

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Биологического института

Д.С. Воробьев

« 25 » марта 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Молекулярная биология**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2021**

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.42

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП

Д.С. Воробьев

Председатель УМК

А.Л. Борисенко

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ОПК-2 – Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания;

– ОПК-3 – Способен применять знание основ эволюционной теории, использовать 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.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

– ИОПК-2.1 – Демонстрирует понимание принципов структурно-функциональной организации живых систем;

– ИОПК-3.2 – Применяет методы молекулярной биологии, генетики и биологии развития для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

1. Ознакомление с современными представлениями о структурной организации информационных макромолекул, взаимозависимости между их структурой и биологическими функциями.
2. Приобретение современных знаний о строении нуклеиновых кислот, о строении и классификации генов в геноме.
3. Формирование современных представлений о механизмах реализации генетической информации у про- и эукариот в ходе основных клеточных процессов репликации, транскрипции, трансляции и регуляции этих процессов.
4. Приобретение современных представлений о механизмах репарации поврежденной ДНК, проявлениях нестабильности генома при онкогенезе и молекулярно- биологические основы возникновения жизни на Земле.
5. Освоение основных методов генной инженерии и молекулярной биологии, необходимых для изучения и модификации нуклеиновых кислот, а также кодируемых ими белков.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 8, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: «Биохимия», «Цитология и гистология», «Микробиология», «Генетика».

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з. е., 72 часов, из которых:

– лекции: 20 ч.;

– семинарские занятия: 4 ч.

в том числе практическая подготовка: 0 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Центральная догма молекулярной биологии. Генетический код.

Предмет и объект молекулярной биологии. Методы молекулярной биологии. История молекулярной биологии. Центральная догма молекулярной биологии. Генетический код. Первые представления о генетическом коде. Бубновый код Г. Гамова. Неперекрываемость, триплетность и компактность генетического кода. Однозначность, вырожденность, старт и стоп кодоны. Помехоустойчивость и универсальность генетического кода. Манипуляции с генетическим кодом: “урезанный” и полусинтетический генетические коды.

Тема 2. Белки

История открытия и изучения белков. Первичная структура белка. Вторичная структура белков. Третичная структура белка. Четвертичная структура белка. Функция белка. ДНК-связывающие белки.

Тема 3. Нуклеиновые кислоты

Открытие и нуклеиновых кислот. Первичная структура нуклеиновых кислот. Физико-химические особенности рибо- и дезоксирибонуклеиновых кислот. Вторичная структура РНК. Третичная структура РНК. Разнообразие РНК и их функции. Некодирующие РНК эукариот. Некодирующие РНК у прокариот. Гипотеза “мира РНК”. Пять доказательств информационной роли ДНК. Четыре предпосылки открытия двойной спирали ДНК. Принципы организации двойной спирали ДНК по Уотсону-Крику. Физико-химические свойства ДНК. Формы ДНК: А-, В-, Z-, H-, HJ-, G-, I- Кольцевая ДНК. Циркулом. Суперскручивание (число зацеплений, твист и райзинг, топоизомеразы). Необычные структуры, которые образуют ДНК. Три функции ДНК.

Тема 4. Транскрипция. Процессинг РНК. Регуляция экспрессии генов.

Ферментативная активность РНК-полимераз. Принципы транскрипции ДНК. Структура РНК-полимеразы прокариот. Транскрипция ДНК прокариот и ее этапы. Инициация транскрипции у прокариот. Терминация транскрипции. Rho-зависимая терминация. Нештатное прерывание элонгации. Шесть особенностей организации транскрипции ДНК у эукариот (по сравнению с прокариотами). Разнообразие РНК-полимераз эукариот. Структура РНК-полимераз эукариот. Инициация транскрипции у эукариот. Промотор у эукариот. Энхансеры и сайленсеры. Процессинг РНК у эукариот. Процессинг мРНК. Кэпирование. Сплайсинг. Редкие механизмы сплайсинга: автосплайсинг и ферментативный сплайсинг. Альтернативный и транс-сплайсинг.

Обрезание 3'-НТР и полиаденилирование. Редактирование мРНК. Процессинг тРНК. Процессинг рРНК. Регуляция транскрипции у прокариот. Триптофановый оперон - пример негативной репрессии. Аттенуация.

