

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
«29» июля 2023 г.



Рабочая программа дисциплины

Экологическая генетика

по направлению подготовки

06.04.01 Биология

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

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2023

Код дисциплины в учебном плане: Б1.О.02

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В. Н. Стегний

Председатель УМК

А. Л. Борисенко

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – способность творчески использовать в профессиональной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность программы магистратуры;
- ОПК-3 - Способен использовать философские концепции естествознания и понимание современных биосферных процессов для системной оценки и прогноза развития сферы профессиональной деятельности
- ОПК-4 – Способен участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности
- ОПК-5 - Способен участвовать в создании и реализации новых технологий в сфере профессиональной деятельности и контроле их экологической безопасности с использованием живых объектов
- ОПК-7 – способность в сфере своей профессиональной деятельности самостоятельно определять стратегию и проблематику исследований, принимать решения, в том числе инновационные, выбирать и модифицировать методы, отвечать за качество работ и внедрение их результатов, обеспечивать меры производственной безопасности при решении конкретной задачи.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.2. - Демонстрирует понимание фундаментальных и прикладных представлений дисциплин, определяющих направленность программы магистратуры

ИОПК-3.2. - Демонстрирует понимание фундаментальных представлений о биосфере, моделей и прогнозов развития биосферных процессов, теоретические и методологические основы экологического мониторинга

ИОПК-4.1. - Понимает теоретические и методологические основы биологических методов оценки экологической и биологической безопасности

ИОПК-4.2. - Обосновывает применение биологических методов оценки экологической и биологической безопасности

ИОПК-5.1. - Понимает теоретические принципы и современный практический опыт использования биологических объектов в сфере профессиональной деятельности

ИОПК-5.2. - Демонстрирует навыки работы с живыми объектами с учётом основ биоэтики, экологической безопасности

ИОПК-7.1. Подбирает и анализирует информацию в профессиональной сфере деятельности, применяет принципы оценки достоверности научной информации

2. Задачи освоения дисциплины

– Изучение молекулярных механизмов действия генотоксичных факторов на генетический материал, способов репарации генетических повреждений.

– Научиться применять понятийный аппарат скрининга и мониторинга загрязнения окружающей среды для решения практических задач профессиональной деятельности.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части образовательной программы.

4. Семестр освоения и форма промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 1, экзамен.

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: Генетика, Клеточная биология, Экология, Химия, Физика.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

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

– лекции: 10 ч.;

– семинарские занятия: 16 ч.

- контрольные работы: 31.6 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины , структурированное по темам

Тема 1. Методология и методы регламентации исследований с использованием модельных объектов и тест-систем в экологической генетике. Предмет и задачи экологической генетики. Структура и основные направления экологической генетики. Генетическая токсикология. Биологические факторы мутагенеза. Эколого-генетические модели. Генетика устойчивости/чувствительности к действию факторов окружающей среды. Требования, предъявляемые к модельным объектам. Этические вопросы использования живых объектов в научных исследованиях.

Тема 2. Генетическая токсикология. Цель и задачи генетической токсикологии. Токсикогеномика и представление о генетически активных факторах. Наследственный полиморфизм в популяциях человека и его роль в определении чувствительности к генотоксикантам. Делеционный и однонуклеотидный полиморфизмы. Гены биотрансформации ксенобиотиков. Гены репарации ДНК и контроля клеточного цикла. Генетические последствия загрязнения окружающей среды физическими и химическими мутагенами. Генетический мониторинг как составная часть биологического мониторинга. Приоритет биологической оценки в системе мониторинга. Актуальность систематического контроля за наследственностью в популяциях организмов. Организация работ по мониторингу. Скрининг на мутагенную активность лекарственных препаратов, пищевых добавок, соединений, используемых в быту, отходов производства.

Биотестирование, биоиндикация. Определение интегральных показателей загрязнений окружающей среды – использование тест-систем. Принципы цитогенетического тестирования в объеме биологического мониторинга популяций. Требования к биоиндикаторам. Изучение поражения на популяционном, клеточном и хромосомном уровнях. Методы оценки поражения на популяционном уровне (плотность, плодовитость, жизнеспособность потомков).

