: цитоплазматическая мембрана и функции, связанные с ней (контакт клеток, феномен контактного ингибирования, слияние клеток, транспорт веществ через мембрану); рост клетки (клеточный цикл; регуляция роста: масса клетки, конфигурация клетки и факторы роста; роль мембран в регуляции роста клетки); дифференциация клетки; трансформация клетки; старение клетки.

Использование биотехнологии в животноводстве. Технология трансплантации эмбрионов (супероуляция, искусственное осеменение донора, извлечение эмбрионов, хранение эмбрионов, пересадка эмбрионов); клеточная инженерия (получение однойцевых близнецов; клонирование эмбрионов путем пересадки ядер

эмбриональных клеток в энуклеированные яйцеклетки; межвидовые пересадки эмбрионов и получение химерных животных); технология оплодотворения яйцеклеток вне организма животных (созревание ооцитов *in vitro*, капацитация сперматозоидов, оплодотворение *in vitro* и обеспечение ранних стадий развития эмбрионов).

Особенности культивирования изолированных клеток растений. История развития биотехнологии растений. Каллусные и суспензионные культуры, как основные типы пересадочных культур высших растений. Культуры клеток растений как промышленные источники веществ растительного происхождения. Факторы, влияющие на выход продуктов: происхождение ткани – генетическая характеристика; условия культивирования – химические и физические факторы; селекция и отбор; биохимические манипуляции; биотрансформация. Системы для роста биомассы и синтеза вторичных соединений: факторы, влияющие на рост биомассы; биомасса и продуктивность; продуцирующие системы – крупномасштабное культивирование и иммобилизованные клетки. Экономические аспекты и перспективы развития промышленного культивирования клеток растений.

Использование биотехнологии растений в сельском хозяйстве, селекции и растениеводстве: межвидовые и межродовые гибриды; генетическая изменчивость в культивируемых каллусных клетках; полиплоидизация *in vitro*; получение *in vitro* и использование гаплоидов; ускоренное микроразмножение ценных хозяйственно-важных культур.

Основы генетической инженерии

История развития генетической инженерии, понятие биоинженерия. Биотехнология рекомбинатных ДНК, клонирование и экспрессия генов в различных организмах.

Технологии, используемые для трансформации растений с помощью агробактерий. Методы трансформации растительных клеток, экспрессию чужеродных генов и ее регуляцию в трансгенных растениях. Успехи и перспективы генной инженерной биотехнологии растений. Получение трансгенных растений, устойчивых к стрессовым воздействиям. Получение трансгенных растений, устойчивых к насекомым. Получение трансгенных растений, устойчивых к грибной, бактериальной, вирусной инфекции. Получение трансгенных растений, устойчивых к гербицидам.

Основы метаболической инженерии растений: метаболическая инженерия липидов, сахаров и полисахаридов, конструирование трансгенных растений-продуцентов белков. Использование генетической инженерии в животноводстве. Приготовление ДНК для микроинъекции, подготовка доноров и извлечение эмбрионов, визуализация пронуклеусов в эмбрион, микроинъекция ДНК, пересадка эмбрионов, изучение интеграции и экспрессии генов у трансгенных животных, изучение наследования трансгенов. Создание разных типов трансгенных животных: трансгенные животные с новыми хозяйственно-полезными свойствами; трансгенные животные с устойчивостью к заболеваниям; трансгенные животные, продуцирующие биологически-активные вещества. Биотехнологический контроль воспроизводства сельскохозяйственных животных

Биотехнология и биобезопасность

Аспекты биобезопасности, связанные с биотехнологией. Понятия безопасности и биобезопасности. Позитивные аспекты влияния биотехнологии на невоенные аспекты безопасности. Биобезопасность в клеточных, тканевых и органогенных биотехнологиях. Генетический риск и биобезопасность в биоинженерии и трансгенозе. Основные положения стабильной биобезопасности в биоинженерии.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

## Тест №1

1. Микрклональное размножение *in vitro* для агропромышленного комплекса используется
  - а. для оздоровления от вирусов посадочного материала
  - б. для размножения уникальных генотипов
  - в. для получения мутантов
  
2. Какие способы клеточной селекции используются для получения ауксотрофных мутантов?
  - а. прямая (позитивная) селекции
  - б. опосредованная селекция
  - в. негативная селекция
  
3. Применяются следующие способы получения растений-регенератов *in vitro*
  - а. путем соматического эмбриогенеза
  - б. путем зиготического эмбриогенеза
  - в. путем побегообразования

## Тест №2

1. С помощью соматической гибридизации можно получить
  - а. гетерозиготы по внеядерным детерминантам
  - б. ассиметричные гибриды
  - в. гибриды полностью соответствующие половым
  
2. Основные векторные системы для переноса генов в растение- это
  - а. вирусы
  - б. транспозоны
  - в. агробактерии
  
3. Какие гены из агробактериальной плазмиды (Ti -плазида) переносятся в геном растения при трансформации?
  - а. гены синтеза опинов
  - б. гены синтеза ауксинов
  - в. гены синтеза этилена

**Генетика:**

Наследственность.

Генетика и ее место в системе естественных наук. Законы Менделя. Аллельные взаимодействия. Доказательства роли ДНК в наследственности. Репликация ДНК. Хроматин, его структура. Хромосомы человека. Материальные основы менделевских закономерностей. Сцепление с полом наследование. Взаимодействие генов.

Процессы, ведущие к рекомбинации у эукариот.

Рекомбинация у эукариот. Хромосомная теория наследственности. Методы генетического и цитологического картирования. Процессы, ведущие к рекомбинации у прокариот и вирусов. Теория гена.

Универсальные свойства генетического материала. Методы работы с ДНК.

Нехромосомное наследование. Клеточные органеллы, содержащие ДНК. Митохондриальная наследственность. Митохондриальные гены и болезни человека. Методы работы с ДНК и РНК. Основные этапы генно-инженерного процесса. Банки генов. Геномные библиотеки. Достижения генной инженерии.

Типы изменчивости. Мутационный процесс.

Типы изменчивости их значение в эволюции и для генетического анализа. Роль генотипа и среды в модификационной изменчивости. Норма реакции. Мутационный процесс. Основы генетической безопасности. Хромосомные перестройки. Генетические последствия хромосомных перестроек.

Генетические основы эволюции.

Генетика популяций. Проблема гетерогенности природных популяций. Наследование в популяциях. Количественные характеристики полиморфизма природных популяций. Видообразование и микроэволюция. Популяционная генетика человека. Эволюция генетического кода. Непрекрывающийся генетический код и перекрывающиеся гены.

Генетический материал в онтогенезе.

Регуляция экспрессии генов. Активное и неактивное состояние хроматина. Регуляция экспрессии генов на уровне транскрипции (теория оперона). Регуляторная область гена. Эnhансеры и сайленсеры. Альтернативный сплайсинг. Регуляция экспрессии генов на посттранскрипционном уровне. Малые РНК в регуляции экспрессии генов. Механизмы дифференциации клеток. Стволовые клетки. Клонирование животных. Перестройки генов в онтогенезе.

Генетика количественных признаков. Модификационная изменчивость.

Роль генотипа и среды в изменчивости количественных признаков. Гены-модификаторы. Гетерозис. Генетический контроль предрасположенности к заболеваниям у человека.

Морфозы и фенкопии. Роль наследственности и факторов среды в формировании врожденных патологий у человека.

Экологическая генетика.

Генетическая токсикология. Оценка генетической активности факторов среды. Мутагенез и канцерогенез. Механизмы репарации ДНК. Заболевания человека, связанные с нарушением репарации ДНК. Генетический контроль устойчивости (чувствительности) к факторам окружающей среды.

Основы генетики человека.

