

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

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства
(Биологический институт)

УТВЕРЖДЕНО:
Директор
Д. С. Воробьев

Рабочая программа дисциплины

Современные проблемы биологии

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки:
Генетика, геномика и синтетическая биология

Форма обучения
Очная

Квалификация
Магистр

Год приема
2024

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
Г.Н. Артемов

Председатель УМК
А.Л. Борисенко

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности.

ОПК-2 Способен творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры.

ОПК-8 Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.

ПК-1 Способен обрабатывать и использовать научную и научно-техническую информацию при решении исследовательских задач в соответствии с профилем (направленностью) магистерской программы.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-1.1 Демонстрирует понимание основных открытий, актуальных проблем, методических основ биологии и смежных наук

ИОПК-1.2 Анализирует современное состояние и тенденции развития биологических наук

ИОПК-1.3 Применяет общие и специальные представления, методологическую базу биологии и смежных наук при постановке и решении новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности

ИОПК-2.1 Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-2.2 Демонстрирует понимание методологических основ дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-2.3 Использует фундаментальные знания, практические наработки и методический базис специальных дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры, при планировании и реализации профессиональной деятельности

ИОПК-8.1 Демонстрирует понимание методических принципов полевых и лабораторных биологических исследований и типов используемой современной исследовательской аппаратуры

ИПК-1.2 Осуществляет поиск, анализ и обобщение научной и научно-технической информации при решении конкретных исследовательских задач

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить теоретические знания об основных проблемах биологии в XXI веке, современных представлениях о происхождении и сущности жизни, методологических достижениях и перспективных направлениях в эволюционной теории, клеточной биологии, генетики, биотехнологии.

– Уметь изложить полученные знания об основных проблемах биологии в XXI веке, современных представлениях о происхождении и сущности жизни, методологических достижениях и перспективных направлениях в эволюционной теории, клеточной биологии, генетики, биотехнологии.

– Научиться поиску, анализу и применению информации об основных проблемах биологии в XXI веке, современных представлениях о происхождении и сущности жизни, методологических достижениях и перспективных направлениях в эволюционной теории, клеточной биологии, генетики, биотехнологии при постановке и решении теоретических и практических задач в сфере профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

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

Третий семестр, зачет

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам предыдущего уровня образования: «Ботаника», «Зоология», «Генетика», «Цитология», «Биохимия», «Теория эволюции», «Биология развития», «Молекулярная биология».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

-лекции: 10 ч.

-семинар: 20 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Проблемы биологии в XXI веке. Современные представления о происхождении и сущности жизни.

Механизмы происхождения жизни, ее изменчивости и эволюции – три проблемы биологии как науки. Открытие и расшифровка генетического кода, основных звеньев синтеза белка, многих метаболических процессов в живой клетке и т.д. Работы по расшифровке генома человека, растений и животных. Расшифровка геномов, процессы их дифференцирования и развития. Создание новых искусственных геномов. Замена дефектных участков геномов, контроль над активностью геномов. Методы и подходы хромосомной инженерии. Проблемы коррекции этапов развития. Современные представления о происхождении и сущности жизни. Представление о сущности жизни. Определения жизни как явления во Вселенной. Живые и неживые системы. Уровни организации живых систем и живого вещества на Земле. Происхождение жизни на Земле, основные гипотезы (гипотеза сотворения, гипотеза стационарного состояния, гипотеза панспермии, гипотеза самопроизвольного зарождения, гипотеза биохимической эволюции).

Тема 2. Методологические достижения и перспективные направления в эволюционной теории.

Нерешенные проблемы СТЭ и развитие альтернативных концепций видообразования. Теория прерывистого равновесия и гипотезы двойственности в организации генома. Генетика и эпигенетика видообразования. Транспозиционные взрывы и роль мобильных генетических элементов в видообразовании. Роль горизонтального переноса генов в видообразовании. Информационная концепция эволюции В.А. Кордюма. Понятие латеральной геномики и видообразование.

Видообразование на базе хромосомных перестроек. Понятие робертсоновского веера. Работы Н.Н. Воронцова. Видообразование на основе системных мутаций. Архитектура интерфазного ядра генеративной ткани и гетерохроматин. Работы В.Н. Стегния.

Тема 3. Методологические достижения и перспективные направления клеточной биологии.

