

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

И.о. заведующего кафедрой  
генетики, цитологии и биотехнологии



Калаев В.Н.

05.06.2023г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.03 Культура тканей и клеточная инженерия**

1. Код и наименование направления подготовки: 06.03.01 Биология
2. Профиль подготовки Генетика
3. Квалификация выпускника: Бакалавр
4. Форма обучения: очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: генетики, цитологии и биотехнологии
6. Составители программы:  
Машкина Ольга Сергеевна, кандидат биологических наук, доцент
7. Рекомендована: НМС медико-биологического факультета 29.05.2023, протокол № 4
8. Учебный год: 2024-2025 гг. Семестр(ы): 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

*Целями освоения учебной дисциплины являются:* ознакомление бакалавров с основными направлениями, современными методами и последними достижениями культуры тканей и клеточной инженерии растений, животных и микроорганизмов для формирования теоретических знаний и умений, а также предпосылок использования полученных знаний для научных и практических целей.

### *Задачи учебной дисциплины:*

1. Дать представление о научных основах, подходах, методах и достижениях современной биотехнологии (в частности, тканевой и клеточной инженерии) растений, животных и микроорганизмов; использовании культуры тканей *in vitro* (как основы современных биотехнологий), для решения вопросов фундаментальной и прикладной науки.

2. Ознакомить с основными требованиями к организации биотехнологической лаборатории; способами и техникой культивирования клеток и тканей биологических объектов на искусственных питательных средах.

3. Рассмотреть на примере высших растений основы клеточной и тканевой инженерии, уметь осуществлять манипуляции с культурами клеток и тканей для клонирования и сохранения ценного генофонда эукариотических организмов, их генетического улучшения и создания нового селекционного материала.

4. Овладеть практическими навыками (на примере дрожжей-сахаромицентов) культивирования клеток и проведения исследований по отдельным направлениям клеточной инженерии.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Культура тканей и клеточная инженерия» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

Бакалавр, овладев дисциплиной, должен: иметь представление об основных подходах и методах клеточной и тканевой инженерии, использовании культуры тканей *in vitro* (как основы современных биотехнологий) для решения задач, стоящих перед фундаментальной и прикладной наукой. Приобрести практические навыки проведения работ по клеточной инженерии эукариотических организмов (на примере высших растений, дрожжей сахаромицетов); освоить методические приемы и технику работы культивирования *in vitro*; уметь использовать полученные знания в научных исследованиях; приобрести навыки сбора научной информации, работы с отечественными и зарубежными литературными источниками (журнальные статьи, монографии и т.д.). Знания и навыки, полученные студентами при изучении данного курса, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Введение в биотехнологию и биоинженерию», «Генетическая инженерия и биобезопасность».

## 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>Знать: научные основы, подходы, методы и достижения современной биотехнологии (в частности, тканевой и клеточной инженерии) растений, животных и микроорганизмов; методологию использования культуры тканей <i>in vitro</i> (как основы современных биотехнологий), для решения вопросов фундаментальной и прикладной науки.</p> <p>Уметь: применять полученные знания для выполнения исследований по тканевой и клеточной инженерии растений, животных и микроорганизмов; проводить сбор, анализ и</p>

	более высокой квалификации			<p>обработку научно-технической (научной) информации, анализировать и систематизировать научную информацию при работе с отечественными и зарубежными литературными источниками, использовать ее при составлении рефератов, подготовке доклада на заданную тему.</p> <p>Владеть: основными понятиями современной биотехнологии; методическими приемами и техникой работы с живыми организмами в культуре <i>in vitro</i>; навыками анализа и систематизации научного материала.</p>
ПК-4	Способен проводить научные исследования в области генетики с применением современных методов и оборудования по актуальной проблеме	ПК-4.3	Осуществляет манипуляции с культурами клеток и тканей для клонирования и сохранения ценного генофонда эукариотических организмов, их генетического улучшения и создания нового селекционного материала	<p>Знать: основные направления, подходы и методы тканевой и клеточной инженерии; методические приемы и технику работы с живыми организмами в культуре <i>in vitro</i>.</p> <p>Уметь: выполнять исследования в различных направлениях тканевой и клеточной инженерии с использованием современного оборудования; использовать полученные знания в научной работе и практических целях.</p> <p>Владеть: методическими приемами и техникой культивирования <i>in vitro</i> (на примере дрожжей сахаромикетов); навыками проведения исследований по клонированию и сохранению ценного генофонда эукариотических организмов, их генетическому улучшению и созданию нового селекционного материала.</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4 ЗЕТ / 144 час.**

**Форма промежуточной аттестации — экзамен —**

**13. Трудоемкость по видам учебной работы**

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			4 семестр	№ семестра	...
Аудиторные занятия		50	50		
в том числе:	лекции	16	16		
	практические				
	лабораторные	34	34		
Самостоятельная работа		58	58		
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации – экзамен		36	36		
Итого:		144	144		

**13.1. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Предмет, задачи,	Современная биотехнология и ее основные составляющие -	<a href="https://edu.vsu.r">https://edu.vsu.r</a>

