

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра биохимии и микробиологии

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«С.1.В.ОД.7 Микрклональное размножение растений»*

Уровень высшего образования

**СПЕЦИАЛИТЕТ**

Специальность

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика  
(код и наименование специальности)

Биоинженерия

(наименование направленности (профиля)/специализации образовательной программы)

Квалификация

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

Очная

Год набора 2019

Биобио-Мир  
календ

Рабочая программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра биохимии и микробиологии

наименование кафедры

протокол № 6 от " 22 " января 20 19 г.

Заведующий кафедрой

Кафедра биохимии и микробиологии

наименование кафедры

подпись

Е.С. Барышева

расшифровка подписи

Исполнители:

Доцент кафедры БХМБ

должность

подпись

Е.А. Дроздова

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по специальности

06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика

код наименование

личная подпись

расшифровка подписи

Заведующий отделом комплектования научной библиотеки

личная подпись

Н.Н. Грица

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству факультета

личная подпись

Е.С. Барышева

расшифровка подписи

№ регистрации 81514

© Дроздова Е.А., 2019  
© ОГУ, 2019

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цели освоения дисциплины:

познакомить студентов с основными направлениями и последними достижениями биоинженерии растений (в том числе, клеточной и генной инженерии); подходами, основанными на использовании методов культуры клеток и тканей высших растений (как уникальной биологической системы, модели для научных исследований, основы современных биотехнологий).

### Задачи:

- Рассмотреть основные особенности растений как объекта для биоинженерных исследований; молекулярно-генетические особенности генома высших растений, создающие трудности для геноинженерных исследований;
- Дать представление об основных требованиях к организации биотехнологической лаборатории, способах, условиях и технике культивирования растительного материала на искусственных питательных средах;
- Дать представление о дифференцировке как основе каллусогенеза; вторичной дифференциации и морфогенезе *in vitro* как проявлении тотипотентности растительной клетки; гормональной регуляции этих процессов; генетических, цитологических и физиолого-биохимических особенностях клеток и тканей, культивируемых *in vitro*;
- Дать представление об основных направлениях использования методов культуры тканей для преобразования наследственной основы растений и создания ценного селекционного материала (на основе соматической изменчивости, клеточной селекции и мутагенеза *in vitro*, андрогенеза и гиногенеза, оплодотворения *in vitro*, клеточной и генной инженерии), способы тестирования полученного материала, доказывающие генетическую природу изменений;
- Рассмотреть способы получения и особенности культуры изолированных клеток (протопластов и суспензионной культуры), возможность их использования как продуцентов ценных веществ вторичного синтеза; способы получения и отбора соматических гибридов; виды соматических гибридов и формы их существования; направления использования для научных и практических целей;
- Рассмотреть преимущества метода клонального микроразмножения перед существующими традиционными методами вегетативного размножения, основные этапы и методы микроразмножения, области и примеры практического использования;
- Рассмотреть причины истощения генофонда высших растений и основные пути его сохранения (традиционные методы и методы культуры *in vitro*), сохранение ценного генофонда в коллекциях и криобанках;
- Рассмотреть основные этапы создания трансгенных клеток и растений, принципы создания и переноса генетических конструкций; основные направления, достижения, перспективы и трудности генно-инженерного улучшения растений; проблемы биобезопасности трансгенных организмов;
- Получить практические навыки проведения работ с растительными тканями в условиях *in vitro*.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока 1 «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: С.1.Б.17 Ботаника, С.1.Б.18 Цитология, гистология и биология развития, С.1.Б.20 Биоинженерия, С.2.Б.У.1 Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков, в том числе первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности, учебная практика по ботанике и зоологии

Постреквизиты дисциплины: С.1.В.ДВ.7.1 Биохимия лекарственных растений, С.1.В.ДВ.7.2 Методы определения антибиотикопродукции и антибиотикочувствительных микроорганизмов, С.1.В.ДВ.8.2 Биоэлементология