Основные тест-системы генетического мониторинга. Модели регистрации генных мутаций. Тест-системы: **специальные штаммы микроорганизмов, линий дрозофилы, культура клеток млекопитающих.**

Тема 3. Биологические факторы изменчивости (мутагенез). Закономерности радиационного и химического мутагенеза. Типы мутаций и методы их регистрации. Аберрации хромосом и методы их учета. Классификация хромосомных и хроматидных аберраций, механизм возникновения аберраций. Особенности метафазного и анафазного методов учета. Мейотический тест. СХО-тест. Микроядерный тест. Преимущества использования цитогенетических методов на человеке и других млекопитающих. Мутагенез и канцерогенез. Современные представления о причинах злокачественной трансформации клеток. Теории канцерогенеза. Генетическая природа рака. Протоонкогены и онкосупрессоры. Изучение генетических маркеров предрасположенности к развитию опухолей. Многостадийный процесс канцерогенеза. Канцерогены. Уровни канцерогенной опасности. Проблема поиска антимутагенов.

Тема 4. Эколого-генетические модели и симбиогенетика.

Современные принципы и цели разработки эколого-генетических моделей. Известные модели, их фундаментальная и практическая важность. Современный взгляд на симбиотические отношения: определение, многообразие симбиотических систем, их значение. Этапы взаимодействия между растением и бактерией. История и современное представление о симбиотических отношениях. Генетические основы симбиотических отношений на примере бобово-ризобияльного симбиоза. Микориза: симбиоз между растением и грибом. Различные типы микориз. Особенности строения арбускулярной и эктомикоризы. Изменение генной экспрессии при микоризообразовании. Взаимоотношение “продуцент-потребитель” на примере членистоногих и высших растений. Эндосимбиоз у животных. Микроорганизмы, заселяющие кишечник и внутриклеточные симбиотические микроорганизмы, бактериоциты – клетки насекомого, заселенные микроорганизмами, строение, локализация в организме насекомых. Особые условия коэволюции геномов симбиотических микроорганизмов насекомых.

Тема 5. Генетика устойчивости/чувствительности к действию факторов среды.

Радиостойчивость. Радиоадаптивный эффект. Адаптация к химическим мутагенам. Фармакогенетика. Проблема оценки различий индивидуальных реакций на лекарственные препараты. Генетический полиморфизм, ассоциированный с варьирующим ответом на лекарства. Исследование генов “внешней среды” и концепция генетического паспорта.

Тема 6. Прикладные аспекты экологической генетики.

Организация работ на тест-системах.

Мышь (*Mus musculus*), как объект генетического тестирования. Характеристика объекта (систематика, биология, особенности содержания). Методы выявления мутаций: метод специфичных локусов у млекопитающих, тест ДЛМ, учет аберраций хромосом в клетках костного мозга млекопитающих.

Человек (*Homo sapiens*), как объект генетического тестирования. Лимфоциты периферической крови человека *in vivo* и *in vitro*. Методы выявления мутаций: Учет хромосомных аберраций, СХО как индикатор мутагенеза, микроядерный тест, анализ внепланового синтеза ДНК, FISH-анализ (метафазных хромосом, преждевременно конденсированных хромосом).

Использование в мониторинге растительных тест- систем.

Arabidopsis thaliana (L.) Heynh. (арабидопсис, или резушка Таля) – объект генетики растений. Характеристика объекта (систематика, биология, выращивание). Методы учета: морфологические, хлорофильные, биохимические, летальные (гаплофазные, диплофазные летали: эмбрион-тест Мюллера), цитоплазматические.

Tradescantia virginiana L. (традесканция виргинская) – объект экспериментального мутагенеза. Характеристика объекта (систематика, биология, выращивание). Методы учета: учет соматических мутаций в волосках тычиночных нитей – ВТН-тест, оценка состояния пыльцы, как показатель загрязнения среды (фертильность, жизнеспособность), учет хромосомных aberrаций (в пыльцевых трубках, соматических клетках), микроядерный тест.

Pisum sativum L. (горох посевной) – объект экспериментального мутагенеза. Характеристика объекта (систематика, биология, выращивание). Методы учета: хлорофильные мутации, учет хромосомных aberrаций.

Allium cepa L. (лук репчатый) – объект цитогенетического мониторинга. Характеристика объекта (систематика, биология, выращивание). Методы учета: учет хромосомных aberrаций (семена, луковицы), оценка фертильности пыльцы.