	методы и основные направления развития современной биотехнологии. Клеточная и тканевая инженерия – один из основных разделов биотехнологии.	клеточная и генная инженерия. Культура клеток и тканей как уникальная биологическая система, модель для научных исследований, основа современных биотехнологий. Предмет, задачи, возможности, методы, основные вехи развития и направления биотехнологии. Особенности растительных клеток и тканей в культуре <i>in vitro</i> , позволяющих их использовать в клеточной и тканевой биотехнологии. Основные направления использования и потенциальные возможности клеточных технологий высших растений, их использование для повышения эффективности селекционного процесса. Основные этапы развития методов культуры тканей <i>in vitro</i> . Основная терминология.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">u/course/view.php?id=21711</a>
1.2	Способы и техника культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей эукариотических организмов	Основными требованиями к организации биотехнологической лаборатории, ее оснащение оборудованием. Способы и техника культивирования клеток и тканей биологических объектов на искусственных питательных средах.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
1.3	Клеточная инженерия микроорганизмов	Микроорганизмы как объект селекционной работы и биотехнологии. Современные биотехнологические подходы к созданию промышленных штаммов микроорганизмов. Клеточная инженерия микроорганизмов (на примере дрожжей-сахаромицетов). Селекция микроорганизмов: направления, методы, достижения.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
1.4	Клеточная и тканевая биотехнология растений: дедифференцировка и каллусогенез <i>in vitro</i> . Каллусные и клеточные культуры – продуценты биологически активных веществ для промышленности.	Задачи, методы, направления и достижения клеточной и тканевой инженерии растений. Получение и культивирование каллусной ткани. Дедифференцировка и каллусогенез <i>in vitro</i> . Сходства и различия каллусной и опухолевой ткани. Генетические, цитологические и физиолого-биохимические особенности каллусных клеток и тканей в культуре <i>in vitro</i> . Ростовый цикл каллусных клеток. Субкультивирование. Изменчивость растительного генома в процессе дедифференцировки и каллусообразования, ее причины. Суспензионная культура и преимущества ее использования. Каллусные и клеточные культуры – продуценты биологически активных веществ для промышленности. Морфогенез в каллусных и клеточных культурах растений (вторичная дифференцировка). Гормональная регуляция процессов каллусообразования и морфогенеза. Типы дифференцировки в каллусной ткани. Гистогенез, морфогенез (органогенез и соматический эмбриогенез). Морфогенетическая активность каллусных клеток имеет генетическую природу. Использование мутантов, блокирующих нормальный ход морфогенеза – один из основных путей изучения генетики развития.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
1.5	Использование культуры тканей для сохранения и воспроизводства представителей ценного генофонда	Клональное микроразмножение растений, преимущества перед традиционными способами размножения растений, области практического использования. Основные этапы и способы клонального микроразмножения. Активация развития существующих меристем – основной метод клонального микроразмножения. Оздоровление посадочного материала от вирусов. Сохранение ценного генофонда высших растений в коллекциях и криобанках. Понятие генофонд, причины истощения и важность сохранения генетических ресурсов. Традиционные методы сохранения ценного генофонда высших растений <i>in situ</i> и <i>ex situ</i> , примеры, их недостатки. Современные биотехнологические подходы сохранения генофонда (консервации <i>ex situ</i> ). Пересадочные коллекции и депонирование в культуре <i>in vitro</i> . Криосохранение: Сохранение в криобанках: суть метода, преимущества, трудности и недостатки. Общие приемы, лежащие в основе криосохранения. Особенности подготовки клеток к замораживанию. Этапы работы.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>

		Тестирование жизнеспособности и генетической стабильности растительного материала после длительного хранения.	
1.6	Использование культуры <i>in vitro</i> для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала. Соматическая изменчивость и клеточная селекция <i>in vitro</i> как основа для создания ценных форм растений. Гаплоидия и дигаплоидия в культуре <i>in vitro</i>	Изменчивость в культуре <i>in vitro</i> . Соматическая изменчивость: причины и механизмы возникновения в культуре <i>in vitro</i> , ее практическое использование. Эпигенетические аспекты соматической изменчивости. Индуцированный мутагенез <i>in vitro</i> . Направленное получение мутаций: сегмент-специфический и сайт-специфический мутагенез. Примеры получения соматических вариантов и мутантов <i>in vitro</i> . Клеточная и тканевая селекция растений <i>in vitro</i> на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам: исходный материал, основные этапы селекции, примеры практического использования. Гаплоидия и дигаплоидия в культуре <i>in vitro</i> , их научное и практическое значение. Способы получения гаплоидов (андрогенез, гиногенез, элиминация хромосом при культивировании гибридных зародышей), их использование в селекции.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
1.7	Клеточная и хромосомная инженерия растений. Культура изолированных протопластов и соматическая гибридизация	Изолированные протопласты, способы и этапы их выделения, особенности культивирования и регенерации растений. Соматическая гибридизация и ее прикладные аспекты (преодоление межвидовой несовместимости, реконструкция цитоплазмона). Соматические гибриды и цибриды растений, их принципиальное отличие от половых, способы получения, формы существования, использование в фундаментальных и прикладных исследованиях. Соматическая гибридизация как метод генетического анализа. Методы, используемые для доказательства гибридной природы материала, полученного после слияния изолированных протопластов. Хромосомная инженерия растений: получение растений с замещенными хромосомами	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
1.8	Клеточная и хромосомная инженерия животных	Задачи, методы, направления и достижения клеточной и хромосомной инженерии животных. Культивирование животных клеток и тканей. Коллекция клеточных культур животных и человека для биотехнологических и биомедицинских исследований. Клеточная и хромосомная инженерия животных. Гибридизация животных клеток. Создание химерных животных. Получение моноклональных антител на основе выращивания гибридом. Хромосомная инженерия. Клонирование животных.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.2	Способы и техника культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей эукариотических организмов	1. Культивирование клеток и тканей (общие методические приемы и техника работы). Основные требования к биотехнологической лаборатории, ее оснащение оборудованием. Подготовка и стерилизация посуды и инструментов. Выбор и стерилизация эксплантов. Общая характеристика питательных сред для культивирования, их состав, принципы приготовления. Условия культивирования. Особенности состава питательных сред для культивирования растительной ткани. Регуляторы роста. 2. Особенности культивирования клеток микроорганизмов (на примере дрожжей-сахаромицетов). Ценность микроорганизмов как объекта для генетических и биотехнологических исследований. Понятия: штамм, клон, дикий тип, колонии. Виды питательных сред, их назначение: полная, минимальная, селективная, ацетатная. Прототрофные и ауксотрофные микроорганизмы и их использование для клеточной биотехнологии.	
2.3	Клеточная	3. Клеточная инженерия микроорганизмов (на примере	<a href="https://edu.vsu.ru">https://edu.vsu.ru</a>