#### Тема 5. Обратная транскрипция

Обратная транскрипция у ВИЧ-1. Фермент обратной транскрипции. Активность обратной транскриптазы.

#### Тема 6. Трансляция

Компоненты системы трансляции у прокариот. Структурные особенности тРНК необходимые в процессе трансляции. Амино-ацил-тРНК-синтетазы (арсазы или кодазы). Молекулярная структура рибосом прокариот и эукариот. Центры функциональной активности рибосом. Факторы трансляции. Инициация трансляции у прокариот. Функции малой и большой субъединиц рибосомы в ходе инициации трансляции. Реакция транспептидации в элонгации трансляции. Реакция транслокации в элонгации трансляции. Терминация трансляции. Процессинг белков.

#### Тема 7. Репликация ДНК

Шесть принципов репликации ДНК. ДНК-зависимые ДНК полимеразы прокариот. Домены и ферментативная активность. Инициация репликации у прокариот. Репликативные вилки и топологическая сложность репликации. Репликаза. Субъединицы и их функции. Фрагменты Оказаки. Репликация на "отстающей цепи" ДНК. Семь особенностей репликации ДНК у эукариот. Проблема репликации ДНК на теломерах у эукариот. Лимит Хэйfliка. Теломерный повтор. Удлинение теломер. Теломеразы. Репликация и метилирование ДНК.

#### Тема 8. Репарация и рекомбинация.

Типы репарации у прокариот. Типы репарации у эукариот. Ферменты репарации. Рекомбинация.

### 9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем проведения тестов по лекционному и семинарскому материалу, подготовке докладов и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

### 10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

**Зачет в восьмом семестре** проводится путем устного собеседования по билетам. Билет содержит два вопроса. Допуск к сдаче зачета получают студенты, которые набрали не менее чем половину баллов от максимального количества в пяти тестовых заданиях.

Формирование ИОПК-3.2 происходит при подготовке к семинарскому занятию «Методы молекулярной биологии».

#### Вопросы к зачету по дисциплине «Молекулярная биология»

1. Предмет и объект молекулярной биологии
2. Методы молекулярной биологии
3. История молекулярной биологии
4. Центральная догма молекулярной биологии
5. Генетический код
6. Первые представления о генетическом коде. Бубновский код Г. Гамова.
7. Неперекрываемость, триплетность и компактность генетического кода

8. Однозначность, вырожденность, старт и стоп кодоны
9. Помехоустойчивость и универсальность генетического кода .
10. Манипуляции с генетическим кодом: “урезанный” и полусинтетический генетические коды
11. История открытия и изучения белков
12. Первичная структура белка
13. Вторичная структура белков
14. Третичная структура белка
15. Четвертичная структура белка
16. Функция белка
17. ДНК-связывающие белки
18. Открытие и нуклеиновых кислот
19. Первичная структура нуклеиновых кислот
20. Физико-химические особенности рибо- и дезоксирибонуклеиновых кислот
21. Вторичная структура РНК
22. Третичная структура РНК.
23. Разнообразие РНК и их функции
24. Некодирующие РНК эукариот
25. Некодирующие РНК у прокариот
26. Гипотеза “мира РНК”
27. Пять доказательств информационной роли ДНК
28. Четыре предпосылки открытия двойной спирали ДНК
29. Принципы организации двойной спирали ДНК по Уотсону-Крику:
30. Физико-химические свойства ДНК
31. Формы ДНК: А-, В-, Z-, H-, HJ-, G-, I-
32. Кольцевая ДНК. Циркулом. Суперскручивание (число зацеплений, твист и райзинг, топоизомеразы)
33. Необычные структуры, которые образуют ДНК
34. Три функции ДНК
35. Ферментативная активность РНК-полимераз
36. Принципы транскрипции ДНК
37. Структура РНК-полимеразы прокариот
38. Транскрипция ДНК прокариот и ее этапы
39. Инициация транскрипции у прокариот
40. Терминация транскрипции. Rho-зависимая терминация. Нештатное прерывание элонгации
41. Шесть особенностей организации транскрипции ДНК у эукариот (по сравнению с прокариотами)
42. Разнообразие РНК-полимераз эукариот
43. Структура РНК-полимераз эукариот
44. Инициация транскрипции у эукариот. Промотор у эукариот
45. Энхансеры и сайленсеры
46. Процессинг РНК у эукариот
47. Процессинг мРНК
48. Кэпирование
49. Сплайсинг
50. Редкие механизмы сплайсинга: автосплайсинг и ферментативный сплайсинг
51. Альтернативный и транс-сплайсинг
52. Обрезание 3'-НТР и полиаденилирование
53. Редактирование мРНК
54. Процессинг тРНК
55. Процессинг рРНК

56. Регуляция транскрипции у прокариот
57. Триптофановый оперон - пример негативной репрессии
58. Атенуация
59. Обратная транскрипция у ВИЧ-1
60. Фермент обратной транскрипции
61. Активность обратной транскриптазы
62. Компоненты системы трансляции у прокариот
63. Структурные особенности тРНК необходимые в процессе трансляции
64. Амино-ацил-тРНК-синтетазы (арсазы или кодазы)
65. Молекулярная структура рибосом прокариот и эукариот
66. Центры функциональной активности рибосом
67. Факторы трансляции
68. Инициация трансляции у прокариот
69. Функции малой и большой субъединиц рибосомы в ходе инициации трансляции
70. Реакция трансептидации в элонгации трансляции
71. Реакция транслокации в элонгации трансляции
72. Терминация трансляции
73. Процессинг белков
74. Шесть принципов репликации ДНК:
75. ДНК-зависимые ДНК полимеразы прокариот. Домены и ферментативная активность
76. Инициация репликации у прокариот
77. Репликативные вилки и топологическая сложность репликации
78. Репликаза. Субъединицы и их функции
79. Фрагменты Оказаки. Репликация на “отстающей цепи” ДНК.
80. Семь особенностей репликации ДНК у эукариот
81. Проблема репликации ДНК на теломерах у эукариот. Лимит Хэйфлика. Теломерный повтор
82. Удлинение теломер. Теломераза
83. Репликация и метилирование ДНК
84. Ферменты репарации ДНК

### Критерии оценивания:

Оценка	Критерии оценки
Не зачтено	Нет ответа даже на общие вопросы
Зачтено	Неполный ответ на все вопросы, полный развернутый или частично неполный ответ на все вопросы

### 11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=17405>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Планы семинарских занятий по дисциплине представлены в курсе Moodle.

Самостоятельная работа студентов предполагается в форме углубленного изучения теоретических вопросов, представленных в разделе 8, подготовки к семинарским занятиям и тестам.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

- Молекулярная биология клетки Т. 2 : с задачами Джона Уилсона и Тима Ханта : [в 3 т.] / Брюс Альбертс, Александр Джонсон, Джулиан Льюис [и др.]; пер. с англ. А. Н. Дьяконовой, А. В. Дюбы; под ред. Е. Н. Богачевой, И. Н. Шатского. – Москва [и др.]: Регулярная и хаотическая динамика [и др.], 2013. – 1736 с.
- Никольский В.И. Генетика: [учебное пособие для студентов вузов]. – Москва : Академия , 2010. – 248 с.
- Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии / [Э. Эйткен, А. Р. Бейдоун, Дж. Файфф и др.]; ред.: К. Уилсон и Дж. Уокер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой и Е. Ю. Бозелек-Решетняк; под ред. А. В. Левашова, В. И. Тишкова. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 848 с.
- Физические основы молекулярной биологии : [учебное пособие] / Т. Уэй ; пер. с англ. под ред. Л. В. Яковенко. – Долгопрудный: Интеллект , 2010. – 363 с.

б) дополнительная литература:

- Гены /Б. Льюин; Пер. с англ. А. П. Гинцбурга и др. ; Под. ред. Г. П. Георгиева. – М.: Мир , 1987. – 544 с.
- Общая генетика: Учебник для студентов университетов, обучающихся по специальности «Биология»/ С.И. Алиханян, А.П. Акифьев, Л.С. Чернин. – М.: Высшая школа, 1985. – 448 с.
- Гены и геномы : [Руководство по молекулярной биологии]: В 2-х т. /Пер. с англ. Т. С. Ильиной и Ю. М. Романовой; Под ред. Н. К. Янковского. – М. : Мир , 1998. – 373 с.

в) ресурсы сети Интернет:

- <http://biomolecula.ru>

## 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

- Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>
- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>
- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – М., 2000- . – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp?>

## 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

### **15. Информация о разработчиках**

Артемов Глеб Николаевич, кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики и клеточной биологии Биологического института ТГУ