Гибридологический анализ: метод родословных. Полиплоидия и хромосомные болезни человека. Методы диагностики хромосомных болезней человека. Генетические методы идентификации личности и установления отцовства. Генотерапия.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

Тест №1

1. Выберите термины, которые используют для описания взаимодействия генов
  - а. эпистаз
  - б. комплементарное взаимодействие
  - в. кодоминирование
  
2. Филадельфийская хромосома имеет онкогенный эффект, поскольку ее возникновение связано с:
  - а. протяженной делецией, при которой теряются гены-онкосупрессоры
  - б. инверсией, при которой онкоген попадает под действие конститутивного сильного промотора
  - в. транслокацией, при которой формируется химерный белок с постоянной киназной активностью
  
3. Генетический код является

- а. неперекрываемым
- б. триплетным, уникальным для представителей каждого вида
- в. вырожденным

#### Тест №2

1. Выберите термины, которые используют для описания взаимодействия аллелей одного гена
  - а. полимерия
  - б. доминирование
  - в. межallelная комплементация
  
2. Нерасхождение X-хромосом в мейозе у женщин может привести к рождению ребенка с
  - а. синдромом Кляйнфельтера
  - б. синдромом Тернера-Шершевского
  - в. синдромом Дауна
  
2. Используя дрожжевую двугибридную систему, можно:
  - а. строить генетические карты
  - б. изучать взаимодействия белков
  - в. получать большое количество гетерологичного белка

#### **Математическая биология, биоинформатика:**

Предмет и задачи биоинформатики в современных биомедицинских исследованиях.

Основные принципы, задачи и подходы анализа геномных, протеомных и других данных, получаемых современными методами молекулярной биологии. Базы данных и их использование на всех этапах работы с экспериментальными данными.

Геномный проект и анализ качества данных

Этапы геномного проекта и их взаимозависимость. Знакомство с входными и выходными данными на каждом этапе, оценка их качества, форматы данных.

Сборка бактериальных геномов.

Восстановление полной первичной последовательности генома. Алгоритмы сборки и их применение в зависимости от используемой сиквенсной технологии.

Особенности метагеномики

Биоинформатические подходы к анализу микробных сообществ различной сложности. Особенности анализа – от сборки до интерпретации данных.

Аннотация бактериальных геномов.

Приложение биологических знаний к анализу структуры геномов. Поиск ORFs. Определение биологической функции генов. Метаболические пути.

Транскриптомика.

Оценка уровня экспрессии генов, сборка транскриптов, выбор аналитического подхода.

Области применения биоинформатики.

Биоинформатика в биологии, медицине, экологии, сельском хозяйстве, криминалистике и т.д.

Научное исследование аспиранта, его актуальность, методология и новизна. История развития конкретной научной проблемы, ее роль и место в клеточной биологии или гистологии. Специальные знания и методологические подходы к решению конкретной научной проблемы.



Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

#### Тест№1

1. Зачем производится сборка геномов?
  - Чтобы восстановить полную последовательность изучаемого генома
  - Уменьшить объем анализируемых данных
  - Исправить ошибки в сиквенсных прочтениях
  
2. Контигом называется:
  - Одно прочтение ДНК
  - Консенсусная непрерывная последовательность участка ДНК, полученная в результате сборки исходных прочтений ДНК
  - Кодирующая часть гена
  
3. Что изучает протеомика?
  - Структуры белков
  - Функции белков
  - Взаимодействия белков

#### Тест№2

1. К технологиям полногеномного секвенирования относятся:
  - Метод Illumina
  - Метод Oxford Nanopore
  - Метод Ion Torrent
  
2. В состав нуклеотида входят:
  - Сахар
  - Фосфатная группа
  - Аминокислота
  
3. Консервативные области в исследуемых последовательностях ДНК могут быть идентифицированы при помощи:
  - Позиционного анализа
  - Множественного выравнивания
  - Анализа метаболома

### **Микробиология:**

Систематика, таксономия и номенклатура прокариотов

Фенотипическая классификация. Основные типы клеточного строения у прокариотов. Морфологические типы прокариотов. Грамположительные и грамотрицательные бактерии. Основные группы фенотипических признаков прокариотов. Молекулярная палеонтология. Археи как «другие» прокариоты. Эволюционный дуализм прокариотов. Сходство и отличие между бактериями и археями. Новейшие представления об эволюционных взаимоотношениях архей с эукариотами. Полифазная таксономия. Категория вида у прокариотов. Филогенетическое древо бактерий

Метаболизм прокариотов

Энергетический метаболизм. Субстратное фосфорилирование. Протон-транслоцирующая АТФаза/АТФ-синтаза. Хемотрофия. Брожения. Дыхание. Хемолитотрофия. Акцепторы электронов дыхательной цепи. Механизм образования метана у автотрофных и гетеротрофных метаногенов. Биосинтез ацетата ацетогенными бактериями (путь Вуда). Фототрофия. Конструктивный метаболизм. Углеродная автотрофия (монокарботрофия). Восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). Восстановительный цикл карбоновых кислот (цикл Эрнона). Ассимиляция формальдегида в рибулезомонофосфатном цикле (цикле Квайла) и сериновом цикле. Углеродная и азотная автотрофия. Фотосинтез. Хемосинтез.

Разнообразие, численность и распространение прокариотов.

Географическое распространение прокариотов. Прокариоты-космополиты и эндемики. Автоэкология и адаптация прокариотов. Экологические стрессы. Синэкология прокариотов. Эпibiоз; микробные маты и консорции. Квази-эндоцитобиоз бактерий. Эндоцитобиоз. Внутриклеточный паразитизм зоопатогенных бактерий. Ксеносомы. Эктобиоз и эндобиоз бактерий с животными и растениями. Эктобиоз и эндоцитобиоз у архей.

Методы скрининга, накопления, выделения и культивирования прокариотов. ПЦР-диагностика прокариотов. Культивирование прокариотов. Питательные среды. Методы культивирования. Типы ферментеров. Масштабирование культур. Аппаратура, используемая для управления и мониторинга роста. Некультивируемые формы. Реанимация древних бактерий. Биотехнология. Биологическая очистка отходов. Гидрометаллургия. Интродукция бактерий в природные экосистемы в качестве удобрений, агентов ремедиации и биопестицидов. Релиз-проблемы; мораторий на генетически модифицированные бактерии.

Строение прокариотов.

Компартментализация у прокариотов. Мембранные липиды бактерий и архей. Структура цитоплазматической мембраны. Транспорт через мембрану. Пассивная и облегченная диффузия. Активный транспорт. Экскреция метаболитов и антимикробных агентов. Экспорт, осуществляемый АВС-транспортёрами.

Цитоплазматический компартмент. Строение хромосом бактерий и архей. Плазмиды. Рибосомы бактерий и архей. Цитоскелет у прокариотов. Деградосомы. Шаперонины. Специализированные компартменты. Магнитосомы; магнитная ориентация. Карбоксисомы. Периплазматический компартмент грамотрицательных бактерий. Экзоплазматический компартмент. Жгутики и фимбрии бактерий и архей. Геном прокариот). Репликация хромосом и плазмид. Фотореактивация. Системы репарации. Мутации. Рекомбинация. Горизонтальный перенос генов. Экспрессия генома. Транскрипция. Особенности транскрипции у архей. Посттранскрипционный процессинг мРНК. Эпигенетическое наследование. Клеточный цикл прокариотов. Старение и смерть клетки. Клеточный рост. Кривая периодического роста, ее фазы и особенности физиологического состояния бактерий в них. Диауксия. Факторы, влияющие на продолжительность лаг-периода и других фаз кривой роста. Деление клетки и фрагментация трихома как два способа размножения бактерий. Механизм деления бактерий и архей. Типы клеточной дифференциации и дифференцированных клеток. Свойства эндоспор; механизм образования эндоспор; регуляция спорообразования. Цисты. Регуляция транскрипции. Посттранскрипционная регуляция. Регуляция метаболизма. Регуляция поведения. Таксисы как индивидуальная поведенческая реакция. Механизм хемотаксиса. Коллективное поведение на основе внутривидовой коммуникации.

Медицинская микробиология.

Медицинская микробиология. Генетическая организация детерминант вирулентности. Регуляция экспрессии факторов патогенности. Классификации заболеваний. Этапы инфекционного процесса. Пути передачи инфекционного агента.

Явление носительства. Санитарно-показательные группы бактерий. Основные патогенные бактерии; вызываемые ими патологические состояния. Продуценты микотоксинов и альготоксинов – проблемы безопасности воды и пищевых продуктов.

Промышленная микробиология. Специфика использования микроорганизмов и клеточных культур на производстве. Промышленный микробиологический процесс как культивирование с использованием микробной или клеточной культуры (продуцента), питательной среды (сырья) и культиватора (ферментера). Способы культивирования, типы сред и ферментеров. Целевые продукты. Получение традиционных пищевых продуктов и кормов. Обработка сложного сырья для легкой промышленности. Производство биомассы микроорганизмов. Получение биополимеров, липидов, микробных полисахаридов и нуклеиновых кислот. Производство витаминов, первичных метаболитов, метаболических интермедиатов и вторичных метаболитов. Получение продуктов биоконверсии. Производство альтернативных энергоносителей. Гидрометаллургия. Биологическая очистка отходов; биоремедиация. Замкнутые экологические системы. Нетрадиционные продукты ферментации Эстремофильные продуценты. Использование рекомбинантных ДНК, клонированных генов, амплификации плазмид.