### 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• технологические основы биотехнологических производств;</li> <li>• основные методы морфологических и таксономических исследований биологических объектов;</li> <li>• быть теоретически подготовленным к выполнению экспериментов по различным направлениям биоинженерии растений;</li> </ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать знания о растениях и применять современные методы работы с растительными объектами в полевых и лабораторных условиях;</li> <li>• эффективно проводить биотехнологические процессы для целенаправленного изменения качества различного сырья.</li> <li>• освоить основные направления, подходы и методы использования культуры тканей, клеточной и генной инженерии для решения различных генетико-селекционных проблем;</li> <li>• применить полученные знания для решения научных, учебных, практических, методических, информационно-поисковых задач;</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• владеть навыками и методами морфологических и таксономических исследований биологических объектов (приготовление объекта к исследованию, фиксация, резка, окраска, микроскопирование, препарирование, зарисовка, работа с гербарием и коллекционным материалом);</li> <li>• навыками работы с современным оборудованием для изучения заданного объекта;</li> <li>• основами современных биологических методов исследования, навыками обработки результатов экспериментов;</li> <li>• формирование современных представлений о иерархии растительного мира, эволюции и современной систематике растений и грибов, особенностях их биологии, о природе физиологических процессов зеленого растения, механизмах их регуляции, об основных закономерностях взаимодействий организма с внешней средой, а также об эволюции функций и роли растений в биосфере</li> <li>• навыки культивирования биологических объектов, владеть цитологическими методами, применяемыми в микробиологии.</li> </ul> <p>Методом работы с клеточными культурами.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практическими навыками проведения работ с растительными тканями в условиях <i>in vitro</i>: приготовление и стерилизация питательных сред, посуды и инструментов; освоение методов стерилизации эксплантов и введения их в культуру;</li> <li>• на примере листовых древесных растений освоить технологию клонального микроразмножения, получения каллусной ткани и индукции органогенеза.</li> <li>• навыками работы с различными литературными источниками,</li> <li>• навыками поиска информации по заданной проблематике</li> </ul>	<p>ОПК-11 владением приемами экспериментальной работы с клетками и культурами клеток, физико-химическими методами исследования макромолекул, методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований, основами биоинженерии, необходимыми для создания биоинженерных объектов</p>
<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теорию основных базовых областей биоинженерии,</li> </ul>	<p>ПК-1 способностью самостоятельно проводить</p>

Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций	Формируемые компетенции
биоинформатики и смежных с ними дисциплин; <ul style="list-style-type: none"> <li>• способы сбора информации;</li> <li>• основные информационные технологии, используемые в биологии, смежных дисциплинах и других отраслях знаний;</li> <li>• источники информации по различным биологическим дисциплинам.</li> </ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• использовать методы смежных наук в биологии;</li> <li>• анализировать имеющуюся информацию и на основе этого делать обоснованные выводы</li> <li>• самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу;</li> </ul> <b>Владеть:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• культурой системного мышления для достижения поставленной цели и задач исследования;</li> <li>• способностью излагать в устной форме знания данной научной области и участвовать в различных формах дискуссий</li> </ul>	теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	6 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>51,5</b>	<b>51,5</b>
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение курсовой работы (КР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к лабораторным занятиям; - подготовка к практическим занятиям; - подготовка к коллоквиумам; - подготовка к рубежному контролю и т.п.	<b>56,5</b> +	<b>56,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>зачет</b>	

Разделы дисциплины, изучаемые в 6 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Введение. Биотехнология растений как наука и	12	2	2	2	6

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
	отрасль биотехнологической промышленности.					
2	Методы культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей высших растений. Рост, развитие и размножение растений. Краткий экскурс.	14	2	2	2	8
3	Биотехнология клеток высших растений <i>in vitro</i> . Условия культивирования изолированных органов, тканей и клеток растений.	14	2	2	2	8
4	Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений.	12	2	2	2	6
5	Дедифференциация и морфогенез растительных клеток <i>in vitro</i> : технология управления.	12	2	2	2	6
6	Микроклональное размножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений. Использование культуры клеток в селекции растений.	20	4	2	2	12
7	Биотехнология растений в производстве лекарственных и косметических препаратов.	12	2	2	2	6
8	Глобальная система сбора, сохранения, изучения, систематизации и паспортизации генетических ресурсов растений.	12	2	2	2	6
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	108	18	16	16	58

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел № 1. Введение. Биотехнология растений как наука и отрасль биотехнологической промышленности.

