

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Молекулярная биология»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от «15» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

## 1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины является получение студентами знаний, умений и практических навыков в области молекулярной биологии и использование современных молекулярно-генетических методов в изучении разнообразия биологических объектов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Молекулярная биология» относится к обязательной части блока Б1 образовательной программы.

Молекулярная биология базируется на знаниях, полученных студентами при изучении дисциплин: «Органическая химия», «Биохимия», «Общая биология», «Цитология».

Знания и навыки, полученные при изучении молекулярной биологии, необходимы для изучения последующих дисциплин модуля «Генетика», «Микробиология и вирусология», «Физиология человека и животных», «Основы биоинженерии и биотехнологии», а также для дальнейшего обучения в магистратуре, научной и профессиональной деятельности.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

| Формируемая компетенция<br>(код и формулировка)                                                                                                                                                                                                                                                                             | Индикатор достижения компетенции<br>(код и формулировка)                                                                                                                                                                                                       | Перечень планируемых результатов обучения                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Общепрофессиональные компетенции</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                          |
| <b>ОПК-3</b> Способен применять знание основ эволюционной теории, современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности. | <b>ОПК-3.1</b> Знает:<br>- основы эволюционной теории, анализирует современные направления исследования эволюционных процессов;<br>- историю развития, принципы и методические подходы общей генетики, молекулярной генетики, генетики популяций, эпигенетики; | <b>Знает:</b><br>- направления исследования эволюционных процессов в свете современных данных генетики и молекулярной биологии;<br>- историю развития, принципы и основные методы молекулярной биологии. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>ОПК-3.2</b> Умеет:<br>- использовать в профессиональной деятельности современные представления о проявлении наследственности и изменчивости на всех уровнях организации                                                                                     | <b>Умеет:</b><br>- использовать в профессиональной деятельности современные представления о молекулярных механизмах наследственности и изменчивости;                                                     |

|                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                               | <p>живого;</p> <p>- использовать в профессиональной деятельности представления о генетических основах эволюционных процессов, геномике, протеомике, генетике развития;</p>                      | <p>- использовать в профессиональной деятельности представления о молекулярно-генетических основах эволюционных процессов, геномике, протеомике.</p>                                                  |
|                                                                                                                                                                                               | <p><b>ОПК-3.3</b></p> <p>- владеет основными методами генетического анализа.</p>                                                                                                                | <p><b>Владеет:</b></p> <p>- основными молекулярно-генетическими методами выделения, очистки и анализа биологических макромолекул.</p>                                                                 |
|                                                                                                                                                                                               | <p><b>ОПК-3.4</b></p> <p>- знает основы биологии размножения и индивидуального развития;</p>                                                                                                    | <p><b>Знает:</b></p> <p>- механизмы хранения, передачи и реализации генетического материала.</p>                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                               | <p><b>ОПК-3.5</b></p> <p>- умеет использовать в профессиональной деятельности современные представления о механизмах роста, морфогенезе и цитодифференциации, о причинах аномалий развития;</p> | <p><b>Умеет:</b></p> <p>- использовать в профессиональной деятельности современные представления о молекулярных механизмах роста, морфогенеза и цитодифференциации, о причинах аномалий развития.</p> |
| <p><b>ОПК-5</b> Способен применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования</p> | <p><b>ОПК-5.1</b></p> <p>- знает принципы современной биотехнологии, приемы генетической инженерии, основы нанобиотехнологии, молекулярного моделирования.</p>                                  | <p><b>Знает:</b></p> <p>- принципы молекулярной биологии, приемы генетической инженерии, основы молекулярного моделирования.</p>                                                                      |
|                                                                                                                                                                                               | <p><b>ОПК-5.2</b></p> <p>- умеет оценивать и прогнозировать перспективность объектов своей профессиональной деятельности для биотехнологических производств.</p>                                | <p><b>Умеет:</b></p> <p>- оценивать и прогнозировать перспективность использования молекулярно-генетических методов в биотехнологии.</p>                                                              |
|                                                                                                                                                                                               | <p><b>ОПК-5.3</b></p> <p>- владеет приемами определения биологической безопасности продукции биотехнологических и биомедицинских производств.</p>                                               | <p><b>Владеет:</b></p> <p>- методами молекулярно-генетического анализа биологической безопасности продукции биотехнологических и биомедицинских производств.</p>                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ОПК-8</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.</p> | <p><b>ОПК-8.1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знает основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы лабораторного оборудования, необходимого для проведения лабораторных работ по молекулярной биологии;</li> <li>- условия работы, хранения и транспортировки биологического материала (нуклеиновых кислот, белков).</li> </ul>                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>ОПК-8.2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- умеет анализировать и критически оценивать развитие научных идей, на основе имеющихся ресурсов составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с базами данных по молекулярной биологии и генетике, осуществлять поиск необходимой информации, на основании полученных данных осуществлять теоретическое моделирование молекулярных процессов.</li> </ul>                                                                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>ОПК-8.3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владеет навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</li> </ul> | <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами эксплуатации современного оборудования для выполнения лабораторных работ в области молекулярной биологии;</li> <li>- навыками работы с базами данных по молекулярной биологии и генетике;</li> <li>- методами биоинформационного анализа последовательностей нуклеиновых кислот и белков.</li> </ul> |