Вирусы.

Вирион; состав вириона: геном вируса. Онтогенез вируса. Типы вирусных инфекций.

Естественная защита от вирусной инфекции. Систематика и биоразнообразие вирусов, их роль в экосистемах. Современные представления о происхождении вирусов и их эволюции. Особенности бактериофагов. Культивирование, количественный учет и препаративное получение. Онтогенез бактериофагов. Феномен лизогении. Интеграция и эксцизия фага лямбда. Лизогенная конверсия. Псевдолизогения. Фаговая трансдукция. Общая трансдукция; фаг P22. Специализированная трансдукция; фаг мю.

Биоразнообразие бактериофагов. Особенности вирусов архей. Особенности вирусов протистов, грибов, водорослей и растений. Общие свойства вирусов животных. Онтогенез вирусов животных. Хозяйская специфичность вирусов животных. Современная систематика вирусов животных. Методы культивирования. Типы инфекций, осуществляемых вирусами животных. Биоразнообразие вирусов животных.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

Тест №1

1. Микоплазмы это:

- а. микроорганизмы, образующие многоядерный плазмодий
- б. прокариоты без клеточной стенки
- в. возбудители актиномикозов

2. Рецепторами бактериофагов могут быть:

- а. липополисахариды наружной мембраны
- б. белки наружной мембраны
- в. муреин-тейхоатный комплекс клеточной стенки

3. У бактерий к функциональным включениям цитоплазматической локализации относятся:

- а. карбоксисомы
- б. хлоросомы

в. полифосфатные гранулы

#### Тест №2

1. Фитовирусы распространяются по тканям высшего растения с помощью:
  - а. коллагеназы
  - б. гиалуронидазы
  - в. транспортных белков (белков движения) вирусного происхождения
  
2. У прокариотов терминальным акцептором электронов для дыхательной цепи могут служить:
  - а. нитратный анион
  - б. сульфатный анион
  - в. углекислота
  
3. Бактериальные хромосомы могут:
  - а. иметь линейную форму
  - б. окаймляться мембранной структурой, сходной с ядерной оболочкой
  - в. содержать не менее 50% белка

#### **Физиология и биохимия растений:**

Особенности строения растительной клетки. Ядро. Рибосомы. Пластиды. Митохондрии. Эндоплазматический ретикулум. Аппарат Гольджи. Вакуоль. Пероксисомы, глиоксисомы, олеосомы. Цитоскелет. Микротрубочки. Микрофиламенты. Клеточная стенка. Структура и функции клеточной стенки растений. Строение и синтез микрофибрилл целлюлозы. Строение и функции гемицеллюлоз. Строение и функции пектинов.

Фотосинтез. Фотосинтетический аппарат растения. Пигменты хлоропластов. Хлорофилл. Физико-химические свойства хлорофилла. Энергетические состояния молекулы хлорофилла. Биосинтез молекулы хлорофилла. Каротиноиды. Фикобилипротеины. Световые реакции фотосинтеза. Асимметрия распределения белковых комплексов в тилакоидных мембранах. Строение фотосистем I, II и комплекса цитохромов. Антенные (светособирающие) комплексы. Разделение зарядов в фотосистемах. Фотоокисление воды. Z-схема фотосинтеза и транспорт электронов в фотосистемах. Механизм транспорта электронов и протонов в комплексе цитохромов b6/f. Циклический транспорт электронов и реакция Мелера. Фотофосфорилирование. Хемиосмотический механизм синтеза АТФ. Строение и функционирование АТФ-синтазного комплекса. Пути связывания углекислоты (темновые реакции фотосинтеза). С3-путь фотосинтеза (Цикл Кальвина). С4-путь фотосинтеза. Фотосинтез по типу толстянковых (САМ-метаболизм). Фотодыхание и метаболизм гликолевой кислоты. Синтез крахмала и сахарозы. Транспорт ассимилятов. Строение флоэмы. Механизм флоэмного транспорта. Зависимость фотосинтеза от факторов внешней среды. Свет. Углекислота. Температура.

Клеточное дыхание растений. Типы окислительно-восстановительных реакций. Гликолиз. Обращение гликолиза и глюконеогенез. Брожение. Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса) Превращение жиров в углеводы. Глиоксилатный цикл. Пентозофосфатный путь окисления глюкозы. Синтез АТФ в процессе окислительного фосфорилирования. Строение электрон-транспортной цепи митохондрий. Транспорт электронов во внутренней мембране митохондрий. Окислительное фосфорилирование. Механизм работы АТФ-синтазного комплекса митохондрий. Особенности клеточного дыхания растений. Цианид-устойчивое дыхание растений. Немитохондриальные электрон-транспортные цепи растительной клетки. Зависимость дыхания от содержания кислорода и АДФ. Активные формы кислорода.

Водный режим растений. Функции воды в растении. Структура и свойства воды. Водные растворы. Водный обмен растительных клеток. Формы воды в растительных клетках. Водный потенциал. Осмос. Транспорт воды в растительной клетке. Водный баланс растения. Поглощение воды корнями. Радиальный транспорт воды в корне. Корневое давление. Транспирация. Устьичная транспирация. Кутикулярная транспирация. Кутин. Воска. Суберин. Передвижение воды по сосудистой системе растения. Водный обмен у растений различных экологических групп.

Мембранный транспорт в растениях. Электрохимический потенциал. Виды мембранного транспорта. Первично-активный транспорт ионов. Ионные насосы. Транспортные АТФазы Р-типа. Протонные АТФазы V-типа. Транспортные пирофосфатазы —  $H^+$ -РРазы. АВС-переносчики. Вторично-активный транспорт. Переносчики катионов. Анионные переносчики. Переносчики аминокислот и углеводов. Ионные каналы растений. Строение и функционирование ионных каналов.  $K^+$ -каналы растительных клеток.  $Ca^{2+}$ -каналы растений. Неселективные катионные каналы. Анионные каналы. Механочувствительные ионные каналы. Ионифоры. Метод пэтч-кламп регистрации ионного транспорта. Использование мембранных везикул для изучения мембранного транспорта ионов.

Минеральное питание растений. Элементный состав растений. Макроэлементы. Азот. Фосфор. Калий. Кальций. Сера. Магний. Кремний. Микроэлементы. Железо. Медь. Цинк. Марганец. Молибден. Бор. Кобальт и никель. Хлор. Ассимиляция неорганических ионов растениями. Ассимиляция азота. Превращение азота в почве микроорганизмами. Азотфиксирующие микроорганизмы. Фиксация азота клубеньковыми бактериями. Молекулярный механизм азотфиксации. Ассимиляция нитрата. Ассимиляция аммония. Ассимиляция сульфата. Микориза. Удобрения. Выращивание растений без почвы.

Выделение веществ растениями. Способы секреции веществ у растительных организмов. Наружные секреторные структуры. Железки, железистые волоски. Нектарники. Солевые железки и волоски. Гидатоды. Внутренние секреторные структуры.

Гормональная система растений. Понятие фитогормона. Ауксины. Физиологическая роль ИУК. Метаболизм ИУК. Транспорт ИУК. Механизм действия ИУК. Гиббереллины. Синтез гиббереллинов. Действие гиббереллинов на процессы роста и развития. Механизм действия гиббереллинов. Цитокинины. Химическая структура и синтез цитокининов. Физиологическая роль цитокининов. Механизм действия цитокининов. Абсцизовая кислота. Химическая структура и синтез абсцизовой кислоты. Физиологическая роль АБК в растении. Механизм действия АБК. Этилен. Синтез этилена и цикл Янга. Физиологическая роль этилена в растениях. Молекулярный механизм действия этилена. Брассиностероиды. Механизм действия брассиностероидов. Физиологическая роль брассиностероидов. Жасмонаты. Механизм действия жасмоновой кислоты. Физиологическая роль жасмонатов. Салициловая кислота. Биосинтез салициловой кислоты. Механизм действия салициловой кислоты при патогенезе. Физиологическая активность салициловой кислоты в растениях. Пептидные гормоны растений.

