

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования_
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»**

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Биотехнология растений

Уровень высшего образования

Магистратура

Направление подготовки / специальность

06.04.01 - Биология

Направленность образовательной программы

Биохимия, биотехнология и физиология растений

Форма обучения

очная

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 Биотехнология растений относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ПК-2: Способен использовать современные методы обработки и интерпретации биологической информации при проведении научных исследований, современную аппаратуру и информационно-коммуникационные технологии при выполнении полевых и лабораторных биологических, экологических работ (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p>ПК-2.1: ПК-2.1. Знает:</p> <p>- современные методические подходы при выполнении биологических, биомедицинских и экологических исследований, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования.</p> <p>ПК-2.2: ПК-2.2. Умеет:</p> <p>- использовать современную приборную базу для биологических, биомедицинских и экологических исследований, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов.</p> <p>ПК-2.3: ПК-2.3. Владеет</p> <p>- навыками работы на современном полевом и лабораторном оборудовании, интерпретации научной биологической информации с применением статистических и аналитических подходов.</p>	<p>ПК-2.1:</p> <p>Знает современные методические подходы для биотехнологических методов, обработке и интерпретации полученных результатов; устройство и правила эксплуатации полевого и лабораторного оборудования.</p> <p>ПК-2.2:</p> <p>Умеет использовать современную приборную базу для биотехнологического производства, методически грамотного применения статистических и аналитических подходов в обработке результатов.</p> <p>ПК-2.3:</p> <p>Владеет навыками работы на современном биотехнологическом оборудовании, интерпретации научной биологической информации</p>	<p>Задания</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Тест</p>	<p>Экзамен:</p> <p>Контрольные вопросы</p>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3
Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	14
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	28
- КСР	2
самостоятельная работа	28
Промежуточная аттестация	36 Экзамен

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1 Введение, история развития биотехнологии. Направления биотехнологии растений	3	1	0	1	2
Тема 2 Принципы культивирования in vitro клеток и тканей высших растений. Условия, необходимые для выращивания растений	10	2	4	6	4
Тема 3 Состав питательных сред для биотехнологии растений	12	3	4	7	5
Тема 4 Фитогормоны растений, их применение в биотехнологии.	14	3	4	7	7
Тема 5 Культивирование растительных клеток. Каллусная культура. Культура протопластов, культуры одиночных клеток.	16	3	8	11	5
Тема 6 Микрклональное размножение растений.	15	2	8	10	5
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	108	14	28	44	28

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1 Введение, история развития биотехнологии. Направления биотехнологии растений
Тема 2 Принципы культивирования in vitro клеток и тканей высших растений. Условия, необходимые для выращивания растений
Тема 3 Состав питательных сред для биотехнологии растений

Тема 4 Фитогормоны растений, их применение в биотехнологии.

Тема 5 Культивирование растительных клеток. Каллусная культура. Культура протопластов, культуры одиночных клеток.

Тема 6 Микрклональное размножение растений.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Для обеспечения самостоятельной работы обучающихся используются:

- электронный курс "не предусмотрен".
- открытый онлайн-курс МООС "не предусмотрен".

Иные учебно-методические материалы: Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса.

Самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных лабораторных работ.

Кроме того, самостоятельная работа студентов включает подготовку к контрольным работам, тесту и заданиям.

Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел "Результаты" должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы, включающие качественный анализ биомолекул, должны быть проиллюстрированы схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержать словесное описание и/или изображение полученных результатов. Работы, включающие количественный анализ, должны включать расчетные формулы, первичные данные, расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Нарисовать схему помещений лаборатории биотехнологии растений.
2. Разработать список необходимого оборудования для лаборатории биотехнологии растений.

3. Рассчитать необходимое количество реактивов для приготовления питательной среды для выращивания 100 эксплантов растений (например, табак, клюква, горох).
4. Получить каллусную культуру табака.
5. Получить культуру протопластов табака.

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Задания выполнены. Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
не зачтено	Задания не выполнены. Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. Критерии фитогормонов.
2. Группы фитогормонов.
3. Рецепция и усиление фитогормонального сигнала.
4. Фосфатидилинозитольная сигнальная система.
5. Ауксины, открытие, природные и синтетические соединения.
6. Синтез ИУК в растении.
7. Транспорт и рецепция ауксинов.
8. Физиологические эффекты ауксинов.
9. Цитокинины, открытие, природные и синтетические соединения.
10. Синтез цитокининов в растении.
11. Транспорт и рецепция цитокининов.
12. Физиологические эффекты цитокининов.
13. Гиббереллины, открытие, природные и синтетические соединения.
14. Синтез гиббереллинов в растении.
15. Транспорт и рецепция гиббереллинов.
16. Физиологические эффекты гиббереллинов.
17. Брассиностероиды, открытие, природные и синтетические соединения.
18. Синтез брассиностероидов в растении.
19. Транспорт и рецепция брассиностероидов.
20. Физиологические эффекты брассиностероидов.
21. АБК и этилен, открытие, природные и синтетические соединения.
22. Синтез АБК и этилена в растении.
23. Транспорт и рецепция АБК и этилена.
24. Физиологические эффекты АБК и этилена.
25. Применение фитогормонов в биотехнологии растений.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	100 % правильно выполненных заданий контрольной работы

Оценка	Критерии оценивания
отлично	91-99 % правильно выполненных заданий контрольной работы
очень хорошо	76-90 % правильно выполненных заданий контрольной работы
хорошо	61-75% правильно выполненных заданий контрольной работы
удовлетворительно	50-60% правильно выполненных заданий контрольной работы
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий контрольной работы
плохо	менее 25% правильно выполненных заданий контрольной работы

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Темы отчетов по лабораторным работам:

1. Приготовление питательных сред для биотехнологии растений.
2. Способы стерилизации и внесения фитогормонов в питательную среду для культивирования растений.
3. Культивирование растительных клеток. Каллусная культура.
4. Индукция органогенеза на различных растительных эксплантах.
5. Микроклональное размножение растений.
6. Введение растений в стерильную культуру .

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчеты оформлены согласно требованиям п.4, сданы на проверку не позднее, чем в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем занятии).
не зачтено	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя. Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются.

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

1. История биотехнологии растений началась в
 - А) 18 веке
 - Б) 19 веке
 - В) 20 веке
2. Тотипотентность клетки означает
 - А) способность к оплодотворению
 - Б) способность к неограниченному делению
 - В) способность развиться в полноценный организм
3. Ламинар это
 - А) бокс с вентилятором
 - Б) бокс с подачей воздуха строго в одном направлении
 - В) бокс с ультрафиолетовой лампой
4. Какой тип стерилизации подходит для растительных эксплантов
 - А) автоклавирование
 - Б) Сухой жар
 - В) химическая стерилизация
5. Какие фитогормоны не используются в культурах in vitro
 - А) ауксины
 - Б) цитокинины
 - В) этилен

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	100 % правильно выполненных заданий теста
отлично	91-99 % правильно выполненных заданий теста
очень хорошо	76-90 % правильно выполненных заданий теста

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	61-75% правильно выполненных заданий теста
удовлетворительно	50-60% правильно выполненных заданий теста
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий теста
плохо	менее 25% правильно выполненных заданий теста

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов

<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
---------------	--	---	--	--	--	--	---

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. История биотехнологии растений
2. Связь биотехнологии с другими науками
3. Тотипотентность
4. Меристемы
5. Направления биотехнологии растений
6. Условия, необходимые для выращивания растений
7. Стерилизация экспланта и методы асептики
8. Ламинарные шкафы (боксы)
9. Условия стерилизации инструментов, посуды и питательных сред

10. Физические факторы выращивания
11. Химические факторы (состав питательной среды)
12. Минеральные элементы
13. Органические добавки, источник углерода
14. Наиболее часто используемые питательные среды для биотехнологии растений
15. Критерии фитогормонов
16. Группы фитогормонов
17. Рецепция и усиление фитогормонального сигнала
18. Фосфатидилинозитольная сигнальная система
19. Ауксины, открытие, природные и синтетические соединения
20. Синтез ИУК в растении
21. Транспорт и рецепция ауксинов
22. Физиологические эффекты ауксинов
23. Цитокинины, открытие, природные и синтетические соединения
24. Синтез цитокининов в растении
25. Транспорт и рецепция цитокининов
26. Физиологические эффекты цитокининов
27. Гиббереллины, открытие, природные и синтетические соединения
28. Синтез гиббереллинов в растении
29. Транспорт и рецепция гиббереллинов
30. Физиологические эффекты гиббереллинов
31. Брассиностероиды, открытие, природные и синтетические соединения
32. Синтез брассиностероидов в растении
33. Транспорт и рецепция брассиностероидов
34. Физиологические эффекты брассиностероидов
35. АБК и этилен, открытие, природные и синтетические соединения
36. Синтез АБК и этилена в растении
37. Транспорт и рецепция АБК и этилена
38. Физиологические эффекты АБК и этилена
39. Применение фитогормонов в биотехнологии растений
40. Принципы культивирования растительных клеток
41. Кривая роста клеточной популяции
42. Каллусные клетки, история изучения, возможности использования
43. Механизм образования каллусной ткани, роль ауксинов и цитокининов
44. Морфофизиологическая характеристика каллусных тканей Особенности каллусных тканей
45. Суспензионная культура, условия получения и культивирования
46. Морфологические характеристики суспензионной культуры
47. Параметры роста суспензионной культуры
48. Виды систем глубинного культивирования суспензионных растительных клеток
49. Факторы, влияющие на выход продуктов вторичного метаболизма.
50. Методики культивирования одиночных растительных клеток
51. Методы иммобилизации, применяемые к клеткам растений
52. Гипотеза о «факторе кондиционирования»
53. Культуры гаплоидных клеток растений, их значение для генетики и селекции
54. Условия получения жизнеспособных протопластов
55. Условия культивирования протопластов.
56. Теория и принципы клонального микроразмножения растений
57. Преимущества микрклонального размножения растений перед традиционными способами размножения растений
58. Перспектива и ограничения микрклонального размножения растений

59. Принципы и этапы микроклонального размножения растений
60. Особенности получения стерильных эксплантов, трудности и их решения
61. Второй этап микроклонального размножения – непосредственное размножение стерильных микрорастений
62. Укоренение эксплантов при микроклональном размножении
63. Адаптация микрорастений
64. Методы микроклонального размножения, Активация развития уже существующих в растении меристем
65. Индукция возникновения адвентивных почек непосредственно тканями экспланта (прямой морфогенез)
66. Дифференциация адвентивных почек в каллусной ткани (непрямой морфогенез)
67. Соматический эмбриогенез

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение применить теоретические знания, свободное владение информацией источников основной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей, приводит собственные примеры.
отлично	Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом полный ответ, демонстрирующий системные знания, с некоторыми неточностями, умение применить теоретические знания, владение информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей.
очень хорошо	Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Владение главной информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей с небольшими неточностями
хорошо	Знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами процессов и метаболических путей с неточностями и негрубыми ошибками
удовлетворительно	В основном знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми и 3-4 незначительными ошибками. Умение со значительной

Оценка	Критерии оценивания
	помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ.
неудовлетворительно	Недостаточно знает и понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при значительной помощи преподавателя
плохо	Не знает и не понимает базовые принципы и молекулярные механизмы лежащие в основе биотехнологии растений.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Ланкина Е. П. Биотехнология в защите растений: тестовые задания для самостоятельной работы / Ланкина Е. П. - Красноярск : КрасГАУ, 2015. - 60 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции КрасГАУ - Ветеринария и сельское хозяйство., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=782009&idb=0>.
2. Биотехнология растений : учебник и практикум / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. - 2-е изд. ; испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2023. - 161 с. - (Высшее образование). - ISBN 978-5-534-05619-8. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=843249&idb=0>.
3. Егорова Татьяна Алексеевна. Основы биотехнологии : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Биология". - 3-е изд., стер. - М. : Академия, 2006. - 208 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - ISBN 5-7695-2808-7 : 144.21., 24 экз.
4. Медведев Сергей Семенович. Физиология растений : учеб. для студентов и аспирантов биол. фак. ун-тов / С.-Петерб. гос. ун-т. - СПб. : Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2004. - 336 с. - ISBN 5-288-03347-1 : 109.00., 55 экз.

Дополнительная литература:

1. Биотехнология сельскохозяйственных растений / пер. с англ. В. И. Негрука ; предисл. Р. Г. Бутенко. - М. : Агропромиздат, 1987. - 301 с. : ил. - 4.10., 2 экз.
2. Биотехнология растений: культура клеток : пер. с англ. В. И. Негрука ; под ред. и с предисл. Р. Г. Бутенко. - М. : Агропромиздат, 1989. - 279,[1] с. : ил. - ISBN 5-10-001257-9 : 4.40., 3 экз.
3. Культура клеток растений и биотехнология : [сб. ст.] / АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; отв. ред. Р. Г. Бутенко. - М. : Наука, 1986. - 285 с. : ил. - 1.30., 1 экз.
4. Биология культивируемых клеток и биотехнология растений : [сб. ст.] / АН СССР, Ин-т физиологии растений им. К. А. Тимирязева ; отв. ред. Р. Г. Бутенко. - М. : Наука, 1991. - 279, [1] с. : ил. - ISBN 5-02-004079-7 : 4.40., 2 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

не предусмотрено

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: Лаборатория: лабораторная мебель, доска, центрифуга лабораторная, шкаф вытяжной, термостат твердотельный программируемый, спектрофотометр, термостат, стерилизатор, микроскоп лабораторный, дозаторы лабораторные.

Лаборатория: лабораторная мебель, доска, автоклав, микроскоп лабораторный, дозаторы лабораторные, изолированный бокс для пересадки и выращивания растений, вытяжной шкаф, водяная баня, иономер, сухожаровой шкаф, стеллажи с освещением, термостаты, орбитальные шейкеры, лабораторные весы.

Лаборатория для проведения стерилизации: раковина, автоклав, ультрафиолетовый облучатель.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ по направлению подготовки 06.04.01 - Биология.

Автор(ы): Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 5.12.2023, протокол № 2.