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 ак. часа.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание                                  | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) |              |              |              |                          |                        | Формы текущего контроля успеваемости<br><br>Форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |                                                                           |         | Контактная работа                                                                                         |              |              |              |                          |                        |                                                                                           |
|       |                                                                           |         | лекции                                                                                                    | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа |                                                                                           |
| 1     | Введение в молекулярную биологию.                                         | 4       | 2                                                                                                         |              | 2            |              |                          | 2                      | Фронтальный опрос<br>Реферат                                                              |
| 2     | Молекулярная биология нуклеиновых кислот. Структура и организация генома. | 4       | 2                                                                                                         |              | 4            |              |                          | 4                      | Фронтальный опрос<br>Задания для самостоятельной работы                                   |
| 3     | Молекулярные механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК.          | 4       | 2                                                                                                         |              | 4            |              |                          | 4                      | Фронтальный опрос<br>Контрольная работа по темам 2-3                                      |
| 4     | Клеточные механизмы считывания генома. Транскрипция.                      | 4       | 2                                                                                                         |              | 4            |              |                          | 4                      | Фронтальный опрос<br>Задания для самостоятельной работы                                   |
| 5     | Клеточные механизмы считывания генома. Трансляция.                        | 4       | 2                                                                                                         |              | 2            |              |                          | 4                      | Фронтальный опрос<br>Задания для самостоятельной работы                                   |
| 6     | Молекулярная биология белков. Фолдинг и деградация белков.                | 4       | 1                                                                                                         |              | 4            |              |                          | 2                      | Фронтальный опрос<br>Задания для самостоятельной работы                                   |
| 7     | Молекулярная биология белков. Транспорт белков.                           | 4       | 0,5                                                                                                       |              | 2            |              |                          | 1                      | Фронтальный опрос<br>Контрольная работа по темам 5-7                                      |
| 8     | Контроль генной экспрессии.                                               | 4       | 0,5                                                                                                       |              | 2            |              |                          | 1                      | Фронтальный опрос<br>Задания для самостоятельной                                          |

|   |                                                                     |   |           |  |           |          |            |             |                                                                                                |
|---|---------------------------------------------------------------------|---|-----------|--|-----------|----------|------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                     |   |           |  |           |          |            |             | работы                                                                                         |
| 9 | Основные методы молекулярной биологии в биологических исследованиях | 4 | 2         |  | 2         |          |            | 2           | Фронтальный опрос<br>Задания для самостоятельной работы                                        |
|   |                                                                     |   |           |  |           | 3        | 0,3        | 2,7         | Зачет<br><br>При подготовке к зачету: Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины |
|   | <i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>                                       |   |           |  |           |          |            | 2           | Тест для самопроверки по результатам освоения дисциплины<br><i>ЭУК в LMS Moodle</i>            |
|   | <b>Всего</b>                                                        |   | <b>14</b> |  | <b>26</b> | <b>3</b> | <b>0,3</b> | <b>28,7</b> |                                                                                                |

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки .

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки.

| № п/п | Темы (разделы) дисциплины, их содержание                                  | Семестр | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах) |              |              |              |                          |                        | Место проведения занятий в форме практической подготовки |
|-------|---------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|
|       |                                                                           |         | Контактная работа                                                                                         |              |              |              |                          |                        |                                                          |
|       |                                                                           |         | лекции                                                                                                    | практические | лабораторные | консультации | аттестационные испытания | самостоятельная работа |                                                          |
| 1     | Введение в молекулярную биологию.                                         |         |                                                                                                           |              | 2            |              |                          |                        | Факультет биологии и экологии ЯрГУ                       |
| 2     | Молекулярная биология нуклеиновых кислот. Структура и организация генома. |         |                                                                                                           |              | 4            |              |                          |                        | Факультет биологии и экологии ЯрГУ                       |
| 3     | Молекулярные механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК.          |         |                                                                                                           |              | 4            |              |                          |                        | Факультет биологии и экологии ЯрГУ                       |
| 4     | Клеточные механизмы считывания генома.                                    |         |                                                                                                           |              | 4            |              |                          |                        | Факультет биологии                                       |