Физиология роста и развития растений. Основные элементы в механизме морфогенеза растения. Гены и транскрипционные факторы — регуляторы развития растений. Эпигенетический контроль развития. МикроРНК. Полярность. Корреляции в ходе роста и морфогенеза. Меристемы. Рост растений. Деление клеток. Рост растяжением. Эмбриональный этап развития растительного организма. Формирование зародыша. Регуляция эмбриогенеза растений. Формирование семян. Формирование плодов. Покой семян. Апомиксис. Вегетативный этап онтогенеза растения. Прорастание семени. Апикальная меристема побега. Развитие листа. Развитие корня. Дифференциация сосудов. Генеративный этап развития. Инициация цветения.

Формирование флоральных меристем. Формирование органов цветка. Формирование женского гаметофита. Формирование мужского гаметофита. Оплодотворение. Сенильный этап развития.

Фотоморфогенез. Рецепция и физиологическая роль красного света. Фитохром. Светорегулируемые гены. Участие брассиностероидов в регуляции фотоморфогенеза. Рецепция и физиологическая роль синего света.

Клонирование растений. Вегетативное размножение растений. Микроклональное размножение растений в культуре *in vitro*.

Физиология стресса. Водный дефицит и устойчивость к засухе. Устойчивость растений к низким температурам. Холодостойкость. Морозоустойчивость. Тепловой стресс. Белки теплового шока. Адаптация растений к засолению. Адаптация растений к недостатку кислорода. Окислительный стресс.

Защита растений от патогенов и фитофагов. Видовой иммунитет. Реакция сверхчувствительности. Системный приобретенный иммунитет растений. Индуцируемая системная устойчивость растений. Устойчивость растений к фитофагам.

Вторичный метаболизм растений. Моно-, сескви- и дитерпены. Стероиды и политерпены. Фенольные соединения. Синтез фенольных соединений. Кумарины. Флавоноиды. Лигнин. Танины. Алкалоиды. Минорные группы вторичных метаболитов. Цианогенные гликозиды. Глюкозинолаты.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

#### Тест №1

1. Диаметр плазмодесм регулируется синтезом/распадом:
  - а) сахарозы
  - б) целлюлозы
  - в) каллозы
2. РУБИСКО у C4 растений локализована в:
  - а) клетках мезофилла
  - б) клетках устьиц
  - в) клетках обкладки проводящих пучков
3. Передача сигналов в растительных клетках происходит с участием следующих сигнальных систем:
  - а) Ca<sup>2+</sup>-система
  - б) протеосомная
  - в) дегидрогеназная

#### Тест №2

1. Состояние покоя регулируется следующими фитогормонами
  - а) АБК
  - б) салицилаты
  - в) стриголактоны
2. Транспорт ионов осуществляется при участии следующих типов мембранного транспорта:
  - а) первично-активный
  - б) вторично-активный
  - в) ионные каналы

3. Концентрация ионов  $K^+$  в цитоплазме растительной клетки должна поддерживаться на уровне:

- а) 50-100 мМ
- б) 100-150 мМ
- в) 200-250 мМ

### **Клеточная биология:**

Организация биологических мембран и трансмембранная сигнализация.

Модели организации биологических мембран. Мембранные белки и липиды, их структура, классификация, функции, варианты расположения в мембране. Клеточные рецепторы, их классификация и функции. Мембранный транспорт. Структурно-функциональная организация ионных каналов. Рецепторы, их классификация. Основные сигнальные пути, их компоненты, характеристика и регуляция. Система вторичных посредников. Депонирование и рециркуляция кальция в клетке.

Организация цитоскелета.

Структура и функция цитоскелета. Микрофибриллы, микротрубочки, промежуточные филаменты. Структурные, моторные и вспомогательные белки цитоскелета. Молекулы клеточной адгезии и белки внеклеточного матрикса. Фокальные контакты. Постоянные межклеточные контакты.

Организация цитоплазмы.

Мембранные органеллы цитоплазмы. Рибосомы, их организация и функционирование. Синтез белка и пути его внутриклеточного транспорта. Шапероны и шаперонины. Протеасомы, их структура и функция. Везикулярный транспорт, его функции и молекулярные механизмы.

Энергетический метаболизм.

Трансформация энергии в биологических системах. Виды макроэргических соединений. Митохондрии, хлоропласты, их структура и функции. Механизм работы АТФ-синтазного комплекса митохондрий и хлоропластов. Организация сопрягающих мембран.

Организация клеточного ядра.

Ядерная оболочка, хроматин, ядрышко. Ядерно-цитоплазматический транспорт. Упаковка ДНК в хромосоме. Гистоны: структура, разновидности и модификации. Транскрипция рибосомных цистронов. Синтез и созревание информационной РНК. Сплайсинг. Редактирование РНК. Ядерный матрикс. Клеточный цикл и его регуляция. Механизмы митоза. Организация митотических хромосом. Апоптоз.

Эпителиальные ткани.

Организация эпителиальных тканей. Классификация и происхождение эпителиев. Кишечные, покровные, железистые, осморегулирующие и выделительные эпителии.

Ткани внутренней среды

Классификация, происхождение и основные функции тканей внутренней среды. Соединительные и скелетные ткани. Кровь и кроветворение. Лимфоидная ткань. Центральные и периферические органы иммунной системы. Понятие о врожденном и приобретенном иммунитете. Клеточный и гуморальный иммунный ответ. Антитела и антигены, антиген-распознающие рецепторы, иммуноглобулины, презентация антигена. Межклеточная кооперация в ходе иммунного ответа.

Мышечные ткани.

Классификация, происхождение, строение и функционирование мышечных тканей. Поперечно-полосатые и гладкие мышечные ткани. Физиологическая и репаративная регенерация сократимых тканей. Механизмы мышечного сокращения.

Нервная ткань.

Организация, происхождение и гистогенез нервной ткани. Организация нейрона. Нейросекреторные клетки. Глия, ее классификация и функции. Межнейронные взаимодействия. Классификация и строение синапсов. Нервные центры.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

#### Тест №1

1. К цитоскелетным системам клетки относятся
  - а. микротрубочки
  - б. микрофиламенты
  - в. интегрины
  
2. В процессе везикулярного транспорта принимают участие везикулы со следующими типами опушения:
  - а. клатрин
  - б. кавеолин
  - в. убиквитин
  
3. В состав моноцитарно-макрофагальной системы входят
  - а. фибробласты
  - б. гистиоциты
  - в. остеокласты

#### Тест №2

1. В состав межклеточного вещества рыхлой соединительной ткани входят
  - а. коллагеновые волокна
  - б. фибронектин
  - в. гликозамингликаны
2. Признаки, характеризующие эпителиальные ткани
  - а. преобладание межклеточного вещества
  - б. наличие базальной мембраны
  - в. способность к регенерации
3. Для транспорта белка в ядро необходимы
  - а. сигнал ядерной локализации
  - б. карิโอферины
  - в. градиент концентрации малой ГТФазы Rap

#### **Биология развития, эмбриология:**

Предмет и методы биологии развития; теории развития.

Эмбриология как наука о процессах и причинных механизмах индивидуального развития. Дифференциация клеток, тканей и зародыша в целом - центральная проблема биологии развития. Описательная, эволюционная и экспериментальная эмбриология. Основные методологические подходы в биологии развития. Эпигенез и преформизм. Принципы анализа движущих сил эмбриогенеза. Финалистический подход (Аристотель), типологический подход Бэра. Исторический подход. Филогенез и онтогенез. Каузально аналитический подход. Эволюционная эмбриология. Сравнительно-эмбриологические исследования. Экспериментальная эмбриология.

Теория дифференциальной активности генов как основы процессов эмбрионального развития.



Современные представления о роли наследственного аппарата в процессах дифференциации. Избирательная экспрессия генов во времени и пространстве - основа индивидуального развития.

Гаметогенез, оплодотворение, дробление, бластула, гастрюляция.

Эпигенетический и преформационный способ формирования линии половых клеток. Молекулярные маркеры линии половых клеток. Механизмы миграция ППК. Сперматогенез. Оогенез. Проморфология яйца. Формирование осей яйца на примере Дрозофилы. Биологическая сущность процесса оплодотворения, его стадии. Биологические функции процесса дробления, его типы, особенности клеточного цикла. Разнообразие форм бластул. Ядерно-цитоплазматическое отношение. Гастрюляция. Типы морфогенетических движений. Зародышевые листки. Проспективные карты зачатков, методы определения судьбы клеток. Понятие об автономной детерминации.