Glycine max (L.) Merr. (соя) – объект генетического мониторинга. Характеристика объекта (систематика, биология, выращивание). Методы учета: всхожесть семян, аномалии онтогенеза, видимые хлорофильные мутации.

Pinus sylvestris L. (сосна обыкновенная) – объект цитогенетического мониторинга. Характеристика объекта (систематика, биология, выращивание). Методы учета: оценка урожая (качество семян: всхожесть и т.д.), учет хромосомных aberrаций (семена), фертильность пыльцы, изоферментный анализ.

Другие растительные объекты, используемые в цитогенетическом мониторинге.

Темы рефератов-презентаций:

- Новые тест-системы и тест - объекты для выявления генетической активности факторов среды
- Проблема диоксинов в окружающей среде
- Проблема малых доз облучения
- Мутагенез и канцерогенез: проблемы и современные достижения
- “Экологические болезни”
- Роль стресс-факторов в изменчивости
- Генетика взаимодействия паразит-хозяин
- Проблема создания и использования трансгенных организмов
- Гены множественной лекарственной устойчивости
- Этические проблемы работы с модельными объектами

Специализированные периодические издания:

1. Генетика
2. Экологическая генетика
3. Mutation Research / www.elsevier.com/locate/reviewsmr/mutres.
4. Toxicology

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ, тестов по лекционному материалу, деловых игр по темам семинаров, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Экзамен в первом семестре проводится в устной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из трех частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Вопрос 1. Предмет и задачи дисциплины. Структура экологической генетики
2. Вопрос 2. Типы мутаций
3. Задача. Защита алгоритма организации мониторинга по :
 - 3.1 Сохранение биоразнообразия
 - 3.2 Техногенные аварии
 - 3.3 Атомная промышленность
 - 3.4 Горнодобывающая промышленность
 - 3.5 Угольная промышленность
 - 3.6 Пищевая промышленность
 - 3.7 Водные источники
4. Задача. Защита алгоритма скрининга на мутагенную активность:
 - 4.1 Продуктов питания
 - 4.2 Лекарственных средств
 - 4.3 Продуктов бытовой химии
 - 4.4 Сельскохозяйственных инсектицидов
 - 4.5 Косметических средств
 - 4.6 Производственных вредностей
 - 4.7 Питьевой воды

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

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

в) План семинарских занятий по дисциплине.

Семинар 1

Тема. Мутагенез

1. Основные типы повреждений ДНК и механизмы репарации
 - 1.1 Репарация неспаренных оснований (мисс-мэтч репарация)
 - 1.2 Эксцизионная репарация и повреждения, которые она исправляет
 - 1.3 Типы повреждения ДНК
 - 1.4 Прямая репарация
 - 1.5 Репарация ошибок репликации
 - 1.6 Рекомбинационная репарация
 - 1.7 Индуцибельная SOS репарация
 - 1.8 Репарация двунитиевых разрывов ДНК

Семинар 2

Тема. Симбиогенетика

1. Растительно-микробные симбиозы
 - 1.1 Симбиоз растений с грибами
 - 1.2 Симбиоз растений с бактериями
 - 1.3 Арбускулярная микориза
 - 1.4 Трехкомпонентные лишайники
2. Тройственные симбиотические системы (ТСС)
3. Симбиоз микроорганизмов и животных
 - 3.1 Насекомые
 - 3.2 Морские животные
4. Метагеномика

Семинар 3

Тема. Тест-системы

1. Тест-системы с использованием прокариотических и эукариотических микроорганизмов (*Neurospora crassa*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Salmonella*, *E.coli*)
2. Дрозофила как тест-объект генетического тестирования

Семинар 4

Тема. Тест-системы

1. Мышь (*Mus musculus*) как объект генетического тестирования
Характеристика объекта (систематика, биология, особенности содержания. Методы выявления мутаций: метод специфичных локусов у млекопитающих, тест ДЛМ, учет aberrаций хромосом в клетках костного мозга млекопитающих.
2. Человек (*Homo sapiens*) как объект генетического тестирования.
Лимфоциты периферической крови человека *in vivo* и *in vitro*.
Методы выявления мутаций: Учет хромосомных aberrаций, СХО как индикатор мутагенеза, микроядерный тест, анализ внепланового синтеза ДНК, FISH-анализ (метафазных хромосом, преждевременно конденсированных хромосом)

Семинар 5

Тема. Тест-системы

Растительные тест-системы. *Arabidopsis thaliana*, *Tradescantia virginiana*, *Pisum sativum*, *Allium cepa*, *Glycine max*, *Pinus sylvestris*.