Клеточная детерминация и дифференцировка у многоклеточных организмов. Соматические клетки и клетки зародышевого пути. Эмбриональные стволовые клетки – фундаментальные и прикладные аспекты. Хромосомный импринтинг. Диминуция хроматина. В-хромосомы. Дифференциальная активность генов. Клетки *in vitro*. Раковые клетки. Структура биомембран и участие в межклеточных взаимодействиях. Передача внешнего сигнала в клетку и внутриклеточные медиаторы. Эволюция клетки. Клеточные симбионты. Хлоропласты и митохондрии как полуавтономные органониды.

Тема 4. Методологические достижения и перспективные направления генетики.

Развитие представлений о гене. Проблемы современной генетики. Обзор современных методов анализа структуры и функционирования геномов. Избыточная ДНК – парадокс генома эукариот (С-парадокс). Строение и функционирование хромосом. Эпигенетика. Молекулярные механизмы эпигенетических процессов. Генетика поведения. Генетическая детерминированность поведения дрозофилы и человека (генетика поведения дрозофилы. Гены зрительной системы. Функция обоняния. Гены, контролирующие способность к обучению. Брачное поведение. Гены, влияющие на биоритмы. Генетический контроль некоторых аспектов поведения у млекопитающих. Психологические характеристики человека. Интеллект и коэффициент умственного развития (I.Q.). Сферы деятельности и социальное поведение. Склонности к профессиональной деятельности. Криминальное поведение. Предрасположенность к алкоголизму).

Тема 5. Перспективные направления биотехнологии.

ДНК как объект биотехнологии. Синтетическая биология. Практическое использование ДНК-биочипов. ДНК в бионанотехнологии. РНК как объект биотехнологии. Рибозимы, минизимы, аптомеры нуклеиновых кислот, пептидонуклеиновые кислоты, интерференционные РНК и их практическое использование. Белки и пептиды как объекты биотехнологии. Белковые биочипы. Интеины, шапероны, убиквитин, SUMMA-белок, прионы и их практическое использование. Углеводы как объект биотехнологии. Гликомика. Циклодекстрины. Понятие бесклеточной биотехнологии. Геномика, ее разделы как основа для новейших биотехнологий. Инфекционные болезни как проблема биотехнологии (СПИД, туберкулез, проказа, малярия и т.д.). Новейшие генно-инженерные вакцины. ДНК-вакцины. Терапевтические вакцины. Современные биотехнологии и проблема биологической безопасности

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, оценки докладов, сделанных на семинарских занятиях и оцениваемых по 3-х балльной шкале, где 3 балла – развернутый доклад, проиллюстрированный схемами, рисунками, фотографиями, сделанный на основе самостоятельно подобранных информационных источников; 2 балла – доклад, сделанный на основе предложенных информационных источников; 1 балл – краткая информационная справка, и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет в третьем семестре проводится в устной форме по билетам. Каждый экзаменационный билет содержит 2 теоретических вопроса. Продолжительность зачета 1 час.

Вопросы к зачету по дисциплине «Современные проблемы биологии»:

ИОПК-1.1, ИОПК-1.2, ИОПК-2.1, ИПК-1.2

1. Вопрос 1. Механизмы происхождения жизни, ее изменчивости и эволюции – три проблемы биологии как науки.
2. Вопрос 2. Представление о сущности жизни. Определения жизни как явления во Вселенной. Живые и неживые системы. Уровни организации живых систем и живого вещества на Земле.
3. Вопрос 3. Происхождение жизни на Земле, основные гипотезы (гипотеза сотворения, гипотеза стационарного состояния, гипотеза панспермии, гипотеза самопроизвольного зарождения, гипотеза биохимической эволюции).
4. Вопрос 4. Клеточная детерминация и дифференцировка у многоклеточных организмов. Соматические клетки и клетки зародышевого пути.
5. Вопрос 5. Хромосомный импринтинг. Диминуция хроматина. Дифференциальная активность генов.
6. Вопрос 6. Развитие представлений о гене. Проблемы современной генетики.
7. Вопрос 7. Избыточная ДНК – парадокс генома эукариот (С-парадокс).
8. Вопрос 8. Строение и функционирование хромосом. Эпигенетика. Молекулярные механизмы эпигенетических процессов.
9. Вопрос 9. Генетика поведения. Генетическая детерминированность поведения дрозофилы и человека. Генетический контроль некоторых аспектов поведения у млекопитающих.
10. Вопрос 10. Роль горизонтальных (латеральных) переносов генов в эволюции живых организмов (информационное давление и информационный фактор эволюции. Работы В.А. Кордюма).
11. Вопрос 11. Структура биомембран и участие в межклеточных взаимодействиях. Передача внешнего сигнала в клетку и внутриклеточные медиаторы.
12. Вопрос 12. Эволюция клетки. Клеточные симбионты. Хлоропласты и митохондрии как полуавтономные органоиды.
13. Вопрос 13. Нерешенные проблемы СТЭ и развитие альтернативных концепций видообразования.
14. Вопрос 14. Генетика и эпигенетика видообразования.
15. Вопрос 15. Теория прерывистого равновесия и гипотезы двойственности в организации генома.
16. Вопрос 16. Транспозиционные взрывы и роль мобильных генетических элементов в видообразовании.
17. Вопрос 17. Понятие латеральной геномики и видообразование.
18. Вопрос 18. Видообразование на базе хромосомных перестроек. Понятие робертсоновского веера. Работы Н.Н. Воронцова.
19. Вопрос 19. Видообразование на основе системных мутаций. Работы В.Н. Стегния.
20. Вопрос 20. Архитектура интерфазного ядра генеративной ткани и гетерохроматин.