Эмбриональная регуляция и эмбриональная индукция.

Явление эмбриональной регуляции. Облигатная и факультативная полиэмбриония. Регулятивность в развитии млекопитающих. История открытия и сущность явления эмбриональной индукции. Межклеточные взаимодействия в раннем развитии амфибий. «Организатор» Шпемана. Центр Ньюкупа. Специфическая экспрессия генов в области организатора. Нейральная индукции: «ингибирование ингибитора». «Организаторы» у зародышей позвоночных.

Морфогенез.

Теория позиционной информации. Моделирование морфогенеза. Модель французского флага Вольперта. Морфогены. Сегментация тела насекомых на примере Дрозофилы. Разметка тела зародыша по переднезадней оси. Гипотеза Нох-кода. Развитие конечности у высших позвоночных. Формирование лево-правой асимметрии.

Регенерация.

Общая характеристика и классификация. Клеточные процессы и морфогенез. Регенерационная бластема. «Позиционная память» регенерационной бластемы. Роль нервной системы.

Бесполое размножение.

Общая характеристика, классификация и биологические функции. Полифилетическое происхождение.

Детерминация пола.

Формы репродукции животных. Гонохоризм и гермафродитизм. Разнообразие механизмов детерминации пола.

Ранний эмбриогенез модельных объектов биологии развития.

Развитие кольчатых червей (Annelida), нематод (Nematoda), насекомых (Insecta), иглокожих (Echinodermata), Асцидий (Tunicata).

Развитие костистых рыб (Teleostei), земноводных (Amphibia), птиц (Aves), млекопитающих (Mammalia).

Органогенез позвоночных.

Нейруляция. Развитие глаза позвоночных. Эпидермис и его производные у позвоночных. Дифференциация мезодермы. Развитие сердца, мочеполовой системы. Производные энтодермы. Провизорные органы.

Экологические и эволюционные аспекты развития.

Влияние различных факторов на развитие. Дупликация генов, изменения в регуляторных зонах, консервативность генетических регуляторных сетей.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

## Тест №1

1. Генетические регуляторные сети задействованы в процессах:
  1. гастрюляции
  2. спецификации осей
  3. регенерации
  
2. Взаимодействие клеток необходимо:
  1. при оплодотворении
  2. при индукции
  3. при формировании глаза позвоночных животных
  
3. Что характерно для процессов дробления?
  1. нормализация ядерно-цитоплазматических отношений
  2. наличие веретена деления
  3. дегенерация отцовского организма

## Тест №2

1. Какие термины обозначают способы гастрюляции?
  1. инволюция
  2. дробление
  3. компактизация
  
2. Назовите типы бластул
  1. гастрюла
  2. анцеструла
  3. целобластула
  
3. Назовите типы метаморфоза:
  1. катастрофический
  2. пролиферативный
  3. эволютивный

**Нейробиология:**

Характеристика клеточных элементов нервной системы.

Классификация нервных клеток (нейроны и глия). Морфология нейрона. Межклеточные взаимодействия в нервной системе. Межклеточные контакты. Нейроэффektorные взаимодействия. Нейромедиаторы и нейротрансмиттеры. Рецепторы. Синапсы. Нейрональные сети.

Онтогенез нервной системы.

Развитие нервной системы. Оболочки спинного и головного мозга. Желудочки мозга. Гематоэнцефалический барьер. Данные об эмбриогенезе человека, полученные методом МРТ. Гетерохрония в развитии ЦНС как морфологическая основа пластичности мозга. Морфологические корреляты, лежащие в основе индивидуальной variability мозга, обеспечивающей определенные диапазоны биологических и социальных адаптаций человека. Проблема морфофункциональной специфики мозга человека. Механизмы раннего онтогенеза и старения. Половой диморфизм в строении мозга и психических функциях. Особенности онтогенеза коры мозга человека. Отражение личностных особенностей в организации активности коры по результатам нейровизуализации.

Нейрофизиологические и когнитивные аспекты памяти.

Сенсорная, кратковременная и долговременная память. Управление памятью. Сравнительная характеристика различных гипотез памяти. Роль пептидов при запоминании, модуляция процесса консолидации следа. Функции гиппокампа.

Нейрофизиологические и когнитивные аспекты речи и слуха.

Структурно-функциональная основа речи. Афазия Брока. Афазия Верник

Мозговые структуры, связанные с формированием речи и слуха.

Эмоциональная регуляция когнитивных процессов.

Функции эмоций: отражательная, переключательная, подкрепляющая, коммуникативная. Мозговые механизмы эмоциональных состояний. Орбитофронтальная кора и эмоции. Амигдала и синдром Клювера-Бюсси. Связь гипоталамуса с эмоциями. Связь эмоций с полушариями.

Сон.

Структура и когнитивные модели сна. Различные стадии сна, профиль сна, ЭЭГ картина сна. Психофизиологические показатели быстрого и медленного сна. Гипотезы о природе сна. Циркадная гипотеза сна и супрахиазматическое ядро. Депривация сна. Функциональное значение сна.

Интеллект. Нейробиологические корреляты способностей. Иерархическая теория способностей. Интеллект и его взаимосвязь с нейрофизиологическими показателями. Искусственный интеллект.

Психофизиология сознания. Основные концепции сознания. Концепция светлого пятна, таламо-ретикулярной системы Пенфильда, «прожекторная теория сознания», теория Экклса, голографическая теория Прибрама, теория повторного входа возбуждения Эдельмана, Иваницкого. Сознание и гамма-ритм ЭЭГ. Сознание и иерархическая модель гештальта.

Нейродегенеративные заболевания.

Болезнь Паркинсона, лечение препаратами L-Дора, Хорея Геттингтона. Транскраниальная электромагнитная стимуляция, стимуляторы с хронически вживлёнными электродами. Болезнь Альцгеймера, гипотезы патогенеза. Психотропные средства и фармакологические агенты, затрагивающие функции центральной нервной системы и поведение.

Нейробиологические методы.

Электрофизиологические методы. Мембранный потенциал, потенциал действия, уравнение, ионные каналы. Внеклеточная запись, тетрадные электроды. Внутриклеточная запись. Патч-кламп on-cell, whole-cell, inside-out, outside-out. Подготовка и работа с органотопными срезами. Оптогенетика.

Методы прижизненной и постмортемной визуализации в нейробиологии.

Теоретические основы рентгеновской КТ, ПЭТ, яМРТ, ФяМРТ. Специальные методы: ангиография, dt-MRI, fMRI. НИР — спекроскопия. Этика работы с человеком, информированное согласие, этический комитет. Гистологические и иммунохимические методы. Визуализация экспрессии генов. Визуализация связей: антероградные, ретроградные методы, транссинаптические метки (вирусные векторы). Визуализация крупных блоков ткани CLARITY, SWITCH, u-Disco. Визуализация вторичных посредников, кальциевый имиджинг. Световая и электронная микроскопия. Молекулярно-биологические методы в нейробиологии. Поведенческие методы. Использование модельных животных.

Государственный экзамен включает контрольные задания в виде тестов.

Примеры контрольных заданий (теста): приведены по 3 вопроса из двух вариантов теста:

Тест №1

1. У исследователя есть гипотеза, что объем определенной области мозга будет меньше в клинической популяции. Какой метод лучше всего подходит для ответа на этот вопрос?

- а. диффузионно-тензорная визуализация
- б. магнитоэнцефалография
- в. МРТ морфометрия

2. Бессонница у человека может быть вызвана дисбалансом:

- а. ацетилхолина
- б. серотонина
- в. норадреналина

3. Какие из следующих утверждений верны относительно скорости распространения потенциала действия?

- а. увеличение диаметра аксона ускоряет распространение
- б. увеличение количества управляемых потенциал-зависимых Na<sup>+</sup> каналов ускоряет распространение
- в. миелиновая оболочка увеличивает скорость распространения

#### Тест №2

1. Какой тип памяти связан с миндалевидным комплексом ядер?

- а. эмоциональная память
- б. пространственная память
- в. рабочая память

2. Электроэнцефалограмма показывает наличие альфа-волн. Мы можем предположить, что человек, у которого регистрируют ЭЭГ:

- а. сосредоточен на решении задачи
- б. в расслабленном состоянии
- в. спит

3. Афазия - это повреждение или потеря:

- а. зрения
- б. слуховой чувствительности
- в. языковых навыков

### **3. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену, перечень литературы для подготовки к государственному экзамену**

3.1. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену: подготовка к государственному экзамену осуществляется индивидуально с использованием основной и дополнительной литературы и консультаций с научным руководителем.

