

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Костромской государственный университет»

(КГУ)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ

Направление подготовки *06.03.01 Биология*
направленность *Экологические биотехнологии*

Квалификация выпускника: бакалавр

Кострома

2023

Рабочая программа дисциплины «Молекулярная биология» разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования направления подготовки 06.03.01 – Биология, приказ № 920 от 07.08.2020

Разработал: Дюкова А.С., к.б.н., доцент кафедры биологии и экологии

Рецензент:

Беляев Андрей Владиславович, директор департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Костромской области

ПРОГРАММА УТВЕРЖДЕНА:

Заведующий кафедрой биологии и экологии:

Сиротина М.В., д.б.н., доцент

Протокол заседания кафедры № 11__ от 20.04.2023 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Программа дисциплины «Молекулярная биология» составлена на основе требований государственного образовательного стандарта к содержанию и уровню подготовки выпускника по направлению подготовки «Биология». Молекулярная биология - одно из наиболее быстро развивающихся направлений современного естествознания - определило возникновение и становление молекулярной биологии как науки. Широкое внедрение достижений молекулярной биологии, среди которых ведущее место занимает анализ генома человека, в биомедицинские исследования позволило вскрыть многие молекулярные и генетические механизмы функционирования систем жизнедеятельности человека в норме и при патологии. Новые молекулярно-биологические биотехнологии приобретают все большее значение в самых разных направлениях биологической науки и практики. Бурный рост молекулярной биологии как науки требует овладения студентами современными знаниями в различных областях молекулярной биологии.

Цель дисциплины: сформировать у студентов способность использовать современные представления о структурно-функциональной организации генетической программы живых объектов и методы молекулярной биологии для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности;

Задачи:

- сформировать представление об основных задачах современной молекулярной биологии;
- познакомить студентов с основными молекулярными процессами в клетке: синтез ДНК, РНК, биосинтез белка;
- сформировать способность использовать методы молекулярной биологии в профессиональной деятельности.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
освоить компетенции:

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;

ОПК-3.3 Использует знание основ молекулярной биологии и ее методов для исследования механизмов онтогенеза и филогенеза в профессиональной деятельности;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

1) *Знать:*

- основные типы и характеристики строения белков и нуклеиновых кислот;
- основы биосинтеза нуклеиновых кислот и белков;
- молекулярные механизмы воспроизводства и передачи наследственной информации и регуляции биосинтеза белков и нуклеиновых кислот;
- основные методы молекулярной биологии.

2) *Уметь:*

- решать биологические задачи, основываясь на знании молекулярных механизмов;
- уметь применять методы молекулярной биологии для решения профессиональных задач;
- обосновывать значимость достижений современной молекулярной биологии в жизни человеческого общества.

3) Владеть:

- основными понятиями и терминологией молекулярной биологии;
- умением применять различные методы молекулярной биологии в профессиональной деятельности.

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Молекулярная биология» относится к обязательной части учебного плана и изучается в 4 семестре. Дисциплина опирается на знания по дисциплинам «Цитология», «Общая биология», изученных ранее. Изучение дисциплины «Молекулярной биологии» поможет в освоении дисциплин «Генетика и селекция», «Основы биотехнологии и биоинженерии», «Экологические биотехнологии».

4. Объем дисциплины (модуля)

4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием академических (астрономических) часов и виды учебной работы

Виды учебной работы,	Очная форма
Общая трудоемкость в зачетных единицах	4
Общая трудоемкость в часах	144
Аудиторные занятия в часах, в том числе:	36
Лекции	14
Практические занятия	22
Самостоятельная работа в часах	69,65
Форма промежуточной аттестации	Экзамен 38,35

4.2. Объем контактной работы на 1 обучающегося

Виды учебных занятий	Очная форма
Лекции	14
Практические занятия	22
Лабораторные занятия	-
Консультации	2
Зачет/экзамены	0,35
Всего	38,35

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием количества часов и видов занятий

5.1 Тематический план учебной дисциплины

№ пп	Наименование раздела, темы	Всего з.е/час	Аудиторные занятия			Самостоятельная работа
			Лекции	Лабораторные	Практические	
1	Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Методы молекулярной биологии.	12	-		2	10