ИОПК-1.3, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-8.1, ИПК-1.2

21. Вопрос 21. Обзор современных методов анализа структуры и функционирования геномов.
22. Вопрос 22. Современные подходы к изучению эволюции живых организмов.

Структура генома и неканонические формы изменчивости, их роль в эволюции живых организмов. Факультативные и облигатные компоненты генома.

23. Вопрос 23. ДНК как объект биотехнологии. Синтетическая биология. Практическое использование ДНК-биочипов. ДНК в бионанотехнологии.

24. Вопрос 24. РНК как объект биотехнологии. Рибозимы, минизимы, аптомеры нуклеиновых кислот, пептидонуклеиновые кислоты, интерференционные РНК и их практическое использование.

25. Вопрос 25. Белки и пептиды как объекты биотехнологии. Белковые биочипы. Интеины, шапероны, убиквитин, SUMMA-белок, прионы и их практическое использование.

26. Вопрос 26. Углеводы как объект биотехнологии. Гликомика. Циклодекстрины.

27. Вопрос 27. Понятие бесклеточной биотехнологии.

28. Вопрос 28. Инфекционные болезни как проблема биотехнологии (СПИД, туберкулез, проказа, малярия и т.д.).

29. Вопрос 29. Новейшие генно-инженерные вакцины. ДНК-вакцины. Терапевтические вакцины.

30. Вопрос 30. Современные биотехнологии и проблема биологической безопасности.

31. Вопрос 31. Работы по расшифровке генома человека, растений и животных. Создание новых искусственных геномов.

32. Вопрос 32. Методы и подходы хромосомной инженерии. Проблемы коррекции этапов развития.

33. Вопрос 33. Эмбриональные стволовые клетки – фундаментальные и прикладные аспекты.

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

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» - <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в среде электронного обучения iDO – <https://lms.tsu.ru/course/view.php?id=30829>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

Семинарские занятия призваны инициировать и развивать умения поиска, отбора и анализа научной информации, его самостоятельной оценки. На семинарских занятиях по определенной теме каждый магистрант за время курса обязан подготовить аналитическое сообщение в форме доклада с презентацией, а также подготовить развернутый доклад с презентацией по определенной тематике реферата. За время реализации дисциплины каждый магистрант готовит один реферат и одно аналитическое сообщение. Темы сообщений и рефератов подбираются из предложенного списка совместно с преподавателем с учетом пожеланий магистранта. Допускается коллективная (до трех человек) работа над общей темой аналитического сообщения.

Темы для подготовки аналитических сообщений (с докладом и презентацией)