3.2. Перечень литературы и электронных библиотечно-информационных ресурсов для подготовки к государственному экзамену:

#### **Биофизика:**

##### **Основная литература**

1. Рубин А.Б. 2004. Биофизика: классический университетский учебник / А. Б. Рубин. 3-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Московского университета; М.: Наука, 2004. Т. 1.

2. Крутецкая З.И., Лонский А.В. Биофизика мембран. СПб. Изд. СПбГУ. 1994. 288 с.
3. Волькенштейн А.В. Биофизика. Издательство "Лань". 2012.
4. Кудряшов Ю.Б. 2004. Радиационная биофизика (ионизирующие излучения) Под ред. Мазурика В.К., Ломанова М.Ф. М. Изд. ФИЗМАТЛИТ. 448 с.

#### Дополнительная литература

1. Крутецкая З.И., Лебедев О.Е., Курилова Л.С. Механизмы внутриклеточной сигнализации. СПб. Изд. СПбГУ. 2003. 208 с.
2. Камкин А.Г., Киселева И.С. Физиология и молекулярная биология мембран клеток. М.: Издательский центр "Академия". 2008. 592 с.
3. Дж. Г. Николлс, А. Р. Мартин, Б. Дж. Валлас, П. А. Фукс. 2003. От нейрона к мозгу. М.: УРСС. 672 с.
4. Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. 2013. Молекулярная биология клетки. В 3-х т. М.; Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика": Институт компьютерных исследований.
5. Крутецкая З.И., Курилова Л.С., Наумова А.А. Молекулярные участники экзоцитоза. Монография, изд-во: «Университетские телекоммуникации», 2012 г., 177 с.
6. Krutetskaya Z.I., Milenina L.S., Melnitskaya A.V., Naumova A.A., Antonov V.G. Redox modulation of  $Ca^{2+}$  and  $Na^{+}$  transport in nonexcitable cells. Монография, изд-во СПбГПУ, 2014 г., 171 с.
7. Котык А., Яначек К. Мембранный транспорт, М., Мир. 1980. 341 с.
8. Ивков В.Г., Берестовский Г.Н. Липидный бислой биологических мембран. М., Наука. 1982. 224 с.
9. Ходоров Б. И. Общая физиология возбудимых мембран. М.: Наука. 1975. 406 с.
10. Курилова Л.С., Крутецкая З.И. Действие ионизирующей радиации на клетки. СПб. Изд. Политехнического ун-та. 2012. 80 с.
11. Авдонин П.В., Ткачук В.А. Рецепторы и внутриклеточный кальций. М. Наука. 1994. 288 с.
12. Костюк П.Г. Кальций и клеточная возбудимость. М. Наука. 1986. 255 с.

#### Молекулярная биология:

##### Основная литература

1. Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции. «Н-Л». 2010. 718 с.
2. Элиот В., Элиот Д. Биохимия и молекулярная биология. «Маик Наука». 2002. 444 с.
3. Современная микробиология. Прокариоты: в 2-х т. Под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. «Мир». 2005. 1152 с.
4. Разин С.В., Быстрицкий А.А. Хроматин. Упакованный геном. «Бином. Лаборатория знаний». 2009. 176 с.
5. Льюин Б. Гены. «Бином. Лаборатория знаний». 2011. 896 с.
6. Браун Т.А. Геномы. «Институт компьютерных исследований». 2011. 944 с.
7. Клетки по Льюину. Ред. Л. Кассимерис, В. П. Лингаппа, Д. Плоппера. «Бином. Лаборатория знаний». 2016. 1056 с.
8. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. «Бином. Лаборатория знаний». 2011. 469 с.
9. Спирин А.С. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. «Академия». 2011. 513 с.

**Биохимия:****Основная литература**

1. Нельсон М.М., Кокс, Д.Л. Основы биохимии Ленинджера. Т.1. Основы биохимии. Строение и катализ. М., Бином, 2012
2. Нельсон М.М., Кокс, Д.Л. Основы биохимии Ленинджера. Т.2. Биоэнергетика и метаболизм. М., Бином, 2014
3. Нельсон М.М., Кокс, Д.Л. Основы биохимии Ленинджера. Т.3. Пути передачи информации. М., Бином, 2015

**Дополнительная литература**

1. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки: с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта. М., Мир, 2013.
2. Льюис Б. Гены. Бином, Москва, 2011, 896 с.
3. Плакунов В.К. Основы энзимологии. Логос, М., 2011, 127 с.
4. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии («Principles and Techniques of Biochemistry and Molecular Biology»): учебное пособие / ed.: К. Уилсон, Дж. Уолкер ; пер.: Т. П. Мосолова, Е. Ю. Бозелек-Решетняк ; ред.: А. В. Левашов, В. И. Тишков. - 2-е изд. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. - 848 с. ISBN 978-5-9963-1895-7.
5. Физика белка: Курс лекций с цветными и стереоскопическими иллюстрациями и задачами: Учебное пособие для студентов вузов, обуч. по биол. спец. / А. В. Финкельштейн, О. Б. Птицын. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : КДУ, 2014. - 492 с.

**Биотехнология:****Основная литература**

1. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии. 2016. СПб. Экзовектор. 328 с.
2. Лутова Л.А. Биотехнология высших растений. Изд. СПбГУ. 2003.
3. Рыбчин В.Н. Основы генетической инженерии. Из-во СПбГУ, 1999, 522 с.
4. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. Новосибирск: Сиб. унив.изд-во. 2004, 496 с.

**Дополнительная литература**

1. Серов О.Л. Перенос генов в соматические и половые клетки. Новосибирск, "Наука", 1985.
2. Д.Шея (ред.) Методы генетики соматических клеток. М. "Мир", т.1-2, 1985
3. И.Лефковитс, Пернис Б. Иммунология. Методы исследований М."Мир", 1983, 348 с.

**Генетика:****Основная литература**

1. Генетика с основами селекции : учебник / С. Г. Инге-Вечтомов. - 3-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Изд-во Н-Л, 2015. - 720 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 686-696. - Алф. указ.: с. 704-707. - Предм. указ.: с. 708-718. - ISBN 978-5-94869-178-7 :
2. Гены по Льюину = Lewin's Genes X : учебник / Дж. Кребс, Э. Голштейн, С. Килпатрик ; ред.: Д. В. Ребриков, Н. Ю. Усман, В. В. Гейдебрект. - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Лаборатория знаний, 2017. - 919 с. : ил. - Библиогр. в конце глав. - Предм. указ.: с. 881-919. - Словарь терминов: с.857-880. - ISBN 972-5-906828-24-8
3. Клаг У., Каммингс М. Основы генетики. М. Техносфера. 2007.

**Дополнительная литература**

1. Ретроспектива генетики : курс лекций / С. Г. Инге-Вечтомов ; рец.: М. Б. Конашев, Н. К. Шумный. - СПб. : Издательство Н-Л, 2015. - 336 с. : ил. - : Genetics in retrospect. - Библиогр.: с. 310-335. - Имен. указ.: с. 295-302. - Предм. указ.: с. 303-308. - ISBN 978-5-94869-182-4
2. Генетические процессы в популяциях : Genetic processes in population : учебное пособие / Ю. П. Алтухов ; отв. ред. Л. А. Животовский. - 3-е изд., перераб. и доп., Учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по напр.510600 "Биология" и спец. 012100 "Генетика". - М. : Академкнига, 2003. - 431 с. : ил. - Загл. на доп.тит.листе : Genetic processes in population. - Библиогр.: с. 377-416. - Указ.: с. 416-431. - Библиогр.:с.377-415. - Лев.тит.л.:англ. - ISBN 5-94628-083-X
3. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уотсон Дж. Молекулярная биология клетки. Т.1-3. М., «Мир»,1994.
4. Вейр Брюс. Анализ генетических данных. Дискретные генетические признаки: монография / Б. Вейр ; пер. Д. В. Зайкин, А. И. Пудовкин, А. Н. Татаренков ; ред. Л. А. Животовский, А. И. Пудовкин. - М.: Мир, 1995. - 399 с.
5. Гайсинович А. Е. Зарождение и развитие генетики. М.: «Наука», 1988.
6. Генетика человека по Фогелю и Мотулски. Проблемы и подходы: научное издание / ed. М. Р. Спейчер, С. Е. Антонаракис, А. Г. Мотулски; пер. А. Ш. Латыпов; ред. В. С. Баранов. - 4-е изд. - СПб. : Издательство Н-Л, 2013. - 1056 с.
7. Гены и геномы: в 2-х т. М. Сингер, П. Берг. / ред. Н. К. Янковский; пер. Т. С. Ильина, Ю. М. Романова. - М.: Мир, 1998. - 373 с.
8. Кайданов Л. З. Генетика популяций. М.: «Высшая школа», 1996.