2	Белки. Аминокислотный состав белков. Структурная организация белков.	8	-		2	6
3	Особенности строения и функций нуклеиновых кислот.	43	5		10	28
3.1	Структура клеточного ядра. Открытие нуклеиновых кислот, их строение. Полиморфизм ДНК. Организация ДНК в хромосомах.	6			2	4
3.2	Сверхспирализация ДНК. ДНК-топоизомеразы, их классификация и функции.	10	2		2	6
3.3	Структура и функции РНК. История открытия иРНК и генетического кода. Некоторые особенности кодового словаря. Первичная структура иРНК, полицистронная организация мРНК и её пространственная организация.	9	1		2	6
3.4	Процессинг РНК у прокариот и эукариот. Особенности процессинга разных видов РНК.	8			2	6
3.5	Транспортные РНК и аминоацил-тРНК-синтетазы: открытие, строение и структура, функции. Аминоацилирование тРНК. Специфичность по отношению к аминокислоте и тРНК.	10	2		2	6
4	Биосинтез белка	45	9		8	28
4.1	Общая характеристика биосинтеза белка. Рибосомы, их участие в процессе трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом.	6	1		1	4
4.2	Структура рибосомы: морфология, рибосомные РНК и рибосомные белки. Структурные превращение рибосом in vitro.	10	2		2	6

4.3	Функционирование рибосомы: инициация, элонгация, терминация. Связывание аминоксил-тРНК, белковых факторов трансляции и ГТФ.	10	2		2	6
4.4	Молекулярные механизмы процессов трансляции: инициации, элонгации и терминации. Регуляторные механизмы. особенности протекания процессов у про- и эукариот.	10	2		2	6
4.5	Ко-трансляционное сворачивание белка, компартментизация и модификация белка. Вклад рибосомы в сворачивание белка.	6,65	2		1	3,65
5.	Подготовка к экзамену	38,35				38,35
	Итого:	4 з.е. /144 час.	14		22	108

5.2. Содержание

Тема 1. Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии.

Важнейшие достижения.

Возникновение молекулярной биологии: надежды и опасения. Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Методы молекулярной биологии.

Тема 2. Белки. Аминокислотный состав белков. Структурная организация белков.

Протеиногенные аминокислоты и амиды. Пептиды, их биологическое значение в функционировании живых организмов. Структурная организация белков: системы К.Линдерстрема-Ланга и Г. Шульца и Р.Ширмера. особенности свёрхвторичных структур и доменной организации. Функциональное значение абазимов. Фолдинг и молекулярные шапероны.

Тема 3. Структура клеточного ядра. Открытие нуклеиновых кислот, их строение. Полиморфизм ДНК. Организация ДНК в хромосомах.

Особенности строения ядра в связи с его функциями. История открытия нуклеиновых кислот: работы Ю.Либиха, Ф.Мишера, Ф.левена, Ф.Жакоба, Ж.Моно и др. Структура ДНК: полиморфизм. Гистоны и организация ДНК в хромосоме.

Тема 4. Свёрхспирализация ДНК. ДНК-топоизомеразы, их классификация и функции.

Свёрхспирализованная ДНК. Отрицательные и положительные супервитки, их значение для функционирования клетки. ДНК-топоизомеразы, их классификация, принцип работы, значение в процессах жизнедеятельности клетки.

Тема 5. Структура и функции РНК. История открытия иРНК и генетического кода. Некоторые особенности кодового словаря. Первичная структура иРНК, полицистронная организация мРНК и её пространственная организация.

История открытия и-РНК: работы А.Н.Белозерского, А.С.Спирина, Э.Волкина,

Ф.Астрачана, Ф.Жакоба и др.Расшифровка генетического кода: работы М.Ниренберга и Г.Маттея, Ф.Ледера и др. Особенности кодового словаря.Первичная структура и-РНК: функциональные участки. Полицистронная организация м-РНК, её работа на примере фага MS 2. Пространственная организация м-РНК.

Тема 6. Процессинг РНК у прокариот и эукариот. Особенности процессинга разных видов РНК.

Процессинг у прокариот. Процессинг у эукариот. Сплайсинг, кэпирование, полиаденирование РНК. Аутокаталитическая функция РНК и роль рибозимов и минизимов в процессе сплайсинга. Аутосплайсинг рРНК. Процессинг тРНК и мРНК. Редактирование РНК. Альтернативный сплайсинг.

Тема 7. Транспортные РНК и аминоксил-тРНК-синтетазы: открытие, строение и структура, функции. Аминоацилирование тРНК. Специфичность по отношению к аминокислоте и тРНК.

Открытие адапторных РНК: М.Хогланд, П.Замечник, К.Огата и др. Структура т-РНК: минорные основания, петли, особенности третичной структуры. Особенности строения аминоксил-т-РНК-синтетаз, процессы аминоксилирования тРНК. Специфичность этого процесса по отношению к тРНК и аминокислоте: уровень ошибок и механизмы их избегания.