Семинар 6

Тема. Канцерогенез

1. Теории канцерогенеза
2. Классификации канцерогенов
3. Онкогены и гены опухолевой супрессии. Механизмы действия в норме и при нарушении
4. Онкогенные вирусы, их типы и механизм действия на клетку

Семинар 7

Тема. Нарушения митоза и мейоза у растительных объектов и человека

1. Изучение нарушений хромосом и веретена деления в процессах митоза и мейоза.
2. Знакомство с методами диагностики мутаций у человека.
3. Изучение патологий мейоза у растений (на примере микроспорогенеза) и оценка частоты патологий мейоза с помощью тетрадного анализа

Семинар 8

Тема. Этические вопросы использования живых объектов в научных исследованиях

1. Этические проблемы работы с модельными объектами
2. Нанобезопасность
3. Метагеномика и биобезопасность
4. Фармакогеномика и биобезопасность
5. Гентерапия и биобезопасность
6. Проблема ГМО

Рекомендуемая литература для выполнения самостоятельных работ, написания рефератов, докладов

1. Методология и методы регламентации исследований с использованием модельных объектов и тест - систем

Биоинформатика в экологической генетике gene-on-gene.narod.ru/content/uptodate.htm.
193КБ. (сайт)

Бочков, Н. П. Экологическая генетика человека Докл. на междунар. экол. Форуме Окружающая среда и здоровье человека, Санкт-Петербург, 2003 / Медицина труда и промышленная экология .-2004.- N 1. - С. 1 – 6.

Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции / А. Ю. Борисов, Н. А. Проворов, И. А. Тихонович и др. ; Под ред. И. А. Тихоновича и Н. А. Проворова; Рос. академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии / Genetics of symbiotic nitrogen fixation with the breeding fundamentals .- СПб. : Наука , 1998.-193с.

Гильберт, С. Ф. Экологическая биология развития - биология развития в реальном мире ст. из США /Онтогенез .-2004.-Т. 35, N 6. - С. 425 - 438.

Генетика симбиотической азотфиксации с основами селекции. / А. Ю. Борисов, Н. А. Проворов, И. А. Тихонович [и др.] ; Под ред. И. А. Тихоновича и Н. А. Проворова; Рос. академия сельскохозяйственных наук; Всероссийский НИИ сельскохозяйственной микробиологии // СПб. Наука ,1998 .- 193с.

Инге-Вечтомов С.Г. Молекулярные и клеточные аспекты биотехнологии/ С.Г. Инге-Вечтомов.- Л. Наука. Ленинградское отделение, 1986.-255с.

Инге-Вечтомов С.Г. Интеллектуальная элита Санкт-Петербурга / С.Г. Инге-Вечтомов .- СПб. Издательство Санкт-Петербургского университета экономики и финансов, 1994.-92с.

Инге-Вечтомов С.Г. Исследования по генетике/ С.Г. Инге-Вечтомов.- СПб.

Издательство С.-Петербур. ун-та, 1999.-123с.

Капризова М.В. *Drosophila melanogaster* - модельный объект для исследования генетической безопасности лекарственных препаратов ю-БМИК.-2019.-N2
Суходолец, В. В. Экологическая устойчивость и прогрессивная эволюция / Биология в школе. - 2005. -N 1. - С. 5 - 9.
Фламм У.Г. Ступенчатый метод тестирования мутагенов/ У.Г.Фламм//В кн. Генетические последствия загрязнения окружающей среды.- М., 1977.-С.26-31.

2. Генетический мониторинг, биотестирование, биоиндикация

Биоиндикация: теория, методы, приложения / Г. С. Розенберг, С. В. Викторов, В. А. Терехова и др. ; Под ред. Г. С. Розенберга; Рос. АН, Ин-т экологии Волжского бассейна// Тольятти, 1994. -266с.
Трофимов В.А. и др. Значение молекулярно-генетического тестирования для развития профилактической медицины в Республике Мордовия/В.А. Трофимов, А.В. Перепелов, Е.П. Иванова, О.М. Солдатов, М.В. Ромашкина, А.В. Никулин, А.М. Орешин//Наука и инновации в Республике Мордовия: Материалы VII респ. Науч.-практ. Конференции.- Саранск.-2008.-С.742-745.
Чупис В.Н. Система биотестов для экологического мониторинга/ Чупис В.Н., Лушай Е.А., Ларин И.Н., Загреков А.А., Ильина Е.В., Иванов Д.Е.- Экология и промышленность России.-2008.-N1.-С.44-45.
Фламм У.Г. Ступенчатый метод тестирования мутагенов/У.Г. Флам //В кн.:Генетические последствия загрязнения окружающей среды.-М.,1977.-С.26-31.

3. Генетическая токсикология

Дурнев А.Д. Мутагены и антимутагены в продуктах питания/ А.Д. Дурнев //Генетика.- 1997.-Т.33,N2.-С.167-176.
Дурнев А.Д. Мутагены (скрининг и фармакологическая профилактика воздействий)/ А.Д.Дурнев, С. С.Середенин.-М:Медицина,1998.-328с.
Ильинских Е.Н.Эпидемиологическая генотоксикология тяжелых металлов и здоровье человека = Epidemiological genotoxicology of heavy metals and the human health / Е. Н. Ильинских [и др.] -Сиб. гос. мед. ун-т Томск : Издательство Сибирского государственного медицинского университета, 2003. -299с
Исидоров В. А. Введение в химическую экотоксикологию : учебное пособие / В.А. Исидоров //СПб. : Химиздат, 1999.-141с..
Суходолец, В. В. Приспособительность и экологическая устойчивость / Журнал общей биологии 2004.- Т. 65, N 5. - С. 417 - 425.
Худолей В.В. Экологически опасные факторы/ В.В.,Худолей, И.В. Мизгирев -СПб:Изд-во Банк Петровский, 1996.-186с.
Худолей В.В. Канцерогены: Характеристики, закономерности, механизмы действия/ В.В.Худолей //Исследования по генетике.-1999.-Вып.12.-С.67-85.
Худолей В.В. Канцерогены: характеристики, закономерности, механизмы действия/ В.В. Худолей.-СПб,1999.-419с.
Худолей В.В. Гены и ферменты метаболической активации ксенобиотиков в химическом канцерогенезе/ В.В. Худолей //Экол.генет.-2003.-Т.1,N0.-С.30-35.
Юрин В.М. Основы ксенобиологии.-Минск.-БГУ.-2001.-234с.
Симбиогенетика
Генетика развития растений/ Л.А. Лутова, Н.А. Проворов, О.Н. Тиходеев [и др.];Ред. С.Г. Инге-Вечтомов.-СПб.:Наука,2000.-539с.
Захаров И.А.,Горячева И.И. Наследственные симбионты: интеграция геномов./Генетика.- 2020.-Т.56.-N6.-С.619-635.
Курильщикова А.М., Тикунова Н.В., Кабилов М.Р. Методы и объекты метагеномных исследований. Вестник НГУ. Серия: Биология, клиническая медицина, т.10.-N1.-2012.- С.191-201.

Проворов Н.А. Генетические основы биотехнологии в симбиотической азотфиксации/ Н.А. Проворов, И.А.Тихонович //В кНн.:Сельскохозяйственная биотехнология (2-е изд.) /Ред. В.С. Шевелуха -М.,Высшая школа, 2003.-С.161-191.

Проворов Н.А. Генетико-эволюционные основы учения о симбиозе/Н.А. Проворов //Журн. общей биол.-2001.-Т.62.-С.472-495.

Проворов Н.А. Молекулярные основы симбиогенной эволюции: от свободноживущих бактерий к органеллам/ Н.А. Проворов// Журн. общей биол.-2005.-Т.66.-С.371-388.

Тихонович И.А. Симбиогенетика микробно-растительных взаимодействий/ И.А.

Тихонович, Н.А. Проворов //Экол. генетика.-2003.-Т.1,Вып.0.-С.36-46.

Проворов Н.А., Тихонович И.А. Современное состояние и перспективы развития симбиогенетики/ Экологическая генетика.-т.17.-N1.-2019.-С.5-10.

6. Основные тест-системы генетического мониторинга

Бочков Н.П. и др. База данных для анализа количественных характеристик частоты хромосомных aberrаций в культуре лимфоцитов периферической крови человека/Н.П. Бочков, А.Н. Чеботарев, Л.Д. Катасова, В.И. Платонова//Генетика.-2001.-Т.37.-С.549-557. Доклады III Международной научно-практической конференции "Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы - биофилы в окружающей среде" (7-9 октября 2004 г.) Т. 1 / Семипалатинский гос. пед. ин-т, Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Ин-т геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского [и др.] ; под науч. ред. Панина М. С. Семипалатинск , 2004.-620с.

Иванов В.И. Радиобиология и генетика арабидопсиса/ В.И. Иванов.- М.: Наука.- 1974. - 191 с.

Коваль В. и др. База данных по генетическим модельным объектам растений/ В. Коваль, Л.И. Лайкова , Т. Пшеничникова , Н.Б. Железнова , А. Федотов// Сибирский экологический журнал.-2004.-Т.11,N 5.-С.781-788.

Лазутко Ю.С. Сестринские хроматидные обмены: методические указания/ Ю.С. Лазутко, Р.К. Лекавичус .- Вильнюс: ВГУ,1984.- 54с.

Проворов Н.А. Макро- и микроэволюция бактерий в системах симбиоза/ Н.А. Проворов, Н.И. Воробьев, Е.Е. Андронов//Генетика.-2008.-Т44,N1.-С.12-28.

Методические указания по оценке канцерогенности фармакологических средств и вспомогательных веществ в краткосрочных тестах// Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ.- М., Минздрав РФ, ЗАО"ИИА"Ремедиум".-2000.-С.47-60.

Чеботарев А.Н. и др. Временные колебания спонтанного уровня хромосомных aberrаций в культуре лимфоцитов периферической крови человека/ А.Н. Чеботарев, Н.П. Бочков, Л.Д. Катасова, В.И. Платонова// Генетика.-2001.-Т.37,N6С.848-853.

Трофимов В.А. и др. Митогенное и мутагенное действие ионизированного воздуха на *Allium fistulosum* L./В.А. Трофимов, Т.А. Пьянзина//Генетика.-2005.-Т.41,N9.-С.1-6.

Экологический мониторинг Ч. 2 : Методы биомониторинга : Учеб. пособие : В 2 ч. / [А. Б. Савинов и др. / Нижний Новгород : Изд-во Нижегород. ун-та , 1995.-С.195-464.

Биоэтика

Баев А.А. "Геном человека": некоторые этические-правовые проблемы настоящего и будущего/А.А. Баев//Человек.-М.,1995.-N2.-С.5-13.

Биоэтика. Альтернативы экспериментам на животных/Лукиянов А.С., Лукьянова Л.Л., Чернавская Н.М., Гилязов С.Ф.-М.:Изд-во МГУ,2006-190с.

Касаткина Т.Б. Этика экспериментальных исследований на животных в космической биологии и медицине/Т.Б. Касаткина, А.С. Капланский// Авиакосмическая и экологическая медицина.-2000.-Т.34,N2.-С.17-21.

Копаладзе Р.А. Биоэтика. Эксперименты на животных – история, состояние, перспективы/Р.А.Копаладзе.-М.:Компания Спутник+,2003.-66с.

Курило Л.Ф. Этические-правовые аспекты использования стволовых клеток человека/Л.Ф. Курило//Человек.-М.,2003.-N3.-С.23-27.

Тищенко П.Д. Философские аспекты международного проекта “Геном человека”/П.Д. Тищенко//Высокие технологии и современная цивилизация.-М.,1999.-С.76-79.
Трапезов О.В. Биоэтические вопросы в биологии/О.В. Трапезов//Философские науки.- Новосибирск,2001.-№3(11).-С.190-209.
Этические вопросы использования животных в учебной работе и научных исследованиях:Белорусско-Британский симпозиум (16-18 окт. 1997,г.Минск):тез. докладов.-Минск,1998.-28с.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература

Абилев С.К., Глазер В.М. Мутагенез с основами генотоксикологии. Учебное пособие. СПб: Нестор-История, 2015.-304с.
Биотест (интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов/ под ред. В.М. Захаров, Д.М. Кларк. - М.: Икар-МП,1993.-68с.
Бочков Н.П. Клиническая генетика. Учебник для вузов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.:ГЭОТАР-МЕД.-2001.-448с.
Бочков Н.П. Генетические подходы к оценке безопасности и эффективности лекарственных средств //Клинические исследования лекарственных средств в России.- 2002.-№2.-С.4-6.
Будрин К.С. Основы биологического мониторинга./ К.С. Будрин.- М.: изд-во МГУ, 1985.- 160с.
Герасимова К.В., Сычев Д.А. Клиническая фармакогенетика:исторический очерк.//Медицинские технологии. Оценка и выбор.-2012.-3.-с.87-94.
Дмитриева С.А. Кариология флоры как основа цитогенетического мониторинга. / С.А. Дмитриева, В.И. Парфенов. - Минск: Наука и техника, 1991.-230с.
Инге-Вечтомов С.Г. Генетика с основами селекции/ С.Г. Инге-Вечтомов.- М.: Высшая школа,1989.- 592с.
Инге-Вечтомов С.Г. Влияние экологических отношений на генетические процессы/ С.Г. Инге-Вечтомов, Л.В.Барабанова, Е.В. Даев, Е.М. Лучникова //Вестник СПбГУ. Сер.3, Биология.-1999.-Вып.4.-С.14-31.
Инге-Вечтомов С.Г. Исследования по генетике Вып. 12 [Сборник статей] СПб. Издательство С.-Петербур. ун-та 1999.-123с.
Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И. Здоровье среды: методика оценки. МюЖЦентр экологической политики России, 2000.-65с.
Жученко А. А. Экологическая генетика культурных растений. Самара, 2003. - 260с.
Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений и проблемы агросферы (теория и практика): Монография. В двух томах. - М.: ООО «Издательство Агрорус», 2004. Том I, II.
Международный стандарт ГОСТ 34659-2020. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Дата введения 2021-07-01.Оценка хромосомных aberrаций в клетках костного мозга млекопитающих
Орлова Н.Н. Генетический анализ./М.: Изд-во МГУ.-1991.-318с.
Оценка мутагенных свойств фармакологических средств//под ред. Н.Р. Дядищева [и др.] - Medline.ru.-Российский биомедицинский журнал.-www.medline.ru/konsul/jur/6/.-2004-2005.-8с.
Тарасов В.А. Эффективность батарей тестов при оценке потенциальной мутагенной опасности химических соединений/Тарасов В.А., Абилев С.К., Велибеков Р.М., Асланян М.М.//Генетика.-2003.-№10.-С.1406-1417.

б) дополнительная литература

- Баранов В.С. Экологическая генетика и предиктивная медицина/ В.С. Баранов //Экологическая генетика - 2003.-Т.1,№0.-С.22-29.
- Баранов В. С. Экологическая генетика, репродуктивное здоровье и предиктивная медицина //Журнал акушерства и женских болезней .-2005.- Т. 54, вып. 1. - С. 14 - 19.
- Биоиндикация загрязнения наземных экосистем / под ред. Р. Шуберта- М.:Мир,1988.-
- Бочков Н.П. Уровень обменных хромосомных аберраций в условиях длительного облучения в малых дозах /Н.П. Бочков, Н.А. Попова, С.А. Назаренко, Ю.С. Яковлева и др.- Доклады Академии Наук. -1998.-Т.362,№4.-С.564-566.
- Возилова А.В. и др. Отдаленные цитогенетические эффекты хронического облучения населения Южного Урала/А.В. Возилова, А.В. Аклеев, Н.П. Бочков, Л.Д. Катосова// Радиационная биология. Радиоэкология.-1998.-Т.38.-вып.4.-С.586-590.
- Даев Е.В., Дукельская А.В., Баранова Л.В. Цитогенетические методы индикации экологической напряженности в водных и наземных экосистемах.// Экологическая генетика.-Т.12.-№2.- 2014.-С.3-12.
- Дзюба О.Ф. Полииндикация качества окружающей среды.-СПб:недра.-2006.-198с.
- Дьяченко Г.И. Мониторинг окружающей среды (Экологический мониторинг): учебное пособие.-НГТУ.-64 с.
- Другов Ю.С. Мониторинг загрязнения природной среды. 500 методик: Практическое руководство/Другов Ю.С., Родин А.А.-М.:БИНОМ.Лаборатория зганий.-2009-893с.
- Дубинин Н.П. Новое в современной генетике. / Н.П.Дубинин - М., Наука, 1986.-222с.
- Кукес В.Г. Клиническая фармакогенетика/ Сычев Д.А., Раменская Г.В., Игнатъев И.В., кукес В.Г. –Москва:ГЭОТАР-Медиа.-2007.-248с.
- Лекавичус Р.К. Химический мутагенез и загрязнение окружающей среды./ Р.К. Лекавичус -Вильнюс.:Мокелас,1993.-224с.
- Медведев М.М. Практическая генетика. / М.М. Медведев - М.: изд-во Наука,1966.- 294с
- Модели и объекты биологических исследований// Итоги науки и техники: Серия: Общие проблемы биологии.-М.: ВИНТИ-Т.1.-1982,Т.2.-1983,Т.3.-1984.
- Мэнинг У.Дж. Биомониторинг загрязнения с помощью растений./ У.Дж .Мэнинг, У.А. Фредер - Л.,1985.-
- Оценка мутагенности новых лекарственных средств.//Методические рекомендации по оценке мутагенных свойств фармакологических средств.- М.-1994.-20с.
- Оценка мутагенной активности факторов окружающей среды в клетках разных органов млекопитающих микроядерным методом.//Методические рекомендации.- М.-2001.-22с.
- Руководство по краткосрочным тестам для выявления мутагенных и канцерогенных химических веществ: Гигиенические критерии состояния окружающей среды //ВОЗ. - Женева.-1989.-N51.-212с.
- Себежко О.И., Петухова В.Л., Короткевич О.С., Соколов В.А., Драгавцев В.А. Экологическая генетика: учебное пособие/Новосибирск: НГАУ, 2011.-568с.
- Соколов В.Е. Международная программа по биоиндикации антропогенного загрязнения природной среды/В.Е. Соколов, Я. Шаланкин, Д.А. Криволицкий и др.// Экология.- 1990.- N2.- С.90-94.
- Экологический мониторинг Ч. 2 : Методы биомониторинга : Учеб. пособие : В 2 ч. / [А. Б. Савинов и Гелашвили Д. Б/ Нижний Новгород: Изд.во Нижегородского ун-та.-1995.-С.195-464.
- Parry J.M. Guidance and strategy for testing of chemicals for mutagenicity.-Committee on mutagenicity of chemicals in food, consumer products and environment(COM).-2000.-44p.
- Rhizobiaceae.Молекулярная биология бактерий взаимодействующих с растениями/[П. Ван Беркум, Б. Эрдли, М. Хайнес и др.]; Ред. Г. Спайнк и др.: Руск.пер.под. ред. И.А. Тихонович, Н.А. Проворова// Спб.:Всерос. Научн.-исслед. Ин-т с.-х. микробиологии.- 2002.-567с.

4. Специализированные периодические издания:

1. Генетика
2. Экологическая генетика
3. Mutation Research /www.elsevier.com/locate/reviewsmr./mutres.
4. Toxicology

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 (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

1. Коммерческая биотехнология <http://www.cbio.ru.modules/news/archive.php.24.03.08>
2. Википедия:
<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F>
3. Agbios
4. <http://www.base.safework.ru/iloenc?dac@n.d.nh=1> Ellen K.Sibergeld
5. <http://www.medical.planet.su>
6. <http://www.biometrica.tomsk.ru/kk/index.htm/>.
7. www.elsevier.com/locate/mutres
8. <http://www.doh.gov.uk/com.htm>. (J/M/ Parry Guidance a strategy for testing of Chemicals for metagenicity.-2000.-44p.

– 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/>

в) профессиональные базы данных (*при наличии*):

– Университетская информационная система РОССИЯ – <https://uisrussia.msu.ru/>
 Коммерческая биотехнология <http://www.cbio.ru.modules/news/archive.php.24.03.08>

Википедия:

<http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%8F>

Agbios

<http://www.base.safework.ru/iloenc?dac@n.d.nh=1> Ellen K.Sibergeld

<http://www.medical.planet.su>

<http://www.biometrica.tomsk.ru/kk/index.htm/>.

www.elsevier.com/locate/mutres

<http://www.doh.gov.uk/com.htm>. (J/M/ Parry Guidance a strategy for testing of Chemicals for metagenicity.-2000.-44p.

<https://biomolecula.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

Митренина Елизавета Юрьевна, кандидат биологических наук, Томский государственный университет, Биологический институт, кафедра генетики и клеточной биологии, доцент.