|   |                                                                     |  |  |  |           |  |  |  |                                    |
|---|---------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----------|--|--|--|------------------------------------|
|   | Транскрипция.                                                       |  |  |  |           |  |  |  | и экологии ЯрГУ                    |
| 5 | Клеточные механизмы считывания генома. Трансляция.                  |  |  |  | 2         |  |  |  | Факультет биологии и экологии ЯрГУ |
| 6 | Молекулярная биология белков. Фолдинг и деградация белков.          |  |  |  | 4         |  |  |  | Факультет биологии и экологии ЯрГУ |
| 7 | Молекулярная биология белков. Транспорт белков.                     |  |  |  | 2         |  |  |  | Факультет биологии и экологии ЯрГУ |
| 8 | Контроль генной экспрессии.                                         |  |  |  | 2         |  |  |  | Факультет биологии и экологии ЯрГУ |
| 9 | Основные методы молекулярной биологии в биологических исследованиях |  |  |  | 2         |  |  |  | Факультет биологии и экологии ЯрГУ |
|   | <b>Всего</b>                                                        |  |  |  | <b>26</b> |  |  |  |                                    |

## 5. Общие положения.

Содержание разделов дисциплины:

### Тема 1. Введение в молекулярную биологию.

Молекулярная биология – предмет, задачи, методы исследования. История развития молекулярной биологии.

1.1. Основные этапы развития молекулярной биологии. Основные открытия и достижения. Задачи современной молекулярной биологии. Роль и значение молекулярной биологии в медицине.

1.2. История открытия структуры ДНК. Центральная догма молекулярной биологии. Молекулярные механизмы сохранения, воспроизведения и реализации генетической информации. Принципы регуляции процессов репликации, транскрипции и трансляции.

1.3. Основные методы молекулярно-генетических исследований. История развития методов молекулярной биологии, генетики и генной инженерии. Перспективы использования молекулярно-генетических методов для фундаментальных и прикладных исследований.

### Тема 2. Молекулярная биология нуклеиновых кислот. Структура и организация генома.

Нуклеиновые кислоты. Макромолекулярная структура ДНК. Полиморфизм двойной спирали.

Структура геномов вирусов и фагов. Типы генетического материала вирусов. РНК-содержащие вирусы. ДНК-содержащие вирусы.

Особенности строения и функционирования генома прокариот. Структура прокариотических генов. Бактериальные плазмиды. Строение бактериальной хромосомы. Структура прокариотических генов. Оперонная организация геномов прокариот. Структура и функции бактериальных плазмид. Подвижные генетические элементы и эволюция геномов. IS-элементы и транспозоны бактерий. Генетическая изменчивость бактерий.

Структура генома эукариот. Особенности строения эукариотических генов. Подвижные генетические элементы эукариот. Структура генома человека. Уникальные последовательности. Гены, кодирующие белки, регуляторные элементы генов.

Рибосомные гены, гены тРНК, гены гистонов. Тандемные повторы. Мини и микросателлиты. Онкогены и антионкогены. Подвижные генетические элементы эукариот. Программа «Геном человека».

### **Тема 3. Молекулярные механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК.**

Воспроизведение генетической информации. Репликация ДНК. Принципы и механизмы репликации ДНК. Понятие о репликоне. Белки и ферменты, участвующие в репликации ДНК (ДНК-полимеразы, ДНК-праймазы, ДНК-лигазы, ДНК-хеликазы), SSB-белки. Этапы репликации. Формирование и функционирование реплисомы. Репликация теломерных участков хромосом. Регуляция репликации у прокариот и эукариот.

Мутационные модели. Репарация, определение, типы. Световая репарация (фотореактивация). Темновая (эксцизионная) репарация. Пострепликативная репарация. SOS – репарация. Гипотезы механизма кроссинговера.

Рекомбинация ДНК. Гомологичная рекомбинация. Транспозиция и консервативная сайт-специфическая рекомбинация.

### **Тема 4. Клеточные механизмы считывания генома.**

Транскрипция РНК и этапы транскрипции. Механизмы транскрипции у прокариот и эукариот. Структура транскриптонов. Регуляция транскрипции у прокариот и эукариот. Процессинг РНК. Механизм сплайсинга и его виды. Альтернативный сплайсинг. Процессинг и сплайсинг. Природные и синтетические рибозимы.