Тема 8. Общая характеристика биосинтеза белка. Рибосомы, их участие в процессе трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом.

Основные этапы биосинтеза белка: транскрипция, трансляция. Процессинг: его биологический смысл. Изучение функционирования рибосом в процессе трансляции: работы Т.Касперсона, Ж.Браше, Г.К.Шахмана, А.Б.Парди, Дж.Палладе и др. Прокариотический и эукариотический типы рибосом. Полирибосомы.

Тема 9. Структура рибосомы: морфология, рибосомные РНК и рибосомные белки. Структурные превращения рибосом *in vitro*.

Размер, внешний вид и подразделение на две субъединицы рибосомы. Структура малой и большой субъединиц. Объединение субъединиц в целую рибосому. Рибосомные РНК и их виды: 5S, 5,8S, 4,5S, 30S, 16S, 50S, 18 S, 23S, 28S и др. Их первичные, вторичные и третичные структуры. Разнообразие и номенклатура рибосомных белков. Белковые комплексы. Взаимодействие с рибосомными РНК. Структурные превращения рибосом *in vitro*.

Тема 10. Функционирование рибосомы: инициация, элонгация, терминация. Связывание аминоксил-тРНК, белковых факторов трансляции и ГТФ.

Стадии трансляции: инициация, элонгация, терминация. Бесклеточные системы трансляции. Связывание аминоксил тРНК, связывание белковых факторов трансляции и ГТФ. Каталитические функции ГТФазы. Пептидилтрансферазы. Факторы элонгации. Ингибиторные механизмы. Уровень ошибок *in vivo* в нормальных условиях.

Тема 11. Молекулярные механизмы процессов трансляции: инициации, элонгации и терминации. Регуляторные механизмы. Особенности протекания процессов у про- и эукариот.

Молекулярные механизмы инициации, элонгации, терминации: транспептидация, транслокация. Передвижение матрицы при транслокации. Регуляция элонгации. Инициация трансляции у прокариот (белковые факторы инициации и трансляции, состояние рибосомы) и эукариот. Особенности эукариотической мРНК.

Тема 12. Ко-трансляционное сворачивание белка, компартиментализация и модификация белка. Вклад рибосомы в сворачивание белка.

Вклад рибосомы в сворачивание белка. Синтез белков свободными и мембраносвязанными полирибосомами. Способы соединения рибосомы с мембраной. Сигналузнающие частицы и их мембранные рецепторы. Ко-трансляционные модификации белка.

6. Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

6.1. Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Задание	Часы	Методические рекомендации по выполнению задания	Форма контроля
1.	Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Методы молекулярной биологии.	Прочитать введение и главу 1 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология». Подготовить доклады по выбранным темам, выполнить тест в системе sdo	10	Обратить внимание на основополагающие открытия в молекулярной биологии, составить схему, отражающую методы молекулярной биологии и основные открытия, сделанные при помощи этих методов.	Опрос, представление докладов и презентаций. Выполнение тестовых заданий в системе sdo
2.	Белки. Аминокислотный состав белков. Структурная организация белков.	Прочитать главу 2 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология». Подготовиться к выполнению проверочной работы.	6	Вспомните, что вы уже знаете о строении и функциях белков из курсов Общей биологии и Цитологии. Выпишите себе все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями.	Опрос, проверочная работа.
3.	Структура клеточного ядра. Открытие нуклеиновых кислот, их строение. Полиморфизм ДНК. Организация ДНК в хромосомах.	Прочитать главу 3 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология» до 95 стр. выполнить тест в системе sdo	4	Вспомните, что вы уже знаете о строении и функциях нуклеиновых кислот из курсов Общей биологии и Цитологии, генетики и селекции. Выпишите себе все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями. Изобразите схему организации ДНК в хромосомах.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo
4.	Сверхспирализация ДНК. ДНК-топоизомеразы, их классификация и функции.	Прочитать главу 3 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология», подготовить доклад на тему «концепция	6	Составьте сравнительную таблицу основных характеристик разных классов ДНК-топоизомераз и видов сверхспирализации ДНК. Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo, представление докладов.