История развития биотехнологии. Этапы развития биотехнологии растений. Культура клеток и тканей как основа биотехнологии растений. Культура клеток, тканей и органов растений: предмет, задачи. История развития методов культивирования изолированных клеток, тканей и органов растений. Изучение культуры клеток, тканей и органов растений для решения фундаментальных проблем биологии.

### Раздел № 2. Методы культивирования *in vitro* клеток и тканей высших растений. Рост, развитие и размножение растений. Краткий экскурс.

2.1 Условия септики при выполнении работ по культивированию растительных объектов *in vitro*, методы и приемы стерилизации растительного материала при введении в культуру. Питательные среды, регуляторы роста растений и их применение для культивирования растительных клеток и тканей *in vitro*. Влияние физических факторов на физиологическое состояние изолированных клеток и тканей растений.

2.2 Каллусные культуры. Роль каллусной ткани в интактном растении. Молекулярно-физиологические основы процесса дедифференциации клеток. Типы каллусных культур и их характеристика. Субкультивирование каллусов. Показатели роста каллусных культур. Использование каллусных тканей в фундаментальных исследованиях биотехнологии. Суспензионные культуры. Основные преимущества культивирования клеточных суспензий. Способы получения суспензионных культур. Типы клеточных суспензий. Факторы, влияющие на степень их эрегированности. Основные параметры суспензионных культур. Способы культивирования клеточных суспензий.

### **Раздел №3 Биотехнология клеток высших растений *in vitro*. Условия культивирования изолированных органов, тканей и клеток растений.**

3.1 Основные перестройки, происходящие при переводе клеток растений в культуру *in vitro*. Сравнительная характеристика соматических клеток высших растений и клеток, культивируемых в условиях *in vitro*. Морфологическая и генетическая гетерогенности популяций длительно культивируемых клеток высших растений. Сохранение эпигенетических способностей растения донора. Синхронность клеточных культур. Рост клеток в культуре *in vitro*. Характеристика фаз ростового цикла. Способы синхронизации клеточных культур.

3.2 Дифференцировка клеток в культуре *in vitro*. Типы дифференцировки. Молекулярно-физиологические основы процесса дифференциации. Основные типы дифференцировки. Гистогенез. Физиологические аспекты стимуляции флоэмо- и ксилемогенеза. Морфогенез. Прямой и непрямой морфогенез. Морфофизиологическая характеристика ризогенеза, флорального и стеблевого органогенеза. Факторы, определяющие возможность и направленность процесса органогенеза. Соматический эмбриогенез. Регенерация растений.

### **Раздел № 4 Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений**

4.1 Клеточные технологии получения экономически важных биологически активных веществ растительного происхождения. Преимущества использования клеточных культур в качестве продуцентов биологически активных веществ по сравнению с интактными растениями. Особенности вторичного метаболизма в культурах изолированных клеток высших растений. Факторы, влияющие на накопление вторичных метаболитов, культивируемых клетками растений.

4.1.1 Ферментерное выращивание биомассы клеток-продуцентов, конструктивные особенности биореакторов. Режимы культивирования растительных клеток в биореакторах. Типы работ по созданию промышленных технологий для получения биологически активных веществ с помощью культивируемых клеток растений. Преимущества и перспективы использования иммобилизованных растительных клеток в биотехнологических производствах. Основные направления использования культивируемых растительных клеток для биотрансформации.

4.2 Биотехнология клонального микроразмножения и оздоровления растений. Преимущества клонального микроразмножения в сравнении с традиционными методами вегетативного размножения растений. Области применения микроразмножения. Требования к объектам, используемым для клонального микроразмножения растений *in vitro*. Способы микроразмножения растений. Характеристики основных этапов микроразмножения. Физиологические особенности регенерантов и необходимость в создании особых условий их адаптации *ex vitro*. Факторы, влияющие на эффективность процесса микроразмножения растений. Методы получения безвирусного посадочного материала, возможности и перспективы их использования.