Типы генетического материала вирусов. РНК-содержащие вирусы. Биосинтез ДНК на матрице РНК (обратная транскрипция). Обратная транскрипция, общая характеристика и этапы.

Трансляция. Структура и функции РНК. Виды РНК. Информационная РНК, ее структура и функциональные участки. Генетический код, понятие, свойства. Транспортные РНК. Их первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов. Рибосомные РНК и белки, их виды и номенклатура. Прокариотический и эукариотический типы рибосом.

Биосинтез белка. Механизмы трансляции. Инициация трансляции у прокариот. Иницирующие кодоны и сайт связывания рибосом на мРНК. Инициаторная тРНК и белковые факторы инициации. Инициация трансляции у эукариот. Особенности эукариотической мРНК. Элонгация полипептидной цепи. Факторы элонгации. Терминация трансляции: терминирующие кодоны, белковые факторы терминации. Энергетика биосинтеза белков.

### **Тема 5. Молекулярная биология белков. Фолдинг, деградация и транспорт белков.**

Белки. Аминокислотный состав белков. Структурная организация белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры.  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура белка.

Посттрансляционная модификация белков. Процесс формирования пространственной структуры белка - фолдинг. Молекулярные шапероны.

Деградация белков в клетке. АТФ-зависимые протеазы прокариот и 26S-протеасома эукариот. Механизм распознавания аномальных белков. Система убиквитинирования белков эукариот.

Транспорт белков. Секреция белков у прокариот: Sec-аппарат и сигнальный пептид, системы секреции I-IV типов. Распределение белков по компартментам клетки эукариот. Котрансляционная транслокация белков в полость эндоплазматического ретикулума. Модификации белков в полости ЭР. Транспорт белков в митохондрии и хлоропласты. Транспорт белков через ядерные поры.



## **Тема 6. Контроль генной экспрессии.**

Общие принципы генетического контроля экспрессии генов. Индукция и репрессия генов. Модель оперона. Регуляция экспрессии генов прокариот. Генетические переключатели. Лактозный оперон *E.coli*. Триптофановый оперон *E.coli*. Роль негенетических факторов в регуляции генной активности. Регуляция экспрессии генов эукариот. Сходство и различия механизмов активации и репрессии транскрипции у про- и эукариот. Посттранскрипционные системы регуляции. Биологическое значение геномного уровня организации наследственного материала.

## **6. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

Учебный курс строится на сочетании лекционных, практических и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

**Лекции** проводятся в интерактивной форме с применением мультимедийных технологий, демонстрационных технологий. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторные занятия** посвящены освоению методов молекулярной биологии. Предусмотрено проведение фронтального опроса и контрольных работ по темам занятий, компьютерного тестирования по отдельным темам; обсуждение экспериментальных результатов по итогам каждого задания.

Некоторые темы предусматривают демонстрацию обучающих фильмов. (обучающий фильм по вопросам безопасности генно-модифицированных организмов).

**Самостоятельная работа** студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и включает: подготовку индивидуальных домашних заданий (рефератов); подготовка к контрольным работам, зачету.

Самостоятельная работа студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием дополнительной литературы и журналов «Биотехнология», «Молекулярная биология», «Генетика» и др. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом: публичное представление реферата с использованием презентационных материалов; выполнение заданий текущего и промежуточного контроля; взаимное оценивание выступлений и дискуссии на коллоквиуме.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

Электронный учебный курс «Физиология растений» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;

- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **7. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **8. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости).**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используется Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT» [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **9. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

##### **а) основная литература:**

1. Коницев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология: Учебник для вузов. / УМО по специальностям пед. образования - М.: Академия, 2003. - 397 с.

##### **б) дополнительная литература:**

1. Албертс Б., Брей Д., Дж. Льюис. Молекулярная биология клетки: в 3-х т. - М.: Мир, 1995. - 1554 с.

2. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика. - Новосибирск: Сибирское ун-ое изд-во, 2006. - 479 с.

##### **в) ресурсы сети «Интернет»:**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ [http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php).

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://www.edu.ru> (раздел Учебно-методическая библиотека) или по прямой ссылке <http://window.edu.ru/library>.

3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru).

4. Научная библиотека ЯрГУ им. П.Г. Демидова (доступ к лицензионным современным библиографическим, реферативным и полнотекстовым профессиональным базам данных и информационным справочным системам: реферативные базы данных Web of Science, Scopus; научная электронная библиотека eLIBRARY.RU; электронно-библиотечные системы IPRbooks, Юрайт, Проспект; базы данных Polpred.com, «Диссертации РГБ (авторефераты)», ProQuest Dissertations and Theses Global; электронные коллекции Springer; издательство Elsevier на платформе ScienceDirect; журналы Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS), Nature Publishing Group, и др.) [http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net\\_res.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/content/resource/net_res.php).