ИОПК-1.1, ИОПК-1.2, ИОПК-2.1, ИПК-1.2

1. Физико-генетические функции организма: для растений – фотосинтез, азотфиксация и др., для животных – поведение, стресс – реактивность и др.
2. Образование белков - трансляция, фолдинг, модификация. Шапероны, шаперонины.
3. Структура биомембран и участие в межклеточных взаимодействиях. Передача внешнего сигнала в клетку и внутриклеточные медиаторы.
4. Эволюция клетки. Клеточные симбионты. Хлоропласты и митохондрии как полуавтономные органеллы.
5. Генетика развития – генетический аспект биологии развития. Проблемы генетики развития. Гены, онтогенез и эволюционное развитие. Генетика и биогенетический закон. Общие закономерности генетической регуляции индивидуального развития.
6. Мобильные элементы генома эукариот и прокариот. Значение мобильных элементов в эволюции генома.
7. Репарация генетических повреждений, дефекты репарационных систем и наследственные болезни.
8. Иммуногенетика (понятие об иммунитете. Некоторые отклонения в работе иммунной системы. Синдром приобретенного иммунодефицита – СПИД. Моноклональные антитела. Аутоиммунные заболевания).
9. Онкогенетика (многостадийность опухолевой трансформации, основные этапы, понятие онкогена и протоонкогена, вирусные и клеточные онкогены, Ras-онкоген, Мус-онкоген, механизмы активации протоонкогенов, гены-супрессоры опухолеобразования, молекулярно-генетическая «хирургия» рака).
10. Влияние достижений геномики на развитие ключевых направлений эволюционной биологии. Пути усложнения геномов. Эволюция клеточных органелл и происхождение эукариот с позиций геномики.
11. Углеводы как объект биотехнологии. Гликомика. Циклодекстрины.
12. Инфекционные болезни как проблема биотехнологии (СПИД, туберкулез, проказа, малярия и т.д.).
13. Новейшие генно-инженерные вакцины. ДНК-вакцины. Терапевтические вакцины.
14. Современные биотехнологии и проблема биологической безопасности.

ИОПК-1.3, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-8.1, ИПК-1.2

15. Уровни биологического исследования – от молекулярного до популяционного. Осмысление экспериментальных данных на эволюционно-популяционном уровне (молекула-клетка-организм-популяция).
16. Белковая инженерия. Методическое обеспечение современной белковой инженерии. Структурно-функциональные аспекты конструирования белковых молекул.
17. Проблемы и перспективы прикладных направлений белковой инженерии. Постгеномные технологии (протеомика, метаболомика). Структурная и функциональная протеомика. Прикладные аспекты протеомики. Внеклеточный синтез белков.
18. Проблемы филогении, новые подходы к систематике живых организмов. Молекулярная филогения (молекулярные часы) Реконструкция филогении таксонов различного ранга. Проблема сходства, отражающая общность происхождения. Новые методы систематики: кариосистематика, хемосистематика, геносистематика.
19. Понятие бесклеточной биотехнологии. Геномика, ее разделы как основа для

новейших биотехнологий.

Темы для написания рефератов (с докладом и презентацией) для проверки теоретических знаний в рамках формируемых дисциплиной компетенций

ИОПК-1.1, ИОПК-1.2, ИОПК-2.1, ИПК-1.2

1. Глобальные проблемы биологии XXI века.
2. Основные открытия во второй половине XX века.
3. Работы по расшифровке генома человека растений и животных.
4. Решение проблем продовольственного потенциала планеты, экология обитания человека, здоровье человека, энергетики на основе биотехнологии.
5. Доместикация диких видов растений и животных.
6. Управление процессом развития (дифференцировка тканей растения и систем животных).
7. Реорганизация сложных физиолого-генетических функций – поведения, стрессоустойчивости.
8. Осмысление межуровневых исследований, интерпретация результатов.
9. Классики отечественной науки (биологии).
10. Антропогенное воздействие на живые системы.
11. Трансгенные растения и среда обитания человека.
12. Изменение онтогенеза растений под действием неблагоприятных факторов.
13. Проблемы коррекции этапов развития.
14. Уровни биологического исследования.
15. Уровни организации живых систем и живого вещества на Земле.
16. Современные представления о биосфере как о глобальной живой системе.
17. Доклеточные формы организации живого вещества.
18. Перспективные направления наук о биологическом многообразии.
19. Проблема сохранения биоразнообразия.
20. Эколого-физиологические проблемы адаптации к различным факторам среды обитания.
21. Адаптация организма к экстремальным факторам среды.
22. Синтез ДНК и теломераза.
23. Механизмы адаптации на клеточном, организменном, популяционном уровнях.
24. Генетический контроль некоторых аспектов поведения человека
25. Проблемы биологии развития.
26. Космическая биология и медицина.
27. Современные представления о происхождении и эволюции человека.
28. Становление эволюционного учения.
29. Современные популяционно-генетические тенденции в эволюции человека.
30. Современная биоэкология.
31. Проблемы экологии человека.
32. Современные теории биологической эволюции.
33. Перспективы создания общей теории жизни.

ИОПК-1.3, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИОПК-8.1, ИПК-1.2

34. Создание новых форм эукариотических организмов с реконструированными геномами.
35. Улучшение растений путём трансгенеза. Гербицидоустойчивые сорта растений.
36. Устойчивость растений к насекомым-вредителям.
37. Устойчивость растений к вирусным и бактериальным заболеваниям.
38. Животные – доноры белков, ферментов, гормонов, антител и т. д.
39. Методологический аспект достижений биотехнологии.