		«Мир РНК», выполнить тест в системе sdo		комментариями.	
5.	Структура и функции РНК. История открытия иРНК и генетического кода. Некоторые особенности кодового словаря. Первичная структура иРНК, полицистронная организация мРНК и её пространственная организация.	Прочитайте текст лекции в системе sdo. и главу 11 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология», выполните тест в системе sdo	6	Вспомните, что вы уже знаете о свойствах генетического кода из курсов Цитологии, Генетики и селекции. используя текст лекции составьте схему полицистронной организации РНК фага MS2.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo
6.	Процессинг РНК у прокариот и эукариот. Особенности процессинга разных видов РНК.	Прочитать главу 10 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология», подготовиться к опросу. выполнить тест в системе sdo	6	Вспомните, что вы уже знаете о процессинге. Составьте сравнительную таблицу, отображающую характеристики процессинга разных видов РНК и эукариот. Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo
7.	Транспортные РНК и аминоксил-тРНК-синтетазы: открытие, строение и структура, функции. Аминоацилирование тРНК. Специфичность по отношению к аминокислоте и тРНК.	Прочитайте текст лекции в системе sdo и главу 11 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология», подготовиться к опросу, выполнить тест в системе sdo Подготовиться к семинару	6	Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями. Составьте опорный конспект на тему специфичности процесса аминоксиллирования.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo
8.	Общая характеристика биосинтеза	Прочитайте текст лекции в системе sdo	4	Вспомните, что вы уже знаете о биосинтезе белка из курса Цитологии.	Опрос, выполнение тестовых

	белка. Рибосомы, их участие в процессе трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом.	и главу 11 в учебнике А.С. Коничева «Молекулярная биология», подготовиться к опросу, выполнить тест в системе sdo		Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями. Составьте сравнительную таблицу, отображающую характеристики рибосом прокариот и эукариот.	заданий в системе sdo
9.	Структура рибосомы: морфология, рибосомные РНК и рибосомные белки. Структурные превращение рибосом in vitro.	Прочитайте текст лекции в системе sdo подготовиться к опросу, выполнить тест в системе sdo	6	Вспомните, что вы уже знаете о строении рибосом из курса Цитологии. Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями. Заполните таблицу №1	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo проверка правильности заполнения таблицы
10.	Функционирование рибосомы: инициация, элонгация, терминация. Связывание аминоксил-тРНК, белковых факторов трансляции и ГТФ.	Прочитайте текст лекции в системе sdo подготовиться к опросу, выполнить тест в системе sdo	6	Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями. Составьте схему функционирования рибосомы.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo
11.	Молекулярные механизмы процессов трансляции: инициации, элонгации и терминации. Регуляторные механизмы. особенности протекания процессов у про- и эукариот.	Прочитайте текст лекции в системе sdo подготовиться к опросу, выполнить тест в системе sdo	6	Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями. составьте сравнительную таблицу процессов трансляции у прокариот и эукариот.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo
12.	Ко-трансляционное сворачивание белка, компартментизация и модификация	Прочитайте текст лекции в системе sdo подготовиться к опросу, выполнить тест в системе sdo	3,65	Выпишите себе в тетрадь все новые термины и понятия, встретившиеся в тексте с их краткими комментариями.	Опрос, выполнение тестовых заданий в системе sdo

	белка. Вклад рибосомы в сворачивание белка.	sdo, подготовиться к семинару.			
13.	Подготовка и сдача зачета	Повторить весь материал и проверить выполнение тестовых заданий	38,35		Устный ответ по билету, решение задачи.

Таблица №1

Сравнительная характеристика видов рибосомной РНК.

№ п/п	Вид рибосомной РНК	Особенности строения	Местонахождение в клетке и значение
-------	--------------------	----------------------	-------------------------------------

6.2. Тематика и задания для практических занятий

Тематика семинаров по дисциплине:

1. Современные теоретические и практические задачи молекулярной биологии. Важнейшие достижения. Методы молекулярной биологии.
2. Белки. Аминокислотный состав белков. Структурная организация белков.
3. Структура клеточного ядра. Открытие нуклеиновых кислот, их строение. Полиморфизм ДНК. Организация ДНК в хромосомах.
4. Сверхспирализация ДНК. ДНК-топоизомеразы, их классификация и функции.
5. Структура и функции РНК. История открытия иРНК и генетического кода. Некоторые особенности кодового словаря. Первичная структура иРНК, полицистронная организация мРНК и её пространственная организация.
6. Процессинг РНК у прокариот и эукариот. Особенности процессинга разных видов РНК.
7. Транспортные РНК и аминоксил-тРНК-синтетазы: открытие, строение и структура, функции. Аминоацилирование тРНК. Специфичность по отношению к аминокислоте и тРНК.
8. Общая характеристика биосинтеза белка. Рибосомы, их участие в процессе трансляции. Прокариотический и эукариотический типы рибосом.
9. Структура рибосомы: морфология, рибосомные РНК и рибосомные белки. Структурные превращения рибосом *in vitro*.
10. Функционирование рибосомы: инициация, элонгация, терминация. Связывание аминоксил-тРНК, белковых факторов трансляции и ГТФ.
11. Молекулярные механизмы процессов трансляции: инициации, элонгации и терминации. Регуляторные механизмы. особенности протекания процессов у про- и эукариот.
12. Ко-трансляционное сворачивание белка, компартментизация и модификация белка. Вклад рибосомы в сворачивание белка.
13. Достижения и перспективы генетической инженерии и биотехнологии.

7. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

а) основная:

1. Коницев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология: учеб.для студ.пед.вузов. –М.: Изд.центр «Академия», 2005. – 400 с. 36 экз
2. Молекулярная биология: учебник / В.В. Иванищев. — М.: РИОР: ИНФРА-М, 2018. —

б) дополнительная

1. Агол В.И. и др. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. Под ред. А.С.Спирина. М., Высшая школа, 1990г. 2 экз
2. Андрианов, А.М. Конформационный анализ белков: теория и приложения / А.М. Андрианов ; под ред. Г.В. Малахова. - Минск : Белорусская наука, 2013. - 518 с. - ISBN 978-985-08-1529-3; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142264>
3. Албертс Б., Д.Брей, Дж.Льюис, М.Рэфф и др. Молекулярная биология клетки: в 3х томах. - М.:Мир, 1994. 1 экз
4. Биология клетки: учебное пособие / А.Ф. Никитин, Е.Я. Адоева, Ю.Ф. Захаркив и др.; под ред. А.Ф. Никитин. - СПб : СпецЛит, 2014. - 167 с.: табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-299-00573-8 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=253837>
5. Биология клетки: биохимия с молекулярной биологией : учеб.-метод. пособие / Костром. гос. ун-т [и др.] ; сост.: Н. В. Тихомирова [и др.]. - Кострома: КГУ, 2008. - 123 с. - Библиогр.: с. 117. - ISBN 978-5-7591-0953-2: 40.00. 32 экз
6. Камкин, Андрей Глебович. Физиология и молекулярная биология мембран клеток : [учеб. пособие для студ. мед. вузов] : рекомендовано УМО РФ / Камкин, Андрей Глебович, И. С. Киселева. - М.: Академия, 2008. - 584, [2] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Медицина). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-7695-4099-8 : 803.46. 5 экз
7. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии = Principles and techniques of biochemistry and molecular biology / ред.: К. Уилсон и Д. Уолкер ; пер. с англ.: Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 848 с.: ил. - (Методы в биологии). - Библиогр. в конце гл. - ISBN 978-5-94774-937-3: 384.18 1 экз
8. Спирин А.С. Молекулярная биология. Структура рибосомы и биосинтез белка. М., Высшая школа, 1996 г. 3 экз
9. Спирин, Александр Сергеевич. Молекулярная биология: Рибосомы и биосинтез белка : учебник / А. С. Спирин. - М. : Академия, 2011. - 495, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-7695-6668-4 : 539.88. 1 экз
10. Спенсер, У. Генетическая одиссея человека=The Journey of Man A Genetic Odyssey / У. Спенсер ; С. Ковальчук. - 2-е изд. - М. : Альпина нон-фикшн, 2014. - 0 с. - ISBN 978-5-9614-3345-6 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=254762>
11. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия / С.Н. Щелкунов. - Изд. 4-ое, стереот. 3-му. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010. - 514 с. : ил., табл., схем. - ISBN 978-5-379-01064-5 ; [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57527>

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Информация о курсе дисциплины в СДО. Курс представлен в системы СДО, доступен по ссылке: <https://sdo.ksu.edu.ru/course/view.php?id=1925>

Курс содержит в себе элемент «Лекции» вместе с презентациями, элемент «Задание», элемент «Тест», Элемент «Промежуточная аттестация» и элемент «Обратная связь с обучающимися».

Электронные библиотечные системы:

- Web of Science, путь доступа: <http://webofscience.com>;

- Scopus, путь доступа: <https://www.scopus.com>;
- РИНЦ, путь доступа: <https://elibrary.ru>;
- СПС КонсультантПлюс;
- ФГБУ «Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина»;
- Аннотированная библиографическая база данных журнальных статей MAPC.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<p>Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации</p>	<p>Специализированная мебель; рабочее место преподавателя; мультимедийный проектор; персональный компьютер; доска меловая, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.</p>	<p>Windows XP по лицензии OEM Software (поставщик ООО «Системный интегратор», договор № 22 ГК от 16.12.2016 г.); Свободно распространяемое программное обеспечение: LibreOffice (тип лицензии - GNU LGPL v3+)</p>
--	--	---