## **10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий (семинаров);
- учебные аудитории для проведения лабораторных работ;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран).

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины.

Для проведения практических занятий (семинаров) используются: персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран.

Для проведения лабораторных работ используются: амплификатор, камера для электрофореза и источник питания, трансиллюминатор, центрифуги; спектрофотометр; рН-метр; фотоэлектроколориметр; аналитические весы; технические весы; термостат; пробирки; воронки; мерные цилиндры; мерные стаканы; стеклянные палочки; фильтровальная бумага; марля; скальпели; пинцеты; препаровальные иглы; ножницы; автоматические пипетки; химические реактивы.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока, а в аудитории для практических занятий (семинаров) – списочному составу группы обучающихся.

Автор:

Доцент каф. ботаники и микробиологии  
Старший научный сотрудник лаборатории  
Экобиомониторинга и контроля качества, к.б.н.



Ю.В.Зайцева

**Фонд оценочных средств**  
**для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов**  
**по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации.**

**Контрольные вопросы по теме: «Введение в молекулярную биологию».**

1. Молекулярная биология как наука: предмет, задачи, методы исследования.
2. Какие основные открытия и достижения в области молекулярной биологии Вы знаете?
3. Какие ученые внесли свой вклад в открытие структуры ДНК?
4. Кто сформулировал центральную догму молекулярной биологии и что она гласит?
5. Какие задачи стоят перед современной молекулярной биологией?
6. Какие методы используются для молекулярно-генетических исследований?
7. Какие методы молекулярной биологии применяют в медицине?
8. Какие методы молекулярной биологии применяют в сельском хозяйстве?

**Контрольные вопросы по теме: «Молекулярная биология нуклеиновых кислот».**

1. Дайте определение классу биополимеров «нуклеиновые кислоты». Какие соединения являются мономерами? Как называется связь между мономерами в полимере?
2. Чем нуклеозид отличается от нуклеотида?
3. Какие (нумерация) атомы углерода пентозы в нуклеотидах принимают участие в образовании фосфодиэфирной связи?
4. Назовите пуриновые и пиримидиновые основания, входящие в состав природных нуклеиновых кислот.
5. Укажите комплементарные пары азотистых оснований и число водородных связей, стабилизирующие их взаимодействие.
6. Какие химические связи стабилизируют вторичную структуру ДНК?
7. Охарактеризуйте природный тип двойной спирали ДНК.
8. Какие еще типы вторичной структуры ДНК можно обнаружить в живых клетках и в каких условиях?
9. Объясните понятие «температура плавления» в случае нуклеиновых кислот.
10. Структурные компоненты РНК.
11. Какие виды РНК Вы знаете?
12. Укажите основные различия между ДНК и РНК.

### **Контрольные вопросы по теме: «Структура и организация генома».**

1. Понятие генома.
2. Охарактеризуйте структуру геномов вирусов и фагов. Какие типы генетического материала они могут содержать?
3. Каковы особенности строения и функционирования генома прокариот?
4. Опишите строение бактериальной хромосомы.
5. Что такое «оперон»? Как он организован?
6. Какие основные структурные компоненты содержат бактериальные плазмиды?
7. Какие виды подвижных генетических элементов Вы знаете?
8. Какова роль подвижных генетических элементов в эволюции геномов?
9. Каковы особенности строения эукариотических генов?
10. Что являлось основной целью международного научно-исследовательского проекта «Геном человека»?

### **Контрольные вопросы по теме: «Молекулярные механизмы репликации, репарации и рекомбинации ДНК»**

1. Что такое «репликон»?
2. Какие белки и ферменты участвуют в репликации ДНК?
3. Перечислите основные этапы репликации.
4. Опишите процесс формирования и функционирования реплисомы.
5. Как происходит репликация теломерных участков хромосом.
6. Для чего нужна репарация ДНК?
7. Какие типы репарации Вы знаете?
8. Опишите механизм гомологичной рекомбинации.
9. Опишите механизм консервативной сайт-специфической рекомбинации.