### **Раздел № 5 Дедифференциация и морфогенез растительных клеток *in vitro*: технология управления.**

Каллусные культуры. Роль каллусной ткани в интактном растении. Молекулярно-физиологические основы процесса дедифференциации клеток. Типы каллусных культур и их характеристика. Субкультивирование каллусов. Показатели роста каллусных культур. Использование каллусных тканей в фундаментальных исследованиях биотехнологии. Суспензионные культуры. Основные преимущества культивирования клеточных суспензий. Способы получения суспензионных культур. Типы клеточных суспензий. Факторы, влияющие на степень их агрегированности. Основные параметры суспензионных культур. Способы культивирования клеточных суспензий.

### **Раздел № 6. Микроразмножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений.**

6.1 Культивирование одиночных клеток. Методы изолирования одиночных клеток. Методы выращивания *in vitro* одиночных клеток (метод культуры няньки, метод плейтинг, метод микро-

культуры). Фактор кондиционирования. Изучение культуры отдельных клеток для доказательства тотипотентности растительной клетки.

6.2 Использование культуры клеток в селекции растений. Культивирование одиночных клеток. Методы изолирования одиночных клеток. Методы выращивания *in vitro* одиночных клеток (метод культуры няньки, метод плейтинг, метод микрокультуры). Фактор кондиционирования. Изучение культуры отдельных клеток для доказательства тотипотентности растительной клетки.

6.3 Культура гаплоидных клеток. Получение гаплоидных растений. Основные пути андрогенеза. Факторы, влияющие на эффективность андрогенеза. Метод культуры пыльников и метод культуры микроспор, их преимущества и недостатки.

6.4 Культуры изолированных протопластов. Условия и способы культивирования протопластов. Методы слияния протопластов. Механизм слияния протопластов.

## **Раздел № 7. Биотехнология растений в производстве лекарственных и косметических препаратов.**

Гибридизация. Перенос клеточных органелл. Генетическая трансформация растений. Основные направления в создании трансгенных растений. Характеристики методов введения экзогенного генетического материала в растительные клетки. Генетическая трансформация растений *in vitro* с помощью *Agrobacterium spp.* Баллистический метод генетической трансформации растений.

## **Раздел № 8. Глобальная система сбора, сохранения, изучения, систематизации и паспортизации генетических ресурсов растений.**

Использование культур растительных клеток для сохранения генофонда высших растений. Необходимость и проблемы сохранения генофонда растений. Особенности методов сохранения растительных культур *in vitro*. Характеристика пересадочных коллекций. Депонирование культур клеток, тканей и органов растений. Основные этапы технологии криоконсервации растительных объектов.

### **4.3 Лабораторные работы**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Организация и оборудование биотехнологической лаборатории. Правила работы в ней.	2
2	2	Методы культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей высших растений	2
3	3	Разнообразие, приготовление и стерилизация питательных сред.	2
4	4	Типы эксплантов: способы получения и методы стерилизации Выделение экспланта апекса побега картофеля и введение его <i>in vitro</i>	2
5	5	Клонирование отдельных тканей растений моркови	2
6	6	Микрочеренкование стерильных проростков	2
7	7	Регенерация растений из каллусной ткани. Индукция органогенеза и соматического эмбриогенеза в каллусной ткани табака по действием фитогормонов	2
8	8	Микроклональное размножение растений и получение оздоровленного посадочного материала	2
		Итого:	16

#### 4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Введение. Биотехнология растений как наука и отрасль биотехнологической промышленности.	2
2	2	Методы культивирования <i>in vitro</i> клеток и тканей высших растений. Рост, развитие и размножение растений. Краткий экскурс.	2
3	3	Биотехнология клеток высших растений <i>in vitro</i> . Условия культивирования изолированных органов, тканей и клеток растений	2
4	4	Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений	2
5	5	Дедифференциация и морфогенез растительных клеток <i>in vitro</i> : технология управления.	2
6	6	Микроклональное размножение растений. Получение безвирусного посадочного материала растений.	2
7	7	Биотехнология растений в производстве лекарственных и косметических препаратов.	2
8	8	Глобальная система сбора, сохранения, изучения, систематизации и паспортизации генетических ресурсов растений	2
		Итого:	16

#### 4.5 Курсовая работа (6 семестр)

1 **Методы культивирования *in vitro* клеток и тканей высших растений:** Каллусные культуры. Использование каллусных тканей в фундаментальных исследованиях биотехнологии.