40. Создание искусственных биологических систем и экологическое равновесие.
41. Успехи хромосомной инженерии.
42. Трансгенные растения как биопродуценты белков медицинского назначения.
43. Растения продуценты антител.
44. Создание новых искусственных геномов.
45. Методологические достижения и перспективные направления биологии развития.

г) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

Целью самостоятельной работы обучающихся является:

– закрепление знаний об основных проблемах биологии в XXI веке, современных представлениях о происхождении и сущности жизни, методологических достижениях и перспективных направлениях в эволюционной теории, клеточной биологии, генетики, биотехнологии в рамках содержания дисциплины (п. 8);

– развитие умения самостоятельно работать с учебным материалом;

– приобретение навыков поиска и реферирования доступной научной информации в области тематики дисциплины (п. 8).

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

– повторение лекционного материала, подготовку к семинарским занятиям;

– подготовку к зачету.

Во время самостоятельной работы для подготовки к семинарским занятиям обучающийся может использовать рекомендованные литературные источники и интернет-ресурсы, а также иные источники информации (статьи в периодических изданиях и др.), позволяющие получать современную информацию об исследованиях в области тематики дисциплины (п. 8).

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Слюсарев А.А. Биология с общей генетикой. – Москва: Альянс, 2015, 470 с.

– Альбертс Б., Джонсон А., Льюис Д. и др. Молекулярная биология клетки. – Москва: Институт компьютерных исследований, 2013, Т. 1, 2, 3, 2764 с.

– Просеков А.Ю., Солдатова Л.С., Разумникова И.С., Козлова О.В. Общая биология и микробиология. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2012, 318 с.

– Клетки по Льюину / Окс Реймонд, Джоуклин Кребс Е., Дэвид Бир Дж. [и др.]; под редакцией Л. Кассимерис [и др.]; перевод И. В. Филиппович. — 3-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2018. — 1057 с. — ISBN 978-5-00101-587-1. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/88935.html> (дата обращения: 09.03.2022).

– Попов В.В. Геномика с молекулярно-генетическими основами. М.: Либроком, 2009, 304 с.

– Корочкин Л.И. Введение в генетику развития. - М.: Наука, 1999. 179 с.

– Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину: смена эволюционной модели. М.: КомКнига, 2005, 520 с.

– Корочкин Л.И. (ред.). Геном, клонирование, происхождение человека. Фрязино. Изд. «Век-2», 2004, 222 с.

– Курчанов Н.А. Антропология и концепции биологии. С-П. СпецЛит, 2007, 192 с.

– Патрушев Л.И. Экспрессия генов / Л.И. Патрушев. М.: Наука, 2000. 157 с.

– Сингер П. Берг. П. Гены и геномы М., Т. 1, 2, 1998. 684 с.

– Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. Изд-во: Сибирское университетское издательство, 1998, 430 с.

б) дополнительная литература:

– Студеникина Т.М., Вылегжанина Т.А., Островская Т.И., Стельмах И.А.

- Гистология, цитология и эмбриология. – Минск: Новое знание, 2013, 573 с.
- Шевцова В.М. Гены и социальная эволюция. – Москва: Ленанд, 2015, 279 с.
 - Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия. - Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014, 324 с.
 - Научный журнал «Клеточные технологии в биологии и медицине» – <https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=9586>
 - Агол И.И. Происхождение животных и человека. – Москва: ЛИБРОКОМ, 2013, 128 с.
 - Маркус Хенгстшлегер Власть генов: прекрасна как Монро, умен как Эйнштейн. – Санкт-Петербург: Питер, 2013, 171 с.
 - Банников А.В., Лавров А.В. CRISPR/CAS9 – король геномного редактирования // Молекулярная биология. - 2017. – Т. 51, № 4. – С.582-594.

в) ресурсы сети Интернет:

- Теоретическая и прикладная экология. Общественно-научный журнал. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=27948>
- Научно-популярный онлайн-проект «Биомолекула» <https://biomolecula.ru/articles/metody-v-kartinkakh-kletochnye-tehnologii>
- URL: [http:// www.elementy.ru](http://www.elementy.ru)
- URL: [http:// www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru)
- URL: [http:// www.cellbiol.ru](http://www.cellbiol.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 On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
- публично доступные облачные технологии (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/>

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

Усов Константин Евгеньевич, кандидат биологических наук, кафедра генетики и клеточной биологии БИ ТГУ, доцент.