### **Контрольные вопросы по теме: «Клеточные механизмы считывания генома»**

1. Опишите основные этапы транскрипции.
2. Что такое «транскриптон»? Какова его структура?
3. В чем основные отличия механизмов транскрипции у прокариот и эукариот?
4. Для чего нужен процессинг РНК?
5. Что такое «сплайсинг»? Какие виды сплайсинга Вы знаете?
6. Перечислите основные этапы обратной транскрипции.
7. В чем сущность процесса трансляции?
8. Какие основные компоненты входят в состав рибосом?
9. Генетический код, понятие, свойства.
10. Опишите механизм инициации трансляции у прокариот.
11. Опишите механизм инициации трансляции у эукариот.
12. Опишите механизм элонгации полипептидной цепи. Какие факторы элонгации принимают участие в этом процессе?
13. Опишите механизм терминации трансляции.

### **Контрольные вопросы по теме: «Молекулярная биология белков».**

1. Дайте определение классу биополимеров «белки». Какие соединения являются мономерами? Как называется связь между мономерами в полимере?
2. Охарактеризуйте первичную, вторичную, третичную и четвертичную структуры белков.
3. Что представляют собой  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура белка?
4. Как происходит фолдинг белков? Какую роль в этом процессе играют молекулярные шапероны?
5. Какие ферменты принимают участие в деградации белков в клетке?
6. Для чего нужна система убиквитинирования белков?

7. Как происходит секреция белков у прокариот?
8. Как происходит распределение белков по компартментам клетки у эукариот?

### **Контрольные вопросы по теме: «Контроль генной экспрессии».**

1. Как организован оперон?
2. На каких этапах происходит регуляция экспрессии генов у прокариот?
3. Какова роль негенетических факторов в регуляции генной активности?
4. В чем сходство и различия механизмов активации и репрессии транскрипции у про- и эукариот?

### **1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации.**

#### **Список вопросов к зачету**

(зачет выставляется по результатам выполнения всех форм текущего контроля, промежуточной аттестации и краткого собеседования со студентом).

1. История развития молекулярной биологии. Основные открытия и достижения.
2. Центральная догма молекулярной биологии и ее эволюция. Первичная структура нуклеиновых кислот.
3. Вторичная структура ДНК. Формы ДНК.
4. Понятие генома. Структура геномов вирусов и фагов.
5. Особенности строения и функционирования генома прокариот.
6. Ген как фрагмент генома. Структура прокариотических генов.
7. Структура и функции бактериальных плазмид.
8. Подвижные генетические элементы и эволюция геномов.
9. Особенности строения эукариотических генов.
10. Подвижные генетические элементы эукариот.
11. Структура генома человека. Его вариабельность. Программа «Геном человека».
12. Принципы и механизмы репликации ДНК у прокариот и эукариот.
13. Репарация ДНК, типы репарации.
14. Гомологичная рекомбинация ДНК.
15. Транспозиция и консервативная сайт-специфическая рекомбинация ДНК.
16. Механизмы транскрипции у прокариот и эукариот. Структура транскриптонов.
17. Регуляция транскрипции у прокариот и эукариот.
18. Процессинг РНК. Механизм сплайсинга и его виды.
19. Обратная транскрипция, общая характеристика и этапы.
20. Матричная (информационная) РНК, ее структура и функциональные участки у прокариот и эукариот.
21. Генетический код, понятие, свойства.
22. Рибосомные РНК и белки, их виды и номенклатура.
23. Структура рибосом про- и эукариот. Функциональные участки рибосом.
24. Биосинтез белка. Механизмы трансляции.
25. Инициация трансляции у прокариот. Иницирующие кодоны и сайт связывания рибосом на мРНК. Инициаторная тРНК и белковые факторы инициации.
26. Инициация трансляции у эукариот. Особенности эукариотической мРНК.
27. Механизм элонгации трансляции. Факторы элонгации.
28. Терминация трансляции: терминирующие кодоны, белковые факторы терминации.
29. Механизм терминации трансляции у про- и эукариот.
30. Энергетика биосинтеза белков. Количество макроэргических связей, необходимых на присоединение к растущему полипептиду одной аминокислоты; энергетические

- затраты на сборку рибосомы и на отсоединение готового полипептида от рибосомы.
31. Транспортные РНК: первичная, вторичная и третичная структура, роль модифицированных нуклеотидов.
  32. Структурная организация белков: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры.  $\alpha$ -спираль и  $\beta$ -структура белка.
  33. Фолдинг белков. Молекулярные шапероны у про- и эукариот.
  34. Деградация белков в клетке. АТФ-зависимые протеазы прокариот и 26S-протеасома эукариот. Механизм распознавания аномальных белков. Система убиквитинирования белков эукариот.
  35. Транспорт белков. Секреция белков у прокариот: Sec-аппарат и сигнальный пептид, системы секреции I-IV типов.
  36. Распределение белков по компартментам клетки эукариот. Котрансляционная транслокация белков в полость эндоплазматического ретикулума, в митохондрии и хлоропласты. Транспорт белков через ядерные поры.
  37. Общие принципы генетического контроля экспрессии генов. Индукция и репрессия генов. Модель оперона.
  38. Регуляция экспрессии генов прокариот. Лактозный оперон *E.coli*.
  39. Регуляция экспрессии генов прокариот. Триптофановый оперон *E.coli*.
  40. Регуляция экспрессии генов эукариот. Сходство и различия механизмов активации и репрессии транскрипции у про- и эукариот.
  41. Механизмы РНК-интерференции (RNAi). Малые интерферирующие РНК. МикроРНК.
  42. Посттранскрипционные системы регуляции. Биологическое значение геномного уровня организации наследственного материала.

#### **Правила выставления оценки по результатам фронтального опроса и коллоквиума:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### **Правила выставления оценки за контрольную работу.**

- *Отлично* выставляется за полные ответы на все вопросы с включением в ответ содержания лекции, материала учебников и дополнительной литературы.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на вопросы в объеме лекции или ответ с включением в содержание материала учебника, дополнительной литературы, но с незначительными неточностями.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещены в полном объеме два из трех вопросов или освещены все вопросы более чем наполовину, включая главное в содержании.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором освещен в полном объеме один из трех вопросов, или освещены менее половины требуемого материала или не описано главное в содержании вопросов, или нет ответов, или письменная работа не сдана.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;
- студент свободно владеет научной терминологией;
- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;
- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;
- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;
- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;
- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;
- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;
- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;
- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;
- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.



**Методические указания для студентов по освоению дисциплины.**

Изучение курса «Молекулярная биология» направлено на расширение и углубление знаний в области молекулярной биологии и получения навыков использования современных молекулярно-генетических методов в изучении разнообразия биологических объектов.

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Молекулярная биология» являются лекции. Предусмотрены также лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала и знакомство с методами молекулярно-генетических исследований. Степень готовности к занятиям студент может проверить вопросами для самоконтроля. Они призваны помочь студенту в обобщении и анализе сведений, полученных из учебников и дополнительной литературы.

Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Теоретический материал на лекциях дается в сокращенном изложении (носит преимущественно обзорный характер), поэтому законспектированный на лекциях материал необходимо прорабатывать дома и при необходимости дополнять информацией, полученной из учебной литературы, практических занятий, на консультациях.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается решение задач по молекулярной биологии.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде фронтального опроса, контрольных работ, коллоквиумов и тестирования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

Допуск к зачету по дисциплине выставляется по результатам выполнения всех форм текущего и промежуточного контроля знаний. Студентам, не успевшим в отведенное время получить положительную оценку (удовлетворительно и выше) хотя бы по одной из форм контроля, предлагается сдача зачета в устной форме с погашением долгов до официальной даты зачетного мероприятия.

Освоить теоретическую часть дисциплины самостоятельно студенту сложно в силу большого объема материала. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является необходимым.

Творческая самостоятельная работа включает написание реферата по заданным темам. Задание выдается индивидуально каждому студенту в начале 7 семестра.

Требования по подготовке реферата.

1. Выбор и согласование темы реферата с преподавателем.
2. Согласование срока сдачи реферата в соответствии с календарным планом изучения дисциплины.
3. Реферат подготавливается в форме презентации по теме исследования (см. основные требования к подготовке презентации).
4. Защита работы предполагает устное сообщение и демонстрацию слайдов (презентации) и видеозаписей, подготовленных в процессе реферирования. Время, отведенное на представление работы, должно составлять 10-15 минут.
5. В качестве источников рекомендуется использовать ресурсы, научно-техническую литературу и периодику, выпущенную за последние 5 лет. Должно использоваться не менее 5 источников.

Требования к подготовке презентации.

1. Рекомендуемый объем презентации: 8-12 слайдов.
2. На стартовом слайде должны быть обязательно приведены: Тема реферата. Сведения об авторе: ФИО, группа.
3. Следующий слайд: Краткая аннотация реферата (не более 3-4 предложений). Аннотация должна отвечать на вопросы: чему посвящена данная работа? что именно рассматривается в данной работе?
4. Последующие слайды: изложение основного вопроса. Рекомендуется максимально насыщать слайды иллюстративным материалом к тексту. На каждом новом слайде должны содержаться схемы, графики, таблицы и пр. Изображения и надписи на рисунках должны быть четкими и хорошо читаться.
5. На последнем слайде презентации должен быть приведен список использованных источников литературы. Указывать полные выходные данные книг и журнальных статей. Источники Internet должны быть приведены в виде URL с точным указанием ресурса.