	инженерия микроорганизмов	<p>дрожжей-сахаромицентов). Биологические особенности дрожжей- сахаромицентов.</p> <p>4. Жизненный цикл гетеро- и гомоталличных штаммов дрожжей. Получение спорулирующей культуры дрожжей-сахаромицетов и ее анализ.</p> <p>5. Освоение метода клонирования дрожжевых клеток и сохранения генетической чистоты культуры (истощающий штрих). Создание и хранение коллекции штаммов дрожжей.</p> <p>6. Освоение метода искусственного получения мутаций у дрожжей с использованием УФ-облучения. Определение густоты суспензии с помощью камеры Горяева.</p> <p>7. Выделение и идентификация ауксотрофных мутантов у дрожжей. Освоение метода отпечатков.</p> <p>8. Получение гибридов дрожжей и принципы гибридологического анализа.</p> <p>9. Выполнение самостоятельной работы (подготовка и выполнение эксперимента, сбор и анализ результатов, формулирование выводов).</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">u/course/view.php?id=21711</a>
2.4	Клеточная и тканевая биотехнология растений: дедифференцировка и каллусогенез <i>in vitro</i> . Каллусные и клеточные культуры – продуценты биологически активных веществ для промышленности.	<p>10. Семинар «Каллусные и суспензионные культуры, их практическое использование». Получение и культивирование каллусной ткани в условиях <i>In vitro</i>. Генетические, цитологические и физиолого-биохимические особенности каллусных клеток и тканей в культуре <i>in vitro</i>. Причины изменчивости растительного генома в процессе дедифференцировки и каллусообразования. Суспензионная культура и преимущества ее использования. Культура одиночных клеток. Каллусные и клеточные культуры – продуценты биологически активных веществ для промышленности. Преимущества использования культуры клеток по сравнению с целыми организмами для синтеза БАВ. Растения – продуценты БАВ (примеры культивирования <i>in vitro</i> и практического использования): женьшень, диоскорея дельтовидная, беладонна обыкновенная, раувольфия змеиная, тис ягодный и др.</p> <p>11. Семинар «Морфогенез в каллусных и клеточных культурах растений (вторичная дифференцировка)». Типы дифференцировки в каллусной ткани. Гистогенез. Морфогенез. Органогенез (стеблевой, корневой, листовой, флоральный). Соматический эмбриогенез. Факторы, влияющие на морфогенез каллусной ткани. Гормональная регуляция процессов морфогенеза. Генетическая природа морфогенеза.</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
2.5	Использование культуры тканей для сохранения и воспроизводства представителей ценного генофонда	<p>12. Семинар «Клональное микроразмножение растений». Суть, преимущества, практическое использование. Основные этапы и способы клонального микроразмножения. Активация развития существующих меристем. Индукция адвентивных почек непосредственно на тканях экспланта. Дифференциация адвентивных почек через каллусные культуры. Индукция соматического эмбриогенеза. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения. Клональное микроразмножение сельскохозяйственных, декоративных, плодово-ягодных и лесных древесных растений (цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты). Оздоровление посадочного материала от вирусов.</p> <p>13. Семинар «Сохранение ценного генофонда высших растений в коллекциях и криобанках». Понятие генофонда, причины истощения, важность сохранения генетических ресурсов. Традиционные методы сохранения ценного генофонда высших растений <i>in situ</i> и <i>ex situ</i>, примеры, недостатки. Современные биотехнологические подходы. Пересадочные коллекции. Депонирование в культуре <i>in vitro</i>. Сохранение в криобанках. Коллекции <i>in vitro</i> ценных образцов растений, животных и микроорганизмов в России и</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>