2 **Суспензионные культуры:** Основные параметры суспензионных культур. Способы культивирования клеточных суспензий.

3 **Культивирование одиночных клеток:** Изучение культуры отдельных клеток для доказательства тотипотентности растительной клетки.

4 **Дифференцировка клеток в культуре *in vitro*:** Морфофизиологическая характеристика ризогенеза, флорального и стеблевого органогенеза. Факторы, определяющие возможность и направленность процесса органогенеза. Соматический эмбриогенез. Регенерация растений.

5 **Биотехнологии на основе культивируемых клеток, тканей и органов растений:** Ферментерное выращивание биомассы клеток-продуцентов, конструктивные особенности биореакторов. Режимы культивирования растительных клеток в биореакторах. Типы работ по созданию промышленных технологий для получения биологически активных веществ с помощью культивируемых клеток растений. Преимущества и перспективы использования иммобилизованных растительных клеток в биотехнологических производствах. Основные направления использования культивируемых растительных клеток для биотрансформации.

6 **Биотехнология клонального микроразмножения и оздоровления растений:** Преимущества клонального микроразмножения в сравнении с традиционными методами вегетативного размножения растений.

7 **Использование метода эмбриокультуры:** Основные преимущества и направления использования гаплоидов в генетической и селекционной работах. Соматическая вариабельность растительных клеток и ее использование в биотехнологии. Мутагенез и клеточная селекция растений в культуре *in vitro*. Гибридизация соматических клеток (межвидовая и межродовая) и ее роль в селекционном процессе. Гибридизация. Перенос клеточных органелл.

8 **Генетическая трансформация растений:** Основные направления в создании трансгенных растений.

9 **Использование культур растительных клеток для сохранения генофонда высших растений:** Необходимость и проблемы сохранения генофонда растений. Особенности методов сохране-

ния растительных культур *in vitro*. Характеристика пересадочных коллекций. Депонирование культур клеток, тканей и органов растений. Основные этапы технологии криоконсервации растительных объектов.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

1 Антипова, Л. В. Прикладная биотехнология [Текст] : УИРС для специальности 270900: учеб. пособие / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, А. И. Жаринов.- 2-е изд. - СПб. : ГИОРД, 2003. - 288 с. : ил - ISBN 5-901065-58-1.

2 Бирюков, В. В. Основы промышленной биотехнологии [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюков. - Москва : КолосС, 2004. - 296 с. : ил. - (Для высшей школы). - Библиогр.: с. 295. - ISBN 5-9532-0231-8. - ISBN 5-98109-008-1.

3 Сазыкин, Ю. О. Биотехнология [Текст] : учеб. пособие для вузов для спец. "Фармация" / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева.- 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 256 с. - (Высшее профессиональное пособие). - Библиогр.: с. 252. - ISBN 978-5-7695-4040-0.

4 Клунова, С. М. Биотехнология [Текст] : учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности "Биология" / С. М. Клунова, Т. А. Егорова, Е. А. Живухина. - Москва : Академия, 2010. - 256 с. - (Высшее профессиональное образование. Педагогические специальности). - Библиогр.: с. 253. - ISBN 978-5-7695-6697-4.

5 Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии: учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский педагогический государственный университет». - М.: Прометей, 2013. - Ч. I. Нанотехнологии в биологии. – 262 с.: ил., табл., схем. – ISBN 978-5-7042-2445-7; [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486> (13.05.2017).

6 Сироткин, А.С. Теоретические основы биотехнологии: учебно-методическое пособие / А.С. Сироткин, В.Б. Жукова; Федеральное агентство по образованию, Казанский государственный технологический университет. – Казань: КГТУ, 2010. – 87 с.: ил., схемы, табл. – Библ. в кн. – ISBN 978-5-7882-0906-7; [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270560> (13.05.2017).

7 Давыдова, О.К. Методы генетических исследований микроорганизмов: уч. пособие – Оренбург; ОГУ, 2013. – 132 с. [Электронный ресурс]. – URL: Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/site\\_new/find-book](http://artlib.osu.ru/site_new/find-book).