Критерии оценивания работы.

- содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов;
- умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизировать и обобщать ее;
- умение ясно выражать свои мысли в устной форме, яркость, образность выражений, индивидуальность стиля автора реферата;
- правильность оформления работы (соответствие демонстрационных материалов основным требованиям к оформлению презентации).

#### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине.**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу. К таким можно отнести следующие издания:

1. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учебное пособие для вузов. 2-е изд., испр. и доп., Новосибирск, Сиб. унив. изд-во, 2003, - 479 с.
2. Льюин Б. Гены. пер. 9-го англ. изд. И. А. Кофиади и др.; / Под. ред. Д.В. Ребрикова, М., БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012, - 896 с.
3. Обзорные и экспериментальные статьи в журналах «Молекулярная биология», «Биохимия», «Генетика» и др.

Также для подбора учебной литературы рекомендуется использовать широкий спектр интернет-ресурсов:

**1. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)** – электронная библиотека, обеспечивающая доступ к наиболее востребованным материалам-первоисточникам, учебной, научной и художественной литературе ведущих издательств (\*регистрация в электронной библиотеке – только в сети университета. После регистрации работа с системой возможна с любой точки доступа в Internet.).

**2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/library>.**

Целью создания информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (ИС «Единое окно») является обеспечение свободного доступа к интегральному каталогу образовательных интернет-ресурсов и к электронной библиотеке учебно-методических материалов для общего и профессионального образования.

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» создана по заказу Федерального агентства по образованию в 2005-2008 гг. Главной разработчик проекта – Федеральное государственное автономное учреждение Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ФГАУ ГНИИ ИТТ «Информика») [www.informika.ru](http://www.informika.ru).

ИС «Единое окно» объединяет в единое информационное пространство электронные ресурсы свободного доступа для всех уровней образования в России. Разделы этой системы:

- **Электронная библиотека** – является крупнейшим в российском сегменте Интернета хранилищем полнотекстовых версий учебных, учебно-методических и научных материалов с открытым доступом. Библиотека содержит более 30 000 материалов, источниками которых являются более трехсот российских вузов и других образовательных и научных учреждений. Основу наполнения библиотеки составляют электронные версии учебно-методических материалов, подготовленные в вузах, прошедшие рецензирование и рекомендованные к использованию советами факультетов, учебно-методическими комиссиями и другими вузовскими структурами, осуществляющими контроль учебно-методической деятельности.

- **Интегральный каталог образовательных интернет-ресурсов** содержит представленные в стандартизированной форме метаданные внешних ресурсов, а также содержит описания полнотекстовых публикаций электронной библиотеки. Общий объем каталога превышает 56 000 метаописаний (из них около 25 000 - внешние ресурсы). Расширенный поиск в "Каталоге" осуществляется по названию, автору, аннотации, ключевым словам с возможной фильтрацией по тематике, предмету, типу материала, уровню образования и аудитории.

- **Избранное**. В разделе представлены подборки наиболее содержательных и полезных, по мнению редакции, интернет-ресурсов для общего и профессионального образования.

- **Библиотеки вузов**. Раздел содержит подборки сайтов вузовских библиотек, электронных каталогов библиотек вузов и полнотекстовых электронных библиотек вузов.

Для самостоятельного подбора литературы в библиотеке ЯрГУ рекомендуется использовать:

### **1. Личный кабинет.**

[http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_login.php](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_login.php) дает возможность получения on-line доступа к списку выданной в автоматизированном режиме литературы, просмотра и копирования электронных версий изданий сотрудников университета (учеб. и метод. пособия, тексты лекций и т.д.) Для работы в «Личном кабинете» необходимо зайти на сайт Научной библиотеки ЯрГУ с любой точки, имеющей доступ в Internet, в пункт меню «Электронный каталог»; пройти процедуру авторизации, выбрав вкладку «Авторизация», и заполнить представленные поля информации.

### **2. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ.**

[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php) содержит более 2500 полных текстов учебных и учебно-методических материалов по основным изучаемым дисциплинам, изданных в университете. Доступ в сети университета, либо по логину/паролю.

### **3. Электронная картотека «Книгообеспеченность».**

[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_bookreq\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_bookreq_find.php) раскрывает учебный фонд научной библиотеки ЯрГУ, предоставляет оперативную информацию о состоянии

книгообеспеченности дисциплин основной и дополнительной литературой, а также цикла дисциплин и специальностей. Электронная картотека «Книгообеспеченность» доступна в сети университета и через Личный кабинет.