### **Математическая биология, биоинформатика:**

#### **Основная литература**

1. Язык программирования Python: учеб. пособие / Р. А. Сузи. - М.: Интернет-университет информационных технологий: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. - 326 с. - (Основы информационных технологий). - Библиогр.: с. 325.

#### **Дополнительная литература**

1. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования: Пер. с англ. / Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влссидес. Санкт-Петербург : Питер, 2001366 с. : ил (Серия "Библиотека программиста") Библиогр.: с.353-358. (<https://e.lanbook.com/book/1220>)
2. Структуры данных и алгоритмы в Java : [пер. с англ.] / Майкл Т. Гудрич, Роберто Тамассия. - Минск : Новое знание, 2003. - 670 с. : ил. - Библиогр.: с. 661-664. - Предм. указ.: с. 667-670. - Пер. изд. : Data structures and algorithms in Java / Michael T. Goodrich, Roberto Tamassia. - ISBN 985-475-011-6
3. 11. Язык программирования Python. Практикум / Жуков Р.А. Москва ИНФРА-М 2021 216 с. ISBN: 9785160156385. (<https://znanium.com/catalog/document?id=365208>)

### **Микробиология:**

#### **Основная литература**

1. А.В. Пиневич. Микробиология, биология прокариотов (учебник), том. I, СПб: Изд-во СПбГУ, 2006 г.
2. А.В. Пиневич. Микробиология, биология прокариотов (учебник), том II, СПб: Изд-во СПбГУ, 2008 г.
3. А.В. Пиневич. Микробиология, биология прокариотов (учебник), том III; СПб: Изд-во СПбГУ, 2009 г.
4. Е.В. Ермилова, Ж.М. Залуцкая, Т.В. Лапина. Подвижность и поведение микроорганизмов (Т. 2 - Эукариоты). СПб: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2010. 188с.

5. А.В. Пиневич, А.К. Сироткин, О.В. Гаврилова, А.А. Потехин. Вирусология. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2012. 432с.

#### **Дополнительная литература**

1. Г.А. Заварзин. Лекции по природоведческой микробиологии (учебник). М: Изд-во "Наука", 2004 г.
2. Г.Г. Шлегель. История микробиологии. М: Изд-во «Едиториал УРСС». 2002. 302с.
3. С.А. Карпов. Строение клетки протистов. СПб: Изд-во «Тесса». 2001. 384с.

#### **Физиология и биохимия растений:**

##### **Основная литература**

1. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БХВ-Петербург, 2013. 512 с. ISBN 978-5-9775-0716-5 URL: <https://proxy.library.spbu.ru:2374/bookshelf/333683> Текст: электронный
2. Медведев С.С., Шарова Е.И. Биология развития растений. В двух томах. Том 2. Рост и дифференцировка. Учебник. Нижневартовск: Изд-во Нижневарт. гос. ун-та, 2014. 236 с.

##### **Дополнительная литература**

1. Медведев С. С., Шарова Е. И. Биология развития растений. Том 1. Начала биологии развития растений. Фитогормоны. — СПб.: Издательский дом СПбГУ, 2011. — 253 с.
2. Шарова Е.И. Антиоксиданты растений. Учебное пособие. СПб: Издательство СПбГУ. 2016. 140 с.

#### **Клеточная биология:**

##### **Основная литература**

1. Б. Албертс, А. Джонсон, Дж. Льюис и др. Молекулярная биология клетки. В 3-х томах. 5-е изд. 2013 г. Серия Биоинформатика и молекулярная биология ISBN 978-5-4344-0112-8 Издательство «ИКИ»
2. Руководство по гистологии: в 2-х т. / ред. Р.К.Данилов. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: СпецЛит, 2011. - 831 с.
3. В.Л.Быков Цитология и общая гистология. Функциональная морфология клеток и тканей человека: учебник / СПб.: Сотис, 1999. - 520 с.

##### **Дополнительная литература**

1. Клетки по Льюину: руководство: пер. с англ. / ред.: Л.Кассимерис, В.Р.Лингаппа, Д. Плоппер. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Лаборатория знаний, 2016. - 1057 с
2. Гистология, цитология и эмбриология (под ред. проф. Ю.И. Афанасьева и проф. Н.А.Юриной). М., Медицина.1999.
3. Хэм А. и Кормак Д. Гистология. В пяти томах. М., Мир, 1983.

#### **Биология развития, эмбриология:**

##### **Основная литература**

1. Гилберт Скотт Ф. Биология развития. СПб.: Информ-Планета: Политехника, 2010.
2. Дондуа А.К. Биология развития. В 2-х тт Изд. СПб универ-та. 2005.



**Дополнительная литература**

1. Бочаров Ю.С. Эволюционная эмбриология позвоночных. М. 1988.
2. Иванова-Казас О.М., Кричинская Е.Б. Курс сравнительной эмбриологии беспозвоночных животных. Л. 1988.

**Нейробиология:****Основная литература**

1. Гайворонский И.В. Анатомия центральной нервной системы. СПб.1995
2. Гайворонский И.В., Гайворонский А.И. Функциональная анатомия центральной нервной системы. СПб.: СпецЛит, 2007.
3. Джонс А.Р, Йон Квернесс, Петер А. Ринк, Тимоти Е. Сатон, Магнитный резонанс в медицине, 1993 г.
4. Вартамян И.А. Слух, речь, музыка в восприятии и творчестве / И. А. Вартамян ; Ин-т эволюционной физиологии и биохимии им. И. М. Сеченова РАН. СПб.: Росток, 2010. - 252 с.
5. Козлов, Цехмистренко. Анатомия ЦНС. 2003
6. Ляксо Е.Е., Огородникова Е.А., Алексеев Н.П. Физиология слуха и речи. Учебно –методическое пособие. 2012. СПб.: Речь, с.168.ISBN – 978-5-9268-1310-1
7. Ляксо Е.Е., Огородникова Е.А., Алексеев Н.П. Психофизиология слухового восприятия. Учебное пособие. СПб. 2013. 111 с.
8. Ляксо Е.Е. Речеобразование, восприятие и распознавание речи. Элементы психоакустики / Психолингвистика. Учебник для Вузов./ ред. Т.Н.Ушакова Изд-во «ПЕР СЭ». М. 2006. с.134-164
9. Основы психофизиологии. М. ИНФРА-М.1997, С.182-189.
10. Потапова Р.К., Потапов В.В. Речевая коммуникация: от звука к высказыванию. М.: Языки славянских культур. 2012. 464 с.
11. Солсо Р. Когнитивная психология. М., 1996.
12. Харкевич Д.А. "Фармакология". М.: ГЭОТАР Медицина, 2005.
13. Шиффман Х.Р. Ощущение и восприятие. Питер. 2003. С.56-91.

**Дополнительная литература**

1. Величковский Б.М. Когнитивная наука: Основы психологии познания. Т.1-2. М.: Смысл ; Academia, 2006.
2. Блинков С.М., Глезер И.И. Мозг человека в цифрах и таблицах. Л.,1964.
3. Воробьев В.П. Атлас анатомии человека. Минск, 2000.
4. Нил М.Дж. Наглядная фармакология. М.: ГЭОТАР Медицина, 1999.

**Перечень иных информационных источников (общий):**

- Сайт Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://www.library.spbu.ru/>
- Электронный каталог Научной библиотеки им. М. Горького СПбГУ: <http://ecat.library.spbu.ru/?id=EC>

**ЭБС в доступе СПбГУ:**

- ЭБС «Консультант студента»: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/252>
- ЭБС «Юрайт»: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/306>
- ЭБС Znanium.com: <http://cufts.library.spbu.ru/CRDB/SPBGU/resource/251>

**Цифровая коллекция библиотеки в Архиве открытого доступа Санкт-Петербургского государственного университета (Репозиторий СПбГУ):**  
<https://dspace.spbu.ru/handle/11701/2135>

**4. Методика и критерии оценки государственного экзамена**

- 4.1. Форма проведения государственного экзамена: **письменная.**

4.2. Продолжительность государственного экзамена: **1 час**.

4.3. Методика и критерии оценки государственного экзамена: контрольное задание (тест) содержит 10 вопросов с 3-мя вариантами ответа, среди которых могут быть либо все верные, либо все неверные, либо часть верных и часть неверных. Необходимо отметить все верные ответы. Максимальное количество баллов, которое можно получить, правильно ответив на один вопрос теста – 3. За каждый неверный ответ из этого числа вычитается один балл. Максимально возможная сумма баллов по тесту из 10 вопросов – 30. Во время государственного экзамена не разрешается пользоваться никакими материалами. Соответствие общего количества баллов, набранных обучающимся, итоговой оценке за экзамен определяется следующим образом: 15 баллов и менее – неудовлетворительно, 16-20 – удовлетворительно, 21-25 – хорошо, 26-30 – отлично.

## **5. Процедура проведения государственного экзамена**

5.1. Государственная итоговая аттестация для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

5.2. Проведение государственного экзамена осуществляется в соответствии с Правилами обучения по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

5.3. Проведение государственного экзамена возможно в с применением информационно-коммуникационных технологий.

5.4. В ситуации крайней необходимости, в целях защиты жизни и здоровья обучающихся, научно-педагогических работников и сотрудников, обеспечивающих проведение государственной итоговой аттестации, по решению уполномоченного должностного лица государственная итоговая аттестация может проводиться исключительно с применением дистанционных технологий.

**Программа государственной итоговой аттестации  
в форме защиты выпускной квалификационной работы  
по основной образовательной программе подготовки научно-педагогических  
кадров в аспирантуре МК.3017.\* «Клеточная и молекулярная биология»  
по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки  
уровень образования подготовка кадров высшей квалификации**

### 1. Общие положения

1.1. Выпускная квалификационная работа (далее – ВКР) представляет собой научно-квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний, либо в которой изложены научно-обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение.

1.2. ВКР является самостоятельным исследованием обучающегося, выполненным под руководством назначенного ему научного руководителя, в соответствии с установленными требованиями. ВКР может быть представлена в виде научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации).

1.3. Требования к научному докладу, порядок его подготовки и представления и критерии его оценки определяются программой государственной итоговой аттестации с учетом «ГОСТ Р 7.0.11-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления» (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 13.12.2011 № 811-ст).

1.4. Объем государственной итоговой аттестации, учебный период и сроки государственной итоговой аттестации указаны в актуальном учебном плане и календарном учебном графике.

1.5. Язык подготовки и защиты ВКР: язык реализации образовательной программы.

### 2. Требования к структуре и содержанию ВКР

2.1. Выпускная квалификационная работа должна соответствовать требованиям, содержащимся в Правилах обучения в аспирантуре и ординатуре СПбГУ, утвержденных приказом от 30.08.2018 № 8577/1 «Об утверждении Правил обучения по программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете» (с последующими изменениями и дополнениями).

2.2. Выпускная квалификационная работа представляет собой экспериментальное исследование или разработку новых методов и методических подходов. В своей ВКР обучающийся должен продемонстрировать умение применять полученные профессиональные знания и навыки практической деятельности, способность анализировать полученные результаты с использованием специальной литературы, умение подготовить презентацию, корректно представить результаты в устном докладе, грамотно вести научную дискуссию.

### 3. Требования к порядку выполнения и оформления ВКР

3.1. Требованием при подготовке ВКР в соответствии с общепринятыми этическими и правовыми нормами является добросовестное цитирование. Выполнение

данного требования отражается в отзыве научного руководителя ВКР на основании результатов проверки ВКР на объем заимствования, в т.ч. содержательного выявления неправомерных заимствований.

3.2. В ходе выполнения ВКР допускается использование инструментов / элементов / средств искусственного интеллекта / нейросетей при соблюдении следующих условий:

- в ВКР изложена целесообразность и аргументированное обоснование использования инструментов / элементов / средств искусственного интеллекта / нейросетей;

- инструменты / элементы / средства искусственного интеллекта / нейросетей выступают в качестве вспомогательного инструмента для получения промежуточных результатов исследования, в частности для автоматизированного поиска и подбора используемых источников информации, сбора, обобщения, систематизации и стандартной обработки больших массивов данных, для составления диаграмм, схем, графиков, таблиц, библиографических списков и указателей, создания и технической обработки графических изображений, иллюстраций, моделей;

- результаты, полученные с использованием инструментов / элементов / средств искусственного интеллекта / нейросетей, подвергнуты обучающимся проверке на достоверность, самостоятельной обработке, анализу, оценке и авторской переработке с целью включения их в ВКР с осуществлением личного творческого вклада в результаты исследования.

При оформлении ВКР факт использования инструментов / элементов / средств искусственного интеллекта / нейросетей фиксируется с указанием наименования конкретных инструментов / элементов / средств искусственного интеллекта / нейросетей, ссылки на них в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», описания методик и протоколов работы с ними, сформулированных в их адрес заданий и полученных с их помощью результатов, а также частей ВКР, в которых они нашли отражение.

3.3. ВКР представляет собой текст объемом не менее 10 страниц, не считая списка литературы и (при необходимости) приложений 12 кеглем через 1,5 интервала и копии публикаций.

В тексте работы должны быть представлены актуальность темы и обоснование ее выбора, цели и задачи, материал и методы, краткое изложение результатов и их обсуждение, выводы.

Титульный лист оформляется в соответствии с требованиями приказа от 03.07.2018 № 6616/1 «Об утверждении форм программы государственной итоговой аттестации» (с последующими изменениями и дополнениями).

#### **4. Методика и критерии оценки ВКР**

4.1. Вид ВКР: экспериментальное исследование, разработка новых методов и методических подходов, научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы.

4.2. Продолжительность защиты ВКР: до 90 минут, в том числе доклад не более 20 минут.

4.3. Методика и критерии оценки ВКР/научного доклада.

Выпускные квалификационные работы подлежат обязательному внешнему рецензированию.

Рецензент оценивает работу по пятибалльной системе по следующим критериям:

- соответствие названия работы ее содержанию,
- четкость формулировок при определении цели и постановке задач работы,

- ясность изложения, структурированность, адекватность методов поставленным задачам,
- соответствие обсуждения полученным результатам,
- соответствие выводов представленным результатам.

Государственная экзаменационная комиссия оценивает ВКР по пятибалльной системе на основании доклада обучающегося, ответов на вопросы и отзыва рецензента.

Сущностные критерии оценок можно представить следующим образом:

- оценка «отлично» выставляется в том случае, если аспирант отлично ориентируется в проблематике избранной области исследования, прекрасно представляет себе круг задач и методических подходов, с которыми он столкнулся при выполнении выпускной работы, фактический материал работы всесторонне обсужден и полностью отражен в представленных публикациях.

- оценка «хорошо» выставляется в том случае, если аспирант хорошо ориентируется в проблематике избранной области исследования, хорошо представляет себе круг задач и методических подходов, с которыми он столкнулся при выполнении выпускной работы, однако фактический материал работы обсужден недостаточно полно и не полностью отражен в представленных публикациях.

- оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, если аспирант слабо ориентируется в проблематике избранной области исследования, смутно представляет себе круг задач и методических подходов, в работе представлен небольшой фактический материал, слабо отраженный в представленных публикациях.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется в том случае, если обучающийся плохо ориентируется в проблематике избранной области исследования, плохо представляет себе круг задач и методических подходов, в работе представлен небольшой фактический материал, которым автор практически не владеет.

## **5. Процедура защиты ВКР**

5.1. ВКР/научный доклад подлежит размещению обучающимся в системе информационной поддержки образовательного процесса в порядке, предусмотренном соответствующим регламентом, в соответствии с Правилами обучения по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

5.2. Государственная итоговая аттестация для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья проводится с учетом особенностей их психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

5.3. Защита ВКР осуществляется в соответствии с Правилами обучения по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, программам ординатуры, реализуемым в Санкт-Петербургском государственном университете, утвержденными приказом от 30.08.2018 № 8577/1 (с последующими изменениями и дополнениями).

5.4. В ситуации крайней необходимости в целях защиты жизни и здоровья обучающихся, научно-педагогических работников и сотрудников, обеспечивающих проведение государственной итоговой аттестации, по решению уполномоченного должностного лица государственная итоговая аттестация может быть проведена исключительно с применением дистанционных технологий.