		в мире.	
2.6	Использование культуры <i>in vitro</i> для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала. Соматическая изменчивость и клеточная селекция <i>in vitro</i> как основа для создания ценных форм растений. Гаплоидия и дигаплоидия в культуре <i>in vitro</i>	14. Семинар «Использование культуры <i>in vitro</i> для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала». Соматическая изменчивость: типы изменчивости, причины и механизмы возникновения в культуре <i>in vitro</i> , примеры практического использования. Клеточная и тканевая селекция растений <i>in vitro</i> на устойчивость к абиотическим и биотическим факторам: исходный материал, основные этапы селекции, примеры практического использования (селекция на устойчивость к засухе, засолению, металлам, к болезням и вредителям). Гаплоидия и дигаплоидия в культуре <i>in vitro</i> . Способы создания гаплоидов (андрогенез, гиногенез, элиминация хромосом при культивировании гибридных зародышей), их использование в селекции.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
2.7	Клеточная и хромосомная инженерия растений. Культура изолированных протопластов и соматическая гибридизация	15. Семинар «Клеточная и хромосомная инженерия растений». Культура изолированных протопластов и соматическая гибридизация (выделение протопластов и их культивирование, слияние изолированных протопластов, схема регенерации растений-регенерантов). Методы оценки и выделения истинных гибридов. Примеры получения соматических гибридов растений и их оценки, использования в научных и прикладных исследованиях.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>
2.8	Клеточная и хромосомная инженерия животных	16. Семинар «Клеточная и хромосомная инженерия животных». Культивирование животных клеток и тканей. Коллекция клеточных культур животных и человека для биотехнологических и биомедицинских исследований. Клеточная и хромосомная инженерия животных. Гибридизация животных клеток. Создание химерных животных. Получение моноклональных антител на основе выращивания гибридом. Хромосомная инженерия (опыты В.А. Струнникова с тутовым шелкопрядом). Клонирование животных (за и против).	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Предмет, задачи, методы и основные направления развития современной биотехнологии. Клеточная и тканевая инженерия – один из основных разделов биотехнологии.	2	-	-	4	6
2	Способы и техника культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей эукариотических организмов	2	4	-	8	14
3	Клеточная инженерия микроорганизмов	2	14	-	8	24
4	Клеточная и тканевая биотехнология растений: дедифференцировка и каллусогенез <i>in vitro</i> . Каллусные и клеточные культуры – продуценты биологически активных веществ для промышленности.	2	4	-	8	14
5	Использование культуры тканей для сохранения и воспроизводства представителей ценного генофонда	2	4	-	8	14

6	Использование культуры <i>in vitro</i> для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала. Соматональная изменчивость и клеточная селекция <i>in vitro</i> как основа для создания ценных форм растений. Гаплоидия и дигаплоидия в культуре <i>in vitro</i>	2	4	-	6	12
7	Клеточная и хромосомная инженерия растений. Культура изолированных протопластов и соматическая гибридизация	2	2	-	8	12
8	Клеточная и хромосомная инженерия животных	2	2	-	8	12
	экзамен			-		36
	Итого:	16	34	-	58	144

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Программа дисциплины предусматривает проведение лекционных и практических занятий. Лекционный материал раскрывает основные теоретические вопросы данной дисциплины. Практические занятия обеспечивают формирование необходимых умений и навыков (в рамках соответствующих дисциплине компетенций).

На практических занятиях студенты демонстрируют знания, полученные ими при использовании рекомендуемых преподавателем или самостоятельно найденных литературных источников, выступая с рефератами по заранее предложенным им темам, участвуя в беседе и дискуссиях в группе. В ходе выполнения практических заданий студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты биотехнологических исследований. Результаты практических заданий оформляются в рабочей тетради студента в виде рисунка, расчетов, составления таблиц, выводов. В конце занятия результаты работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе. В случае пропуска практического занятия студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Выполнение самостоятельной работы (СР) предполагает качественную подготовку ко всем видам заданий: освоение теоретического материала в процессе лекционного курса; подготовку к практическим занятиям (освоение теории вопроса; выполнение заданий, предусмотренных программой курса); к текущему контролю знаний и к экзамену. Студенты самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендованных преподавателем учебной литературы и электронных ресурсов (пункты 15 и 16), работы с текстом конспекта лекций, а также презентаций лекционных и практических занятий, которые размещены в электронном учебно-методическом комплексе (УМК) по дисциплине «Культура тканей и клеточная инженерия» (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711>).

Контроль результатов СР обучающихся проводится в ходе проведения практических занятий (практические задания – выполнение и сдача лабораторных работ) и текущей аттестации (тест, подготовка рефератов и докладов по темам, предложенным преподавателем). Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы.

При необходимости учебный процесс реализуется с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (ДОТ) на платформах Moodle (<https://edu.vsu.ru>), ВГУ «Открытое образование» (<https://openedu.ru/university/vsu/>). В этом случае лекции и практические занятия проводятся в режиме «Видеоконференция», после чего студент предоставляет преподавателю конспект занятия, выполняет тест, или контрольную работу. При использовании ДОТ обучающийся самостоятельно прослушивает онлайн-курс, содержащий лекционный и лабораторный материал, выполняет задания для самопроверки, а затем проходит промежуточный контроль знаний по материалам онлайн-курса.

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины



## а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Генетические основы селекции растений Клеточная инженерия. — Минск : Белорусская наука, 2012. — 489 с. — <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=142474">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=142474</a>
2	Машкина О.С. Культура клеток и тканей как основа биоинженерии растений: Учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина, Т.М. Табацкая, В.Н. Попов. - Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. — 56 с. URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-08.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-08.pdf</a>

## б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений in vitro и биотехнологии на их основе / Р.Г. Бутенко. - М. : ФБК-ПРЕСС, 1999. — 160 с.
4	Калашникова Е.А. Клеточная инженерия растений / Е.А. Калашникова. — М. : Изд-во РГАУ-МСХА, 2012. — 318 с.
5	Лутова Л.А. Биотехнология высших растений / Л.А. Лутова. - СПб : Изд-во СПб. ун-та, 2010. — 240 с.
6	Лутова Л.А., Матвеева Т.В. Генная и клеточная инженерия в биотехнологии высших растений / Л.А. Лутова, Т.В. Матвеева. - СПб : Эко-Вектор, 2016. - 168 с.
7	Носов А.М. Использование клеточных технологий для промышленного получения биологически активных веществ растительного происхождения / А.М. Носов // Биотехнология. — 2010. — № 5. - С. 8-28
8	Першина Л.А. Хромосомная инженерия растений — направление биотехнологии / Л.А. Першина // Вавиловский журнал генетики и селекции. — 2014. — Т. 18, № 1. — С. 138-146.
9	Сельскохозяйственная биотехнология / В.С. Шевелуха [и др.]. - М. : Высшая школа, 2010. 712 с.

## в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
10	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета. — <a href="http://www.lib.vsu.ru">http:// www.lib.vsu.ru</a>
11	<a href="http://www.edu.vsu.ru">http://www.edu.vsu.ru</a> Образовательный портал "Электронный университет ВГУ"
12	<a href="http://www.studmedlib.ru/">http://www.studmedlib.ru/</a> Консультант студента. Электронная библиотека медицинского вуза
13	<a href="http://elibrary.ru">eLIBRARY.RU</a> — научная электронная библиотека
14	ЭУМК Культура тканей и клеточная инженерия <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711</a>

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

№ п/п	Источник
1	Машкина О.С. Генетика микроорганизмов (на примере дрожжей-сахаромицетов): Учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина, Е.С. Наумова. - Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011. — 41 с. : <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-247.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m11-247.pdf</a>
2	Машкина О.С. Культура клеток и тканей как основа биоинженерии растений: Учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина, Т.М. Табацкая, В.Н. Попов. - Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2013. — 56 с. URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-08.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-08.pdf</a>
3	Машкина О.С. Основы биоинженерии : учебно-методическое пособие для вузов / О.С. Машкина О.С., М.В. Белоусов, В.Н. Попов. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2015. — 43 с. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-17.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-17.pdf</a>
4	Машкина О.С. Основы генетики : учебное пособие / О.С. Машкина, М.Н. Назарова, В.Н. Попов ; Воронежский государственный университет. - Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2019. - 191с.

**17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):**

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии (ДОТ). Программа курса реализуется с применением ЭУМК Культура тканей и клеточная инженерия <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711>

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

<b>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа:</b> специализированная мебель, проектор ACER x115 H, ноутбук Lenovo B590 с возможностью подключения к сети «Интернет», экран настенный Digis optimal, WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 190
---	--

<b>Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации:</b> специализированная мебель, проектор NEC V281W, экран настенный Digis optimal, ноутбук Lenovo B590 с возможностью подключения к сети «Интернет», шкаф с вытяжным устройством малый, микроскопы ("Микмед-1", Primo Star, "Микмед-6", Микмед 2, Микромед 3 var. 3-20, Carl Zeiss), WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 187
<b>Дисплейный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы:</b> специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Celeron CPU 430 1.8 GHz, монитор Samsung SyncMaster 17) (12 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 67
<b>Компьютерный класс, аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы:</b> специализированная мебель, компьютеры (системный блок Pentium Dual Core CPU E6500, монитор LG Flatron L1742 (17 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/5
<b>Компьютерный класс, помещение для самостоятельной работы:</b> специализированная мебель, компьютеры (системный блок Intel Core i5-2300 CPU, монитор LG Flatron E2251 (10 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет»	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 40/3
<b>Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:</b> специализированная мебель, проектор ACER x115 H, ноутбук Lenovo B590 с возможностью подключения к сети «Интернет», WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc	394018, г. Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 184а

### Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Предмет, задачи, методы и основные направления развития современной биотехнологии. Клеточная и тканевая инженерия – один из основных разделов биотехнологии.	ПК-1	ПК-1.1	Тест
2	Способы и техника культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей эукариотических организмов	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Практическое задание Тест
3	Клеточная инженерия микроорганизмов	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Практическое задание Тест
4	Клеточная и тканевая биотехнология растений: дедифференцировка и каллусогенез <i>in vitro</i> . Каллусные и клеточные культуры – продуценты биологически активных веществ для промышленности.	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Доклад Тест
5	Использование культуры тканей для сохранения и воспроизводства представителей ценного генофонда	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Доклад Тест
6	Использование культуры <i>in vitro</i> для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала. Соматоклональная изменчивость и клеточная селекция <i>in vitro</i> как основа для создания ценных форм растений. Гаплоидия и дигаплоидия в культуре <i>in vitro</i>	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Доклад Тест
7	Клеточная и хромосомная инженерия растений. Культура изолированных протопластов и соматическая гибридизация	ПК-1 ПК-4	ПК-1.1 ПК-4.3	Доклад Тест
8	Клеточная и хромосомная инженерия животных	ПК-1	ПК-1.1	Доклад т

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
				Тест
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов, примеры КИМ

## 20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

1. Практические задания
3. Тест (или контрольная работа)
4. Доклад

#### Практические задания (примеры).

1. Освоить посев дрожжевых клеток штрихом на поверхности плотной питательной среды.
2. Провести микроскопирование клеток разных штаммов спорулирующей культуры дрожжей. Определить процент споруляции. Сделать выводы.
3. Освоить получение отдельных колоний ауксотрофного штамма дрожжей красного цвета истощающим штрихом. Через 4-5 суток проведите работу по сохранению генетической чистоты культуры ауксотрофного штамма. Для этого необходимо пересеять на полную питательную среду (в чашки Петри, или в пробирки на скошенный агар) клетки из типичной красной колонии.
4. Приготовьте суспензию клеток прототрофного гаплоидного штамма дрожжей. Разведите ее, рассейте суспензию на полную питательную среду, проведите ее облучение ультрафиолетом. Через 5-7 суток проведите учет выживаемости культур после облучения УФ в контроле и в опытном варианте. Сделайте выводы.
5. Освоить метод отпечатков для выделения ауксотрофных мутантов. Проведите выделение и идентификацию ауксотрофных мутантов в дрожжевой культуре после ее облучения УФ. Сделайте выводы.

#### Критерии оценки:

«зачтено» выставляется студенту, если все задание выполнено и правильно оформлено в тетради (название, цель, схема опыта, оформление результатов опыта), самостоятельно сформулированы выводы.

«не зачтено» выставляется студенту, если задание не выполнено (или выполнено с ошибками).

#### Тест (контрольная работа). Примеры, структура теста.

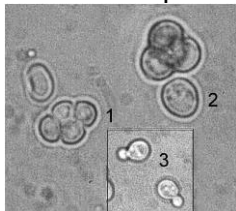
##### Выбрать правильные ответы (один или несколько)

1. Как называется фрагмент ткани или органа, предназначенный для культивирования на питательной среде? 1) эксплант; 2) трансплантат; 3) регенерант; 4) каллус
2. Какие гормоны добавляют в питательную среду для получения каллусной ткани у растений в условиях *in vitro*? 1) ауксины + цитокинины; 2) цитокинины; 3) ауксины; 4) абсцизовая кислота
3. Какие из ниже перечисленных веществ используются для поверхностной стерилизации растительного материала перед введением его в культуру *in vitro*? 1) хлорамин; 2) мертиолят; 3) колхицин; 4) жидкость Гойера
4. Укажите, какое свойство каллусной ткани позволяет проводить клеточную селекцию? 1) генетическая неоднородность; 2) неоднородность по возрасту; 3) неоднородность по морфологии; 4) физиологическая неоднородность
5. Какие признаки отличают каллусную ткань от опухолевых клеток? 1) способность делиться и расти только на питательной среде с регуляторами роста; 2) способность к дифференцировке; 3) гормоннезависимость; 4) неспособность к дифференцировке.

- Какие условия способствуют снижению соматической изменчивости при клональном микроразмножении? 1) использование в качестве эксплантов меристемных культур; 2) использование в качестве эксплантов каллусных культур; 3) использование питательных сред, содержащих регуляторы роста; 4) длительное субкультивирование на средах с фитогормонами.
- Выберите один правильный ответ. Основным требованием к клональному микроразмножению является: 1) соответствие посадочного материала исходному генотипу, его генетическая однородность; 2) высокий коэффициент размножения; 3) освобождение растений от вирусов; 4) наличие необходимого оборудования и реактивов
- Какой из нижеперечисленных приемов относится к сохранению (консервации) представителей ценного генофонда *in situ*? 1) заповедники; 2) коллекции *in vitro*; 3) ботанические сады; 4) криобанки
- Гибридома – это: 1) клеточный гибрид, полученный при слиянии нормальных антителообразующих клеток иммунной системы и опухолевых миеломных клеток; 2) межвидовой гибрид; 3) пример хромосомной инженерии; 4) трансгенный организм
- Наука о дрожжах называется: 1) зимология; 2) микология; 3) альгология; 4) вирусология; 5) ботаника

### Дать короткий ответ

- Каким номером на рисунке отмечены спорулирующие дрожжи?



- Вам нужно простерилизовать питательную среду для культивирования живой ткани. Какой прибор вы будете использовать?
- Вам нужно провести клональное микроразмножение растений в стерильных условиях. Какой прибор вы будете использовать?
- Добавление каких гормонов в питательную среду стимулирует корнеобразование у эксплантов растений?
- Как называются микроорганизмы, способные к росту на минимальной питательной среде?
- На какой питательной среде дрожжевые клетки переходят от бесполого размножения к мейозу и образованию спор?
- Какую питательную среду используют для выделения мутантных микроорганизмов?
- Укажите основные способы получения гаплоидов в культуре *in vitro*. 1) андрогенез; 2) гиногенез; 3) соматический эмбриогенез; 4) клеточная селекция; 5) мутагенез.
- Какие типы соматических гибридов способны к регенерации растений? 1) межвидовые; 2) межцарственные; 3) межсемейственные; 4) все ответы верны.

### Ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

- Почему после облучения ультрафиолетом культуры дрожжей сразу помещают в темноту?
- С какой целью перед криосохранением клетки обрабатывают осмотически активными веществами?
- Каковы причины соматической изменчивости при культивировании клеток и тканей в условиях *in vitro*?

### Эссе

- Какие штаммы дрожжей (диплоидные или гаплоидные, прототрофные или ауксотрофные) предпочтительнее использовать для искусственного получения (с помощью УФ-облучения) наибольшего количества мутаций? Ответ обоснуйте.
- Каковы основные способы клонального микроразмножения растений? Какой из них вы применили бы в своей работе для получения генетически однородного посадочного материала? Ответ обоснуйте.

### Критерии оценки:

«отлично» выставляется студенту, если он набирает более 85% от максимально возможного балла за тест.

«хорошо» выставляется студенту, если он набирает от 65 до 84% от максимально возможного балла за тест.

«удовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает от 45 до 64% от максимально возможного балла за тест.

«неудовлетворительно» выставляется студенту, если он набирает менее 45% от максимально возможного балла за тест.

**Темы докладов** (пример к теме «Клональное микроразмножение растений»).

1. Клональное микроразмножение растений: определение понятия, преимущества перед существующими традиционными методами вегетативного размножения.
2. Основные этапы клонального микроразмножения и их особенности.
3. Способы клонального микроразмножения: активация развития существующих меристем; индукция адвентивных почек непосредственно на тканях экспланта; дифференциация адвентивных почек через каллусные культуры.
4. Соматический эмбриогенез в культуре *in vitro* (особенности соматического эмбриогенеза и пути использования в селекции; пути образования соматических зародышей; понятие «искусственные семена»).
5. Техника адаптации пробирочных растений к почвенным условиям произрастания.
6. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения.
7. Клональное микроразмножение картофеля (цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты).
8. Клональное микроразмножение картофеля: цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
9. Клональное микроразмножение ягодных культур (земляника, малина): цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
10. Клональное микроразмножение плодовых культур (яблоня, вишня): цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
11. Клональное микроразмножение лекарственных растений: цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
12. Клональное микроразмножение декоративных растений (роза, рододендрон, сирень): цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
13. Клональное микроразмножение лиственных древесных растений (тополь, береза): цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
14. Клональное микроразмножение хвойных пород (сосна, ель, лиственница): цели, задачи, подходы, особенности размножения, полученные результаты.
15. Оздоровление посадочного материала от вирусов с помощью культуры *in vitro* (суть, методы и примеры оздоровления исходного растительного материала).

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он правильно оформил реферат, хорошо раскрыл тему реферата, уникальности текста не менее 60 % (уникальность текста проверяется в программе «Etxt Антиплагиат».);
- оценка «не зачтено», реферат оформлен не правильно, тема не раскрыта, плагиат более 60%.

**Технология проведения.** Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета.

Текущая аттестация производится в формах:

1. Практических заданий
2. Тестов (или контрольной работы)
3. Докладов с презентацией.

Тестирование проводится с использованием электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Культура тканей и клеточная инженерия» <https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=21711>, по всем темам лекционных и практических занятий.

Тестирование включает в себя разноуровневые задания (вопросы, работу с рисунками, развернутые ответы), позволяющие лучше оценить знания обучающегося. Для ответа на вопросы требуется знание материала лекционных и лабораторных занятий, а также материала, рекомендованного для самостоятельной работы.

Критерии оценивания приведены выше. При оценивании используются количественные и качественные шкалы оценок.

Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Контроль результатов самостоятельной работы (СР) обучающихся проводится в ходе проведения практических занятий (устный опрос, выполнение и сдача практических заданий) и текущей аттестации (подготовка докладов с презентацией по теме, тестирование). Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: - вопросов к экзамену

### Перечень вопросов к экзамену:

1. Современная биотехнология высших растений и ее основные составляющие – клеточная и генная инженерия. Культура клеток и тканей как уникальная биологическая система, модель для научных исследований, основа современных биотехнологий.
2. Оборудование, необходимое для проведения работ по культуре тканей. Питательные среды для культивирования изолированных тканей растений. Общие принципы приготовления и стерилизации питательных сред.
3. Способы и техника культивирования изолированных клеток и тканей. Подготовка и стерилизация посуды и инструментов. Выбор и стерилизация эксплантов. Условия культивирования.
4. Дедифференцировка растительной ткани *in vitro* и каллусообразование. Сходства и различия каллусной и опухолевой ткани. Генетические, цитологические и физиологические особенности каллусных клеток. Причины, вызывающие гетерогенность каллусной ткани.
5. Особенности растительных клеток как объекта для культивирования *in vitro*. Тотипотентность растительной клетки. Вторичная дифференциация в каллусной культуре.
6. Типы морфогенеза. Гистогенез. Органогенез: вегетативный и флоральный.
7. Соматический эмбриогенез в культуре *in vitro*, его особенности и пути использования в селекции. Пути образования соматических зародышей. “Искусственные семена”.
8. Суспензионные культуры и способы их получения.
9. Использование каллусных и клеточных культур для получения биологически активных веществ для промышленности.
10. Преимущества метода клонального микроразмножения перед существующими традиционными методами вегетативного размножения. Области и примеры практического использования метода микроклонального размножения.
11. Основные этапы и методы клонального микроразмножения растений. Факторы, влияющие на процесс клонального микроразмножения.
12. Оздоровление посадочного материала (получение безвирусного материала) с помощью культуры *in vitro*.
13. Современное представление о причинах и механизмах соматической изменчивости клеток и тканей, культивируемых *in vitro*. Использование соматической изменчивости в селекции как основы для создания новых форм растений.
14. Клеточная селекция *in vitro* – для получения растений, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам.
15. Значение гаплоидов и дигаплоидов для селекции древесных растений. Основные способы получения гаплоидов в культуре *in vitro* (андрогенез, гиногенез, культура гибридных зародышей – элиминация хромосом чужеродного вида-опылителя).
16. Причины истощения генофонда высших растений и основные пути его сохранения (традиционные методы и методы культуры *in vitro*). Сохранение ценного генофонда в коллекциях и криобанках. Банк клеточных линий и тканей.
17. Культура изолированных протопластов растений. Способы получения протопластов. Схема регенерации растений из протопластов.
18. Гибридизация соматических клеток растений (парасексуальная гибридизация). Способы слияния протопластов, отбора гибридных клеток и растений.
19. Виды соматических гибридов у растений, их отличия от половых гибридов; направления использования для научных и практических целей. Гибриды и цибриды. Симметричная и асимметричная соматическая гибридизация. Межсемейственные, межтрибные и межродовые гибриды, формы их существования.



20. Клеточная инженерия животных: задачи, методы, направления исследований, достижения. Получение моноклональных антител на основе выращивания гибридом. Создание химерных животных.
21. Хромосомная инженерия животных: задачи, методы, направления исследований, достижения. Опыты В.А. Струнникова с тутовым шелкопрядом.
22. Клонирование животных: за и против.

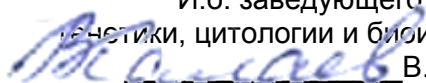
### Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ

И.о. заведующего кафедрой

генетики, цитологии и биоинженерии

В.Н. Калаев



Специальность 06.03.01 Биология

Дисциплина Б1.В.03 Культура тканей и клеточная инженерия

Вид контроля Экзамен

Вид аттестации промежуточная

### Контрольно-измерительный материал №2

1. Оборудование, необходимое для проведения работ по культуре тканей. Питательные среды для культивирования изолированных тканей растений. Общие принципы приготовления и стерилизации питательных сред.
2. Преимущества метода клонального микроразмножения перед существующими традиционными методами вегетативного размножения. Области и примеры практического использования метода микроразмножения.

### Критерии оценки:

«отлично» выставляется студенту, если он раскрывает вопросы по теме билета и отвечает на дополнительные вопросы.

«хорошо» выставляется студенту, если он раскрывает содержание вопросов, но допускает неточности, не отвечает на некоторые дополнительные вопросы.

«удовлетворительно» выставляется студенту, если он отвечает билет по наводящим вопросам и неточно отвечает на дополнительные вопросы.

«неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не раскрывает темы по вопросам билета и не отвечает на дополнительные вопросы.

### Технологии проведения.

Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является экзамен. Обязательным условием допуска студентов к промежуточной аттестации является: выполнение и сдача всех (предусмотренных программой) практических работ; положительные результаты текущей аттестации (выполнение практических и тестовых заданий, подготовка реферата и доклада).

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний. Дополнительные вопросы включают вопросы лабораторных занятий, что позволяет оценить степень сформированности умений и навыков.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используются следующие показатели:

- 1) знание учебного материала (основные направления, подходы и методы клеточной и тканевой инженерии; методические приемы и технику работы с живыми организмами в культуре *in vitro*) и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение применять знания и полученные навыки для выполнения исследований по клеточной и тканевой инженерии микроорганизмов, растений и животных;
- 4) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 5) владение основными понятиями в области биотехнологии. Методическими приемами и техникой работы с живыми организмами в культуре *in vitro*. Практическими навыками проведения

работ по клеточной и тканевой инженерии живых организмов (на примере дрожжей сахаромикетов). Навыками проведения исследований по клонированию и сохранению ценного генофонда эукариотических организмов, их генетическому улучшению и созданию нового селекционного материала.

При оценивании используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

5 баллов ставится, если обучающийся демонстрирует полное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателям, свободно оперирует приобретенными знаниями, умениями, применяет их при решении практических задач;

4 балла ставится, если обучающийся демонстрирует соответствие знаний, умений и навыков приведенным в таблицах показателям, но допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач;

3 балла ставится, если обучающийся демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям, допускает значительные ошибки при решении практических задач;

2 балла ставится, если обучающийся демонстрирует явное несоответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблице показателям.

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Продemonстрировано знание основных понятий и методов клеточной и тканевой инженерии микроорганизмов, растений и животных. Обучающийся способен иллюстрировать ответ примерами, использовать фундаментальные знания по современной биотехнологии в работе с биологическими объектами; анализировать и интерпретировать полученные результаты, самостоятельно формулировать выводы.	<i>Отлично</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (или двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Содержатся отдельные пробелы в знании основных понятий и методов клеточной и тканевой инженерии микроорганизмов, растений и животных. Обучающийся не в полной мере способен иллюстрировать ответ примерами. Недостаточно продемонстрировано умение использовать фундаментальные знания по современной биотехнологии в работе с биологическими объектами; анализировать и интерпретировать полученные результаты, самостоятельно формулировать выводы.	<i>Хорошо</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей; обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания основных понятий и методов клеточной и тканевой инженерии микроорганизмов, растений и животных. Не способен иллюстрировать ответ примерами. Не умеет использовать фундаментальные знания по современной биотехнологии в работе с биологическими объектами; анализировать и интерпретировать полученные результаты, самостоятельно формулировать выводы.	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым четырем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания. Демонстрирует отсутствие умений и навыков использования знаний по современной биотехнологии в работе с биологическими объектами; допускает грубые ошибки при анализе и интерпретации полученных результатов; не умеет самостоятельно формулировать выводы.	<i>Неудовлетворительно</i>