### 5.2 Дополнительная литература

1. Каменская, И. А. Информационная биология [Текст] : учеб. пособие для вузов / И. А. Каменская; под ред. А. А. Каменского. - М. : Академия, 2006. - 368 с. - (Высшее профессиональное образование). - Библиогр.: с. 347-351. - Предм. указ.: с. 352-357. - ISBN 5-7695-2580-0.

2. Щелкунов, С. Н. Генетическая инженерия: учеб. пособие для вузов – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004. – 496 с.

3. Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие для вузов / И. Ф. Жимулев; отв. ред. Е. С. Беляева, А. П. Акифьев. – 3-е изд. испр. – Новосибирск: Сибирское ун-ое изд-во, 2006. – 479 с.

4. Генетика: учебник для вузов / В. И. Иванов [и др.]; под ред. В. И. Иванова. – М.: Академкнига, 2006. – 638 с.

5. Коничев, А. С. Молекулярная биология: учеб. для пед. вузов – М.: Академия, 2005. – 400 с.

6. [Щелкунов, С. Н.](#) Генетическая инженерия: уч. пособие – Новосибирск: [Сибирское университетское издательство](#), 2010. – 514 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=57527](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=57527)

7. Албертс Б. Молекулярная биология клетки Т. 1 / Б. Албертс. – М.: Мир, 1994 – 521 с. Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view&book\\_id=40085](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view&book_id=40085)

8. Неверова, О.А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О.А. Неверова, Г.А. Гореликова, В.М. Позняковский. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2007. – 416 с.: табл., схем. – (Питание практика технология гигиена каче-

ство безопасность). – ISBN 5-379-00089-4; 978-5-379-00089-9; [Электронный ресурс]. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57396> (13.05.2017).

### 5.3 Периодические издания

- 1 Микробиология: журнал. – М.: АРСМИ. – ISSN 0026-3656.
- 2 Прикладная биохимия и микробиология: журнал – М.: АРСМИ. – ISSN 0555-1099.
- 3 Биотехнология: журнал. - М. : АРЗИ. – ISSN 0234-2758, 2008 N 1-6 - 2015. - Ч. XII, 04Я. Генетика - N 1-9.
- 4 Микробиология прикладная: реферативный журнал: вып. свод. тома. - 2013. - N 1-12 М. : ВИНТИ РАН, – ISSN 1561-7858.
- 5 Микробиология санитарная и медицинская : реферативный журнал. - М. : ВИНТИ РАН, 2006. - N 1-12 , 2007. - N 1-12 , 2008. - N 1-12 , 2013. - N 1-12 .
- 6 Бюллетень экспериментальной биологии и медицины : журнал. - 2018. - Т. 166, N 1-12 , 2019. - Т. 167, N 1-3 - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

### 5.4 Интернет-ресурсы

- 1 <https://openedu.ru/course/spbstu/BIOETHICS/> - «Открытое образование», Курс «Биоэтика»;
- 2 <https://openedu.ru/course/msu/GENETICS/> - «Открытое образование», Курс «Генетика»;
- 3 <https://openedu.ru/course/spbu/LATLNG/> - «Открытое образование», Латинский язык. Начальный курс;
- 4 <https://openedu.ru/course/spbu/BIOINF/> - «Открытое образование», Курс «Введение в биоинформатику: метагеномика»;
- 5 <https://openedu.ru/course/msu/SIMMOL/> - «Открытое образование», Курс «Простые молекулы в нашей жизни»;
- 6 <https://openedu.ru/course/spbstu/ECOLOGY/> - «Открытое образование», Курс «Экология»;
- 7 <https://openedu.ru/course/tgu/Stat/> - «Открытое образование», Курс «Статистика для гуманитариев»;
- 8 <https://openedu.ru/course/urfu/INTROBE/> - «Открытое образование», Курс «Введение в биологию и экологию»
- 9 <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «История медицинской науки»;
- 10 <https://universarium.org/catalog> - «Универсариум», Курсы, MOOK: «Введение в нанотехнологии»;
- 11 <http://www.plosbiology.ru> (Сетевой журнал общей биологии) – <http://www.cellsalive.com> (Большой образовательный сайт. Молекулярная биология, цитология, генетика, вирусология);
- 12 <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/electronmicroscopy/magn1/index.html> (Виртуальный электронный микроскоп);
- 13 <http://evolution.powernet.ru/> «История развития жизни» (Электронный учебник);
- 14 <http://bioege.edu.ru/ssylki.html> «Открытая биология 2,6» (Электронный учебник);
- 15 <http://www.bril2002.narod.ru/total.html> «Большой биораздел» (Электронный учебник);
- 16 <http://sbio.info/index.php> «Вся биология» (учебные материалы, научные статьи, большая биологическая библиотека)
- 17 <http://www.floraifauna.ru> (Фундаментальная биологическая библиотека);
- 18 <http://www.zoomet.ru> (Бесплатная биологическая библиотека);
- 19 <http://elementy.ru>. (популярный сайт о фундаментальной науке);
- 20 <http://micro.magnet.fsu.edu/cells/index.html> «Строение клетки и вирусов» (Электронное пособие);
- 21 <http://books4study.biz/c16> - [www.znanie-sila.ru](http://www.znanie-sila.ru);
- 22 Интернет-журнал «Коммерческая биотехнология», содействующий развитию и коммерциализации российской биотехнологии. Режим доступа: <http://cbio.ru/>;
- 23 Электронное издание «[Наука](#) и технологии России», сообщающее об отечественных научных разработках. Режим доступа: <http://www.strf.ru/>;
- 24 Научно-популярный сайт, посвященный молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии. Режим доступа: <http://biomolecula.ru/>;

25 Научно-популярный журнал «Мембрана» – площадка для обмена информацией о технологиях, которые меняют жизнь, посвященная победам науки, достижениям техники, прорывам в дизайне, открытиям в медицине, успехам в бизнесе. Режим доступа: <http://www.membrana.ru/>;

26 Сайт научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – крупнейшей электронной библиотеки научных публикаций, обладающей богатыми возможностями поиска и получения информации. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ) – бесплатным общедоступным инструментом измерения и анализа публикационной активности ученых и организаций. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>;

27 Национальный центр биотехнологической информации. Веб-ресурс: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

28 Издательство Springer. Веб-ресурс: <http://www.springerlink.com>

29 Информационный портал медицинской школы Йельского университета – <http://medicine.yale.edu/pathology/diagnosticprograms/moleculardiagnositics/index.aspx>

30 Медицинский портал – [http://med-books.info/58\\_pediatriya\\_802/molekulyarnaya-patologiya-raka-49171.html](http://med-books.info/58_pediatriya_802/molekulyarnaya-patologiya-raka-49171.html)

31 Образовательно-информационный портал ГУ Нижегородского Научно-Исследовательского Института Эпидемиологии и Микробиологии им. академика И.Н. Блохиной МЗ РФ – [http://histology.narod.ru/lectures/lecture\\_02/apoptosis.htm](http://histology.narod.ru/lectures/lecture_02/apoptosis.htm)

32 Образовательный портал университета Дж. Хопкинса – [www.hopkinsmedicine.org/mcp/Education/300.713%20Lectures/300.713%202013/Eshleman\\_handouts.pdf](http://www.hopkinsmedicine.org/mcp/Education/300.713%20Lectures/300.713%202013/Eshleman_handouts.pdf)

33 Портал журнала Nature – <http://www.nature.com/jid/journal/v127/n3/full/5700701a.html>

### 5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Microsoft Windows;

2. Пакет настольных приложений Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint, OneNote, Outlook, Publisher, Access);

3. <http://molbiol.edu.ru/project.html> "Практическая молекулярная биология" - общедоступная гипертекстовая информационная база данных, направленная на обеспечение решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач в области биологии и биомедицины, требующих для своего выполнения применения методов молекулярной биологии и генной инженерии;

4 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования – АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

### 6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид помещения	Мебель и технические средства обучения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Комплекты ученической мебели; Мультимедийный проектор; Доска; Экран
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа	Комплекты ученической мебели; Мультимедийный проектор; Доска; Экран
Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплекты ученической мебели; Мультимедийный проектор; Доска; Экран; Компьютеры с подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ
Помещения для самостоятельной работы	Комплекты ученической мебели; Компьютеры с подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ

#### К рабочей программе прилагаются:

- Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине;
- Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины;