

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных  
культур

УТВЕРЖДЕНА  
решением учебно-методического совета  
университета  
(протокол от 23 мая 2024 г. № 09)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель учебно-методического  
совета университета  
\_\_\_\_\_ С.В. Соловьёв  
«23» мая 2024 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **КЛЕТОЧНАЯ BIOTEХНОЛОГИЯ**

Направление подготовки 06.06.01 Биологические науки

Направленность Биотехнология, в том числе бионанотехнологии

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Мичуринск, 2024 г.

## **1. Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины (модуля) «Клеточная биотехнология» является изучение способности изолированных клеток растений продуцировать ценные для отраслей промышленности вещества вторичного синтеза на основе культивирования каллусной ткани.

Задачи дисциплины:

- ознакомить с новейшими достижениями и перспективными направлениями научных исследований в биотехнологии на современном этапе развития науки;
- познакомить обучающихся с основными направлениями научных исследований в данной области исследований;
- дать представление об основных методах, применяемых для отраслей промышленности вещества вторичного синтеза;
- формировать умение самостоятельно осуществлять сбор, обработку, интерпретацию биологической информации для решения научных и практических задач в области клеточной биотехнологии, необходимых для эффективной и целенаправленной профессиональной деятельности

## **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Клеточная биотехнология» входит в состав Блока 1 «Дисциплины (модули)», вариативной части, дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.02.01.,

Входные знания, умения и компетенции, необходимые для изучения данного курса, формируются в процессе изучения такой дисциплины, как: «Методология научных исследований в биотехнологии». Дисциплина «Клеточная биотехнология» взаимосвязана с такой дисциплиной как: «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» и необходима для Отлично го прохождения практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, а также для научно-исследовательская деятельности и подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

При освоении данной дисциплины учитываются трудовые функции следующих профессиональных стандартов:

- Научный работник (научная (научно-исследовательская) деятельность) (проект).
- Выполнение отдельных заданий в рамках решения исследовательских задач под руководством более квалифицированного работника (ТФ – А/01.7.1)

Трудовые действия:

- проведение исследований, экспериментов, наблюдений, измерений под руководством более квалифицированного работника;
- формулирование выводов по итогам проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений.

- Представление научных (научно-технических) результатов профессиональному сообществу (ТФ – А/02.7.1)

Трудовые действия:

- информирование научной общественности о результатах проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений путем публикаций в рецензируемых научных изданиях;

– информирование научной общественности о результатах проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений на научных (научно-практических) мероприятиях.

• Проведение исследований, направленных на решение отдельных исследовательских задач (ТФ – В/01.7.2)

Трудовые действия:

– поиск пути решения исследовательских задач;  
– определение информационных ресурсов, научной, опытно-экспериментальной и приборной базы, необходимых для решения исследовательских задач;  
– интерпретация научных (научно-технических) результатов, полученных в ходе решения исследовательских задач.

• Наставничество в процессе проведения исследований (ТФ – В/02.7.2)

Трудовые действия:

– формирование у менее квалифицированных работников практических навыков проведения исследования в процессе его совместного выполнения;  
– формирование у менее квалифицированных работников практических навыков обоснования логики построения исследований и значимости полученных результатов.

• Определение способов практического использования научных (научно-технических) результатов (ТФ – В/03.7.2)

Трудовые действия:

– информирование научной общественности о научных (научно-технических) результатах путем публикации в рецензируемых научных изданиях и докладов на научных (научно-практических) мероприятиях;

– выявление научных (научно-технических) результатов, которые могут быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях и (или) подлежат правовой охране;

– представление научных (научно-технических) результатов в отечественных и зарубежных базах данных и системах учета.

• Решение комплекса взаимосвязанных исследовательских задач (ТФ – С/01.8.1)

Трудовые действия:

– разработка методов и способов решения комплекса взаимосвязанных исследовательских задач;

– координация решения комплекса взаимосвязанных исследовательских задач;

– обоснование разработанного инструментария решения исследовательских задач и способов его практического использования.

• Формирование научного коллектива для решения исследовательских задач (ТФ – С/02.8.1)

Трудовые действия:

– определение компетенций работников, необходимых для решения конкретных исследовательских задач;

– отбор исполнителей, обладающих необходимыми компетенциями.

• Развитие компетенций научного коллектива (ТФ – С/03.8.1)

Трудовые действия:

– формирование практических навыков коллективной научно-исследовательской работы;

– определение форм и способов приобретения дополнительных компетенций;

– научное руководство диссертационными исследованиями.

• Экспертиза научных (научно-технических) результатов (ТФ – С/04.8.1)

Трудовые действия:

– оценка ключевых характеристик научных (научно-технических) результатов в форме рецензий, заключений, отзывов;

– оценка возможностей практического применения научных (научно-технических) результатов.

- Представление научных (научно-технических) результатов потенциальным потребителям (ТФ – С/05.8.1)

Трудовые действия:

- информирование научной общественности и потенциальных потребителей о возможностях и способах практического применения научных (научно-технических) результатов путем публикаций в ведущих рецензируемых научных изданиях, докладов на научных (научно-практических) мероприятиях и размещения в базах данных и системах учета;

- оценка преимуществ различных способов практического использования научных (научно-технических) результатов;

- обеспечение правовой охраны научных (научно-технических) результатов в процессе их передачи и использования потребителями.

- Обобщение научных (научно-технических) результатов, полученных коллективами исполнителей в ходе выполнения научных (научно-технических) программ (ТФ – D/01.8.2)

Трудовые действия:

- разработка методологических подходов к решению исследовательских задач;

- организация профессионального и межпрофессионального взаимодействия коллективов исполнителей в процессе реализации научной (научно-технической) программы;

- обоснование направлений новых исследований и (или) разработок.

- Формирование коллективов исполнителей для проведения совместных исследований и разработок (ТФ – D/02.8.2)

Трудовые действия:

- определение компетенций коллективов исполнителей, необходимых для решения исследовательских задач в рамках научных (научно-технических) программ;

- отбор коллективов исполнителей, обладающих необходимыми компетенциями.

- Развитие научных кадров высшей квалификации (ТФ – D/03.8.2)

Трудовые действия:

- передача опыта применения новейших методов, средств и практики планирования, организации, проведения и внедрения научных исследований и (или) разработок путем научного консультирования при проведении диссертационных исследований;

- научно-методическое консультирование и (или) формирование научных школ.

- Экспертиза научных (научно-технических, инновационных) проектов (ТФ – D/04.8.2)

Трудовые действия:

- оценка возможностей использования научных (научно-технических) результатов при создании продуктов (товаров), услуг и (или) технологий в форме рецензий, заключений, отзывов;

- оценка вклада результатов научных (научно-технических, инновационных) проектов в развитие конкретных отраслей науки и (или) научно-технологическое развитие Российской Федерации.

- Популяризация вклада научных (научно-технических) программ в развитие отраслей науки и (или) научно-технологическое развитие Российской Федерации (ТФ – D/05.8.2)

Трудовые действия:

- информирование научной общественности о вкладе научных (научно-технических) программ в развитие отраслей науки путем публикаций в ведущих рецензируемых научных, научно-методических, научно-популярных изданиях и докладов на научных (научно-практических) мероприятиях;

- информирование широкой аудитории о вкладе научных (научно-технических) программ в научно-технологическое развитие Российской Федерации;
- обеспечение правовой охраны и защиты научных (научно-технических) результатов в процессе их практического использования.

- Обобщение научных (научно-технических) результатов, полученных ведущими научными коллективами по новым и (или) перспективным научным направлениям (ТФ – Е/01.9)

Трудовые действия:

- разработка концептуальных подходов к развитию новых и (или) перспективных научным направлений;
- экспертная оценка научных (научно-технических) результатов, полученных в России и (или) за рубежом по новым и (или) перспективным научным направлениям;
- формирование программ исследований по новым и (или) перспективным научным направлениям.

- Формирование долгосрочных партнерских отношений и (или) консорциумов в целях развития новых и (или) перспективных научных направлений (ТФ – Е/02.9)

Трудовые действия:

- мотивация ведущих ученых и (или) научных коллективов к проведению исследований по новым и (или) перспективным научным направлениям;
- организация устойчивых научных коллабораций и (или) консорциумов.

- Формирование образов будущих профессий и требований к компетенциям специалистов, необходимым для развития новых направлений науки и технологии (ТФ – Е/03.9)

Трудовые действия:

- передача опыта использования новейших разработок по новым и (или) перспективным научным направлениям посредством научного консультирования при проведении исследований;
- формирование компетентностных моделей профессий, которые могут появиться и (или) измениться в результате развития новых и (или) перспективных направлений исследований;
- популяризация профессии исследователя.

- Экспертиза научных (научно-технических, инновационных) программ (ТФ – Е/04.9)

Трудовые действия:

- оценка вклада научных (научно-технических) результатов в развитие науки и социально-экономической системы Российской Федерации в форме рецензий, заключений, отзывов;

- экспертиза стратегических документов в сфере науки и технологий (концепции, стратегии, государственные программы, федеральные целевые программы).

- Популяризация возможных изменений в науке, социально-экономической системе и обществе в результате развития новых и (или) перспективных научных направлений (ТФ – Е/05.9)

Трудовые действия:

- информирование научной общественности о возможных изменениях в науке, образовании, экономике и обществе путем публикаций в ведущих научных, научно-методических, научно-популярных изданиях и докладов на научных (научно-практических) мероприятиях;

- формирование через средства массовой информации положительного общественного мнения о влиянии полученных результатов исследований на науку, образование, социально-экономическую систему и общество в целом.

В результате освоения дисциплины аспирант должен знать следующие компетенции:

ОПК-1 способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий;

ОПК-2 готовностью к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования;

ПК-1 уметь применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;

ПК-2 уметь использовать основные методы математического анализа, моделирования, теоретического и практического исследования в технологических процессах;

ПК-3 уметь планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных;

УК-1 способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

Планируемые результаты обучения*(показатели освоения компетенции)	Критерии оценивания результатов обучения			
	Низкий (допороговый) компетенция не сформирована	Пороговый	Базовый	Продвинутый
<p><b>ОПК-1</b> <b>Знать:</b> как воспользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><b>Уметь:</b> пользоваться способностью самостоятельно</p>	<p><b>Не знает</b> как воспользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><b>Не умеет</b> пользоваться способностью самостоятельно осуществлять</p>	<p><b>Удовлетворительно знает</b> как воспользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><b>Удовлетворительно умеет</b> пользоваться способностью</p>	<p><b>Хорошо знает</b> как воспользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><b>Хорошо умеет</b> пользоваться способностью самостоятельно осуществлять</p>	<p><b>Отлично знает</b> как воспользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><b>Отлично умеет</b> пользоваться способностью самостоятельно осуществлять</p>







процессах.		исследования в технологических процессах.		
<p><b>ПК-3</b></p> <p><b>Знать:</b> как научиться уметь планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Уметь:</b> планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Владеть:</b> умением планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p>	<p><b>Не знает</b> как научиться уметь планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Не умеет</b> планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Не владеет</b> умением планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p>	<p><b>Удовлетворительно знает</b> как научиться уметь планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Удовлетворительно умеет</b> планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Удовлетворительно владеет</b> умением планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p>	<p><b>Хорошо знает</b> как научиться уметь планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Хорошо умеет</b> планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Хорошо владеет</b> умением планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p>	<p><b>Отлично знает</b> как научиться уметь планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Отлично умеет</b> планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p> <p><b>Отлично владеет</b> умением планировать опытные работы и представлять результаты полученных экспериментальных данных</p>
<p><b>УК-1</b></p> <p><b>Знать:</b> как пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том</p>	<p><b>Не знает</b> как пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</p>	<p><b>Удовлетворительно знает</b> как пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том</p>	<p><b>Хорошо знает</b> как пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</p>	<p><b>Отлично знает</b> как пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в</p>

<p>числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>Пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Владеть</b></p> <p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>междисциплинарных областях</p> <p><b>Не умеет</b></p> <p>Пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Не владеет</b></p> <p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Удовлетворительно умеет</b></p> <p>Пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Удовлетворительно владеет</b></p> <p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>междисциплинарных областях</p> <p><b>Хорошо умеет</b></p> <p>Пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Хорошо владеет</b></p> <p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>	<p>междисциплинарных областях</p> <p><b>Отлично умеет</b></p> <p>Пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p><b>Отлично владеет</b></p> <p>способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

*В результате изучения дисциплины обучающийся должен:*

**знать:**

- основные принципы и методы индукции каллусной ткани, получения ценных веществ вторичного метаболизма;

**уметь:**

- применять приемы клеточной биотехнологии в своей профессиональной деятельности для получения целевого продукта, использовать отечественный и зарубежный опыт, инновационной технологии в своей работе;

**владеть:**

-техникой работы по индукции и культивированию изолированных клеток и тканей для использования в дальнейшей научно-исследовательской работе.

### 3.1. Матрица соотнесения тем /разделов учебной дисциплины и формируемых в них общепрофессиональных, универсальных, профессиональных компетенций

Темы, разделы дисциплины	Компетенции						Общее кол-во компетенций.
	ОПК 1	ОПК 2	ПК 1	ПК 2	ПК3	УК1	
Введение	+	+	+	+	+	+	6
Строение клетки и функции клеточных органелл	+	+	+	+	+	+	6
Культура растительных клеток	+	+	+	+	+	+	6
Каллусная клетка основной объект исследований клеточной биотехнологии	+	+	+	+	+	+	6
Особенности и генетика каллусных клеток	+	+	+	+	+	+	6
Культура суспензионных и одиночных клеток как способы, получения веществ вторичного синтеза	+	+	+	+	+	+	6
Каллусные клетки – источник веществ вторичного синтеза	+	+	+	+	+	+	6
Современные способы культивирования штаммов – продуцентов в биореакторе	+	+	+	+	+	+	6
Производство соединений вторичного синтеза с помощью культуры клеток растений	+	+	+	+	+	+	6
Итого:							6

### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 акад. часов)

#### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Всего академических часов	
	Очная форма (3семестр)	Заочная форма
Общая трудоемкость дисциплины	108	
Аудиторные занятия	54	
Лекции	26	
Практические занятия	28	
Самостоятельная работа	54	
проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	30	

Подготовка к практическим занятиям	10	
выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	10	
подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	4	
Контроль	54	
Вид итогового контроля	зачет	

#### 4.2. Лекции

№	Разделы дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Объем в акад. часах		Формируемые компетенции
		очная форма обучения	По заочной форме обучения	
1.	Введение 1.1.Клеточная биотехнология- составная часть современной биотехнологии. Сущность, методы, задачи, предмет, объекты. Клеточная биотехнология как наука и отрасль производства.	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
2	Строение клетки и функции клеточных органелл 2.1.Биология культивируемой клетки. Структурные элементы клетки. Передача наследственных признаков потомству. Деление клетки.	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
3	Культура растительных клеток 3.1.Исторические этапы развития метода. Направления в развитии. Техника введения и культивирования растительных клеток. Прикладная клеточная биотехнология.	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
4	Каллусная клетка – основной объект исследований по клеточной биотехнологии 4.1.-4.2.Роль каллусной ткани в растении. Способы индукции каллуснойткани. Культивирование каллусных клеток invitro. Структура и консистенция каллусных клеток.	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
5	Особенности и генетика каллусных клеток. 5.1.Особенности каллусных клеток. Физиолого-биохимические черты клеток. Отличие каллусных клеток от соматических. Генетика каллусных клеток. Причины генетической нестабильности. Гормоннезависимые (привыкшие) клетки.	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
6	Культура суспензионных и одиночных клеток, как способ получения веществ вторичного синтеза. 6.1.-6.2.Суспензионные культуры, их получение, выращивание и основные характеристики. Культура одиночных клеток. Способы получения. Методы получения.	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
7	Каллусные клетки – источник веществ			ОПК-1, ОПК -2,

	вторичного синтеза. 7.1.-7.2.Характерные особенности растений. Способность растений накапливать вторичные метаболиты. Основные классы вторичных метаболитов. Общая характеристика и синтез вторичных метаболитов. Преимущества клеточной биотехнологии перед традиционными методами.	4		ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
8	Современные способы культивирования штаммов- продуцентов в биореакторе. 8.1.Методы культивирования клеток – периодические и непрерывные. Преимущества, недостатки и требования к ферментерам	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
9	Производство соединений вторичного синтеза с помощью культуры клеток растений 9.1.-9.2.Получение алкалоидов, терпеноидов (изопреноидов), фенольных соединений и минорных групп. Их значение для промышленности.	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
	Итого:	26		6

### 4.3. Лабораторные занятия не предусмотрены

#### 4.4.Практические занятия

№ раз-дело в	Раздел дисциплины (модуля) и их содержание	Объем в часах, очное	объем в часах, заочное	Формируемые компетенции
2	Коллоквиум: Строение растительной клетки. Деление клетки (метоз, мейоз)	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
3	Коллоквиум: Состав искусственных питательных сред и их приготовление	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
3	Коллоквиум: Прикладная клеточная биотехнология	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
4	Коллоквиум: Каллусная клетка – основной объект исследований клеточной биотехнологии	2		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
6	Коллоквиум: Культура суспензионных и одиночных клеток	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
7	Коллоквиум: Каллусные клетки-источник веществ вторичного синтеза	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
8	Коллоквиум: Современные биореакторы, применяемые для культивирования клеток растений	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1

9	Коллоквиум: Производство соединений вторичного синтеза с помощью культуры клеток растений	4		ОПК-1, ОПК -2, ПК-1, ПК -2, ПК – 3, УК-1
	Итого:	28		6

#### 4.5. Самостоятельная работа

Раздел дисциплины (тема)	Вид самостоятельной работы	Объем в академических часах	
		очная форма обучения	заочная форма обучения
Раздел 4 Каллусная клетка – основной объект исследований по клеточной биотехнологии	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	
	Подготовка к практическим занятиям	4	
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	2	
Раздел 6 Культура суспензионных и одиночных клеток, как способ получения веществ вторичного синтеза	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	
	Подготовка к практическим занятиям	4	
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	1	
Раздел 9 Производство соединений вторичного синтеза с помощью культуры клеток растений	проработка учебного материала по дисциплине (конспектов лекций, учебников, материалов сетевых ресурсов)	10	
	Подготовка к практическим занятиям	2	
	выполнение индивидуальных заданий, написание реферата	4	
	подготовка к сдаче модуля, итоговому контролю	1	
Итого:		54	

#### Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. Хованова Е.В. Методические указания по проведению практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность – Биотехнология, в том числе бионанотехнологии. Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2024.

#### 4.6. Курсовое проектирование не предусмотрено

#### 4.7. Содержание раздела дисциплины

**Раздел 1. Введение. Клеточная биотехнология.** Клеточная биотехнология – составная часть современной биотехнологии. Сущность, методы, задачи, предмет, объекты. Клеточная биотехнология как наука и отрасль производства.

**Раздел 2. Строение клетки и функции клеточных органелл.** Биология культивируемой клетки. Структурные элементы клетки. Передача наследственных признаков потомству. Деление клетки (митоз, мейоз). Растительные и животные клетки, их сходство и различие. Метаболизм клеток как механизм синтеза и распада веществ. Вещества вторичного метаболизма.

**Раздел 3. Культура растительных клеток.** Исторические этапы развития метода. Направления развития клеточной биотехнологии. Техника введения и культивирования растительных клеток и тканей. Роль культуры изолированных клеток в биотехнологии. Источники получения первичных эксплантов. Условия культивирования, искусственные питательные среды. Основные условия культивирования – стерильность. Регуляторы роста (фитогормоны), их значение для роста и развития клеток в условиях *in vitro*. Прикладная биотехнология.

**Раздел 4. Каллусная клетка – основной объект исследований по клеточной биотехнологии.** Физиологические и структурные особенности. Морфологические типы культивируемых клеток. Клеточный цикл. Особенности покоящихся и стареющих клеток. Клеточный цикл и кривые роста клеточных культур. Особенности клеточного цикла каллусных клеток. Специфика каллусной ткани. Дедифференцировка как обязательное условие перехода специализированной клетки к делению и образованию тканей. Гормоны, индуцирующие дедифференцировку. Способы культивирования каллусной ткани. Пересадка каллусной ткани на свежую питательную среду.

**Раздел 5. Особенности и генетика каллусных клеток.** Особенности каллусных клеток. Физиолого-биохимические черты клеток. Отличие каллусных клеток от соматических клеток. Снижение или утрата к регенерации у привыкших тканей. Сходство и различия каллусных, опухолевых и нормальных клеток. Генетика каллусных клеток. Причины генетической нестабильности. Гормоннезависимые клетки.

**Раздел 6. Культура суспензионных и одиночных клеток, как способы получения веществ вторичного синтеза.** Суспензионные культуры, их получение, выращивание и основные характеристики. Использование суспензионных культур для получения веществ вторичного синтеза. Культура одиночных клеток. Способы, облегчающие получение колоний из одиночных клеток: метод плейтинга, кондиционированные среды, кормящий слой, культура – няньки, микрокапли. Использование культуры клеток как источника веществ растительного происхождения.

**Раздел 7. Каллусные клетки – источник веществ вторичного синтеза.** Характерные особенности растений по накоплению веществ вторичного метаболизма. Способность растений накапливать вторичные метаболиты. Основные классы вторичных метаболитов. Направления исследований вторичных метаболитов. Общая характеристика и биосинтез. Место синтеза вторичных метаболитов. Схема путей биосинтеза основных классов вторичных метаболитов. Качественный и количественный состав метаболитов. Преимущества клеточной биотехнологии перед традиционными методами.

**Раздел 8. Современные способы культивирования штаммов – продуцентов в биореакторе.** Масштабность процесса при применении технологии выращивания клеток в биореакторах. Условия культивирования в биореакторах большого объема. Методы культивирования клеток – периодические и непрерывные. Преимущества и недостатки методов. Факторы, лимитирующие рост клеток. Хемостатное культивирование. Строение ферментеров- система механизмов, измеряющих и контролирующих процесс биосинтеза

культуры. Требование к ферментерам. Обработка оборудования, пеногасителей, очистка и стерилизация воздуха.

**Раздел 9. Производство соединений вторичного синтеза с помощью культуры клеток растений.** Применение в медицине веществ растительного происхождения не относящихся к вторичным метаболитам. Алкалоиды, строение, применение. Терпеноиды, строение, применение. Фенольные соединения, строение, применение. Минорные группы, строение, применение. Промышленное использование некоторых растительных продуктов (фармацевтические средства, агрохимикаты, продукты питания, косметические).

## 5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств. Слайдовые презентации
Практические занятия	Выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады, тестирование
Самостоятельные работы	Презентация и защита результатов самостоятельной работы на занятиях

В целях реализации лекционного цикла, практической и самостоятельной работы будут использованы личностно-ориентированный, деятельный подход дифференцированного обучения с использованием методов активного и интерактивного обучения.

Для освоения дисциплины «Клеточная биотехнология» используются различные образовательные методы и технологии для реализации компетенций. Преподавание дисциплины предусматривает лекции, практические занятия, тестирование, применение активных и интерактивных форм проведения занятий (разбор конкретных ситуаций) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающегося. Самостоятельная работа предусматривает подготовку к лекциям и ЛПЗ, промежуточному контролю и итоговому испытанию.

В учебном процессе широко применяются компьютерные технологии. Лекции проводятся в аудитории с интерактивной доской и проектором обеспечены демонстрационными материалами (электронными презентациями, видеофильмами), с помощью которых можно визуализировать излагаемый материал.

## 6. Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Клеточная биотехнология»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контроли- Реализуемых компетенций	Оценочное средство	
			наименование	Кол- во
1	Раздел 1. Введение	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	тест Вопросы зачета	10 4
2	Раздел 2.Строение клетки и функции клеточных органелл	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	коллоквиум тест зачет	1 20 6
3	Раздел 3. Культура растительных клеток	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	коллоквиум тест зачет	1 10 5
4	Раздел 4. Каллусная клетка-	ОПК-1,ОПК 2, ПК-	коллоквиум	1

	основной объект исследований клеточной биотехнологии	1,ПК-2, ПК-3 УК-1	тест зачет	10 4
5	Раздел 5. Особенности и генетика каллусных клеток	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	тест зачет	10 3
6	Раздел 6. Культура суспензионных и одиночных клеток, как способы получения веществ вторичного синтеза	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	коллоквиум тест зачет	1 10 4
7	Раздел 7. Каллусные клетки-источник веществ вторичного синтеза	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	коллоквиум тест зачет	1 10 4
8	Раздел 8. Современные способы культивирования штаммов – продуцентов в биореакторе	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	коллоквиум тест зачет	1 10 2
9	Раздел 9. Производство соединений вторичного синтеза с помощью культуры клеток растений	ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1	коллоквиум тест зачет	1 10 4

### 6.2.Перечень вопросов для зачета

1. Современная биотехнология. Клеточная биотехнология- составная часть современной биотехнологии (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3, УК-1)
2. Сущность и задачи клеточной биотехнологии (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 3.Предмет и объекты клеточной биотехнологии (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
4. Клеточная биотехнология как наука и отрасль производства (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-11)
- 5.Строение клетки и функции клеточных органелл (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 6.Хромосомы. Роль в передаче наследственных признаков.(ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 7.Деление клетки. Митоз и мейоз (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 8.Растительные и животные клетки. Сходство и различие (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 9.Метаболизм клетки как механизм синтеза и распада веществ (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 10.Дифференциация и дидеференциация клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 11.История развития методов культуры изолированных клеток и тканей (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 12.Основной метод клеточной биотехнологии (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 13.Источники получения эксплантов растительных клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 14.Питательные искусственные среды, основные компоненты и принципы их составления (УК-1,ОПК-1,ПК-1,2)
- 15.Условия культивирования растительных клеток и тканей (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
16. Каллусная клетка как основной объект исследований клеточной биотехнологии. Физиологические и структурные особенности клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 17.Морфологические типы культивируемых клеток. Клеточный цикл (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)

18. Клеточный цикл и кривые роста клеточных культур. Особенности клеточного цикла каллусных клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
19. Каллусная ткань. Специфика каллусной ткани. (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
20. Регуляторы роста индуцирующие дедифференцировку и переходу деления каллусных клеток. (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
21. Генетическая неоднородность каллусных клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
- 22.Способы культивирования каллусных тканей (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
23. Характеристика, особенности опухолевых клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
24. Суспензионные культуры, их получение, выращивание и основные характеристики (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
25. Использование суспензионных культур для получения веществ вторичного синтеза (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
26. Культура одиночных клеток, получение и культивирование (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
27. Способы, облегчающие получение колоний из одиночных клеток (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
28. Основные классы вторичных метаболитов (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
29. Преимущество клеточной биотехнологии перед традиционными методами (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
30. Общая характеристика и синтез вторичных метаболитов (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
31. Способность растений накапливать вторичные метаболиты (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
32. Места накопления вторичных метаболитов клетки (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
33. Методы культивирования клеток – периодическое и непрерывное (ОПК-1,ПК-1,2,3)
34. Преимущества и недостатки методов культивирования в биореакторах (ОПК-1,ПК-1,2,3)
35. Требования к ферментерам (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
36. Характеристика алкалоидов (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
37. Характеристика терпеноидов(ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
38. Характеристика фенольных групп (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)
39. Характеристика минорных групп (ОПК-1,ОПК 2, ПК-1,ПК-2, ПК-3 УК-1)

### 6.3. Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенции	Критерии оценивания	Оценочные средства кол-во баллов
Продвинутый 75-100 баллов, зачтено	ЗНАЕТ-объекты биологических производств и методы работы с ними, строение растительной клетки, функции клеточных органелл, закономерности кинетики роста клеток и образования продуктов метаболизма, особенности роста культивируемых биообъектов, аппаратное оформление процессов выращивания растительных клеток с целью получения вторичных метаболитов, биохимические, химические и физикохимические процессы протекающих в биореакторах на стадиях переработки, типовые схемы промышленных процессов	Тесты 36-40 Коллоквиум 9-10 Вопросы зачета 30-50

	<p>получения важнейших продуктов биотехнологии, основные принципы организации биотехнологического производства, методы оценки его эффективности</p> <p>УМЕЕТ – работать в биотехнологической лаборатории, культивировать продуценты, выбрать рациональную схему производства заданного продукта, оптимизировать состав питательных сред, определять параметры культивирования продуцента, оптимизировать условия культивирования</p> <p>ВЛАДЕЕТ – понятийным материалам по дисциплине, навыками самостоятельного решения научных и производственных задач в области биотехнологии, опытом биотехнологических и аналитических методов исследования, приготовлением и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению качества продукции</p>	
<p>Пороговый 50-74 балла, зачтено</p>	<p>ЗНАЕТ – основные биообъекты биотехнологических производств и методы работы с ними, строение растительных клеток, функции клеточных органелл, имеет представление о кинетике роста клеток и образования продуктов метаболизма, особенности роста и культивирования биообъектов, имеет представление об аппаратном оформлении процессов выращивания клеток с целью получения метаболитов, знаком с биохимическими, химическими и физикохимическими процессами, протекающими в биореакторах, знаком с основными типовыми схемами производственных процессов получения важнейших продуктов биотехнологии</p> <p>УМЕЕТ – работать в лаборатории, знаком с принципами устройства производства и схемами биотехнологического процесса заданного продукта, может определить параметры культивирования продуцентов</p> <p>ВЛАДЕЕТ – понятийным материалом по дисциплине, основными навыками в решении научных и производственных задач в области биотехнологии, основными методами биотехнологических и аналитических исследований, приготовления и стерилизации питательных сред, методами проведения стандартных испытаний по определению качества продукции</p>	<p>Тесты 24-34 коллоквиум 5-10 Вопросы зачета 21-30</p>
<p>Базовый 35-49 баллов, зачтено</p>	<p>ЗНАЕТ – основные биообъекты биотехнологических производств и имеет представление о методах работы с ними, строение растительных клеток, функции клеточных органелл, имеет представление о росте растительных клеток и образований продуктов вторичного метаболизма, имеет представление об основах биотехнологии и строении биореактора, знаком с процессами, протекающими в биореакторах на стадиях переработки и выделения целевого продукта, знаком с основными типовыми схемами промышленных процессов</p> <p>УМЕЕТ- вести практическую деятельность на производстве, применять теоретические знания на</p>	<p>Тесты 20-29 Вопросы зачета 15-20</p>

	практике ВЛАДЕЕТ – основами понятийного материала, навыками работы на производстве	
Низкий менее 35 баллов, не зачтено	ЗНАЕТ – отдельные определения и термины биотехнологии, простейшую квалификацию продуцентов, имеет представление об оборудовании, которое используется в биотехнологических производствах УМЕЕТ – выполнять простейшие манипуляции на производстве ВЛАДЕЕТ – слабо понятийным материалом	Тесты 10-15 Вопросы зачета 10-19

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины (модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)»

## **7. Учебно-методическое информационное обеспечение дисциплины(модуля) «Клеточная биотехнология»**

### **7.1. Основная учебная литература:**

1. Биотехнология растений : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. - 161 с. - (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-05619-8. — Режим доступа: [www.biblio-online.ru/book/6DD953A0-4ECF-49FE-AC32-30A5CB4C64E5](http://www.biblio-online.ru/book/6DD953A0-4ECF-49FE-AC32-30A5CB4C64E5).

2. Биотехнология. В 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / под общ.ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 219 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07409-3. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/CD8BBF55-A602-4FE1-B8F9-D5A4EC28B8FD](http://www.biblio-online.ru/book/CD8BBF55-A602-4FE1-B8F9-D5A4EC28B8FD).

3. УМКД по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по программе аспирантуры очной, заочной и дистанционной формы обучения по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность – Биотехнология, в том числе бионанотехнологии. Мичуринск-Наукоград РФ, Мичуринский ГАУ, 2023.

### **7.2. Дополнительная учебная литература:**

1. Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений: учебное пособие. - М.: Изд-ва РГАУ-МСХ, 2012

2. Атанасов А. Биотехнология в сельском хозяйстве. - Новосибирск, 1993.

3. Биотехнология сельскохозяйственных растений (с предисловием Р.Г.Бутенко).-М.: Авропромиздат 1987

4. Биотехнология. Принципы и применение ( под ред.И.Хагинс,Д.Джонса и др.) - М.: Мир 1988

5. Бутенко Р.Г. Культура клеток и биотехнология - М.: Наука 1986

6. Глеба Ю.Ю.;Бутенко Р.Г.;Сытник К.М. Слияние протопластов и парасексуальная гибридизация у табака. РАН СССР. - Т.221. - 1975

7. Муромцев Г.С.; Бутенко Р.Г.; Тихоненко Т.И.; и др. Основы сельскохозяйственной биотехнологии.-М.: Агропромиздат, 1990

8. Никель Л.Д.; Регуляторы роста растений.- М.:Колос,1984

9. Пирузян Э.С. Основы генной инженерии растений..- М.: Наука 1988

10. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник// под ред. В.С.Шевелухи. - 3-е изд.перераб.и доп. - М.: Высшая школа, 2008

11. Расторгуев С.Л. Культура изолированных тканей и органов в селекции плодовых растений Монография – Мичуринск: изд-во МичГАУ, 2009

12. Харченко П.Н.,В.И.Глазко ДНК- технологии в развитии агробиологии. - М.: Воскресенье, 2006

### **7.3. Методические указания по освоению дисциплины**

1. Хованова Е.В. Методические указания по проведению практических занятий и самостоятельной работы по дисциплине «Клеточная биотехнология» для обучающихся по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, направленность – Биотехнология, в том числе бионанотехнологии. Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2024.

### **7.4. Информационные и цифровые технологии (программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)**

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

#### **7.4.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных**

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 03.04.2024 № б/н (Сетевая электронная библиотека)

2. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 09.04.2024 № 05-УТ/2024)

3. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Руконт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 26.04.2024 № 1901/БП22)

4. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 07.05.2024 № 6555)

5. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)

6. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)

7. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская

областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

#### 7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки, адаптации и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 11.03.2024 № 11921 /13900/ЭС)

2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 15.01.2024 № 194-01/2024)

#### 7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 15.08.2023 № 542/2023)

2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>

3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>

4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

#### 7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (правообладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бессрочно
2	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165</a>	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № б/н, срок действия: с 22.11.2023 по 22.11.2024
3	МойОфис Стандартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	ООО «Новые облачные технологии» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444</a>	Контракт с ООО «Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Офисный пакет	АО «Р7»	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444</a>	Контракт с ООО

	«Р7-Офис» (десктопная версия)		е	al.gov.ru/reestr/306668/?sphrase_id=4435041	«Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
5	Операционная система «Альт Образование»	ООО "Базальт свободное программное обеспечение"	Лицензионно е	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303262/?sphrase_id=4435015	Контракт с ООО «Софттекс» от 24.10.2023 № 0364100000823000007 срок действия: бессрочно
6	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagius.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионно е	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 23.05.2024 № 8151, срок действия: с 23.05.2024 по 22.05.2025
	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Adobe Systems	Свободно распространяемое	-	-
	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	Foxit Corporation	Свободно распространяемое	-	-

#### 7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Режим доступа: [. garant.ru](http://garant.ru) - справочно-правовая система «ГАРАНТ»
3. Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - справочно-правовая система «Консультант Плюс»

#### 7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: [miro.com](https://miro.com)
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru

8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello  
<http://www.trello.com>

#### 7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии выбрать нужное	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии	Формируемые компетенции
1	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-1, ОПК 2, ПК-1, ПК-2, ПК-3 УК-1
2	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа	ОПК-1

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 2/32)	1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486) 2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205) 3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deepcool THETA 21, материнская плата ASUS H81M-K<S-1150 iH, память DDR3 4 Gd, жесткий диск 500 Gb, корпус MAXcase H4403, блок питания Aerocool 350W ( инв. № 21013400740) 4. Проектор Viewsonic PJD6243 DLP 3200 lumens XGA 3000:1 HDMI 3D 5. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	"1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	1. Сушильный шкаф СМ 50/250-500-ШС (инв. № 41013401713) 2. Весы электронные (инв. № 2101040151) 3. Камера КБУ-1 СПУ мод 9001 бактерицидная ультрафиолетовая для хранения стерильных инструментов (инв. № 21013600786) 4. Колбонагреватель UT- 4100 ULAB (500мл+450 град) (инв. № 21013600787) 5. Ультразвуковая мойка (ванна) Uiteclean-3 DT (3 л) (инв. № 21013600791) 6. Доска классная (инв. № 41013602279) 7. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).

<p>(Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/29)</p>	<p>(инв.№ 41013602313)        8. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№ 41013401743, 41013401742, 41013401741, 41013401740, 41013401739, 41013401738, 41013401737, 41013401736, 41013401735, 41013401734, 41013401733, 41013401732, 41013401731, 41013401730, 41013401729, 41013401745, 41013401744)        9. Настенный экранLumienMasterPicture 220-220 см (инв.№ 41013401708)        10. Прибор для измерения (НН 2215-2 микропроцессорный рН/ С - метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией) (инв.№ 41013401712)        11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705)        12. Системный комплект: Процессор IntelOriginal LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство для чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401698)        13. Стол лабораторный химический (1200х600х750) столешн. пластик/каркас ал.профиль (инв.№ 41013602351, 41013602350, 41013602336, 41013602335, 41013602334, 41013602333, 41013602332, 41013602331, 4103602330, 41013602329, 41013602328, 41013602327, 41013602326, 41013602325, 41013602324, 41013602323, 41013602322)        14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой P-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713)        15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой. (инв.№ 41013401711)        16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311)        17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800х450х1950) полки пластик/каркас ал.профиль с замком (инв. № 41013602357)</p>	
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/2396)</p>	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508)        2. Жалюзи (инв. № 2101062717)        3. Жалюзи (инв. № 2101062716)        4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Мб, монитор 19"АОС (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285)        5. Компьютер Pentium-4 (инв.№</p>	<p>1. MicrosoftWindows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).        2. MicrosoftOffice 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).        3.</p>

	<p>2101042569)          6. Моноблок iRU308 21.5 HDi3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520)          7. Компьютер DualCore E 6500 (инв.№ 1101047186)          8. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117)          9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182)          Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.</p>	<p>AutoCADDesignSuiteUltimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);          4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно, бесплатная).          5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16).          6. ГИС MapInfoProfessional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-y)</p>
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рабочая программа дисциплины «Клеточная биотехнология» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки(уровень подготовки кадров высшей квалификации), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 г. № 871

Автор кандидат с.-х. наук, доцент кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур Хованова Е.В.

Рецензент кандидат с.-х. наук, доцент кафедры ландшафтной архитектуры, землеустройства и кадастров Губин А.С.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии (протокол от 17 марта 2015 № 10)

Программа рассмотрена на заседании методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина (протокол №8 от 23 марта 2015г ).

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол № 9 от 23 апреля 2015 г.

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.*

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии (протокол № 1 от 29 августа 2016 г)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина (протокол № 1 от 30 августа 2016).

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 1 от 23 сентября 2016 г.).

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.*

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, тепличных технологий и биотехнологии (протокол № 8 от «18» апреля 2017 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от 18 апреля 2017 г)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 8 от 20 апреля 2017 г.).

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 7 от «13» апреля 2018 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от 16 апреля 2018 г.)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета (протокол № 10 от 26 апреля 2018 г.).

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол №7 от «9» апреля 2019 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от «22» апреля 2019 г)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от 25 апреля 2019 г.

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол №6 от «12» марта 2020 г.)

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина, протокол № 9 от 20 апреля 2020 года.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 8 от 23 апреля 2020 года.

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур протокол №7 от 16 июня 2020 года.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина, протокол № 11 от 22 июня 2020 года.

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 10 от 25 июня 2020 года.

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры биотехнологии, селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (протокол № 8 от «5» апреля 2021 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 9 от «19» апреля 2021 г)

Программа утверждена решением Учебно-методического совета университета протокол №8 от «22» апреля 2021 г

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО*

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 7 от 10 марта 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 7 от 21 марта 2022 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 7 от 24 марта 2022 года.

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.*

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур протокол № 11 от 13 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 10 от 22 июня 2023 года.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур протокол № 11 от 03 мая 2024 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробiotехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 10 от 20 мая 2024 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 09 от 23 мая 2024 года.

Оригинал документа хранится на кафедре садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур