

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии  
Дата подписания: 17.07.2023 12:01:02  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
агробиотехнологии  
Белопухов С.Л.  
20 22 г.

### Лист актуализации рабочей программы дисциплины Б1.В.05 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ

для подготовки магистров  
Направление: 35.04.04 – Агрономия  
Направленность: Генетика, селекция и семеноводство  
Форма обучения: очная  
Год начала подготовки: 2021

Курс 2  
Семестр 4

В рабочую программу вносятся следующие изменения на 2022 год начала подготовки:

- 1) П.1 – при изучении дисциплины применяются информационно-справочные системы, базы данных;
- 2) П.3 – изменена табл.1, добавлены цифровые инструменты и технологии:

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ПКос-1	ПКос-1.1 Демонстрирует способность изучать современную научную информацию по тематике исследований	Основы компьютерных технологий для получения информации о современных тенденциях в области генетического маркирования, статистики и создание баз данных, в т.ч. с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др.	Самостоятельно приобретать научные данные, касающиеся генетического маркирования посредством электронных ресурсов, официальных сайтов	Информационными технологиями для их практического применения в области генетического маркирования (продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Kahoot))
2	ПКос-7	ПКос-7.1 Демонстрирует способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида	Определять селекционную ценность сортов и гибридов с помощью молекулярных и цитогенетических маркеров, проводить статистическую обработку полученных данных, в т.ч. с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др	Применять методы генетического маркирования в лабораторных исследованиях и селекционном процессе	Современными методами молекулярного и цитогенетического маркирования, статистическими методами обработки данных, полученных методами генетического маркирования с помощью программных продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др

- 3) П.4.3 – все лекции и практические занятия дисциплины проводятся с использованием цифровых инструментов (Power Point);
- 4) П.6.2 – изменена табл.8, добавлен уровень владения компетенциями:

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.
Средний уровень «4» (хорошо)	Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.

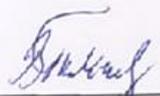
Разработчик: Дивашук М.Г., канд. биол. наук, доцент



«30» августа 2022 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол № 40 от «30» августа 2022 г.

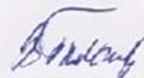
Заведующий кафедрой генетики,  
селекции и семеноводства Пыльнев В.В., д.б.н., профессор



«30» августа 2022 г.

Лист актуализации принят на хранение:

Заведующий выпускающей кафедрой генетики, селекции и семеноводства  
Пыльнев В.В., д.б.н., профессор





**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт Агробиотехнологии  
Кафедра генетики, селекции и семеноводства

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
Агробиотехнологии  
Белопухов С.Л.  
2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.05 МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ**

для подготовки магистров

ФГОС ВО

Направление: 35.04.04 Агрономия

Направленность: Генетика, селекция и семеноводство

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения очная

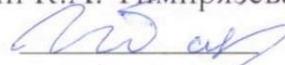
Год начала подготовки 2021

Москва, 2021

Разработчик: Дивашук М.Г., канд. биол. наук, доцент

 «15» сентября 2021 г.

Рецензент Тараканов И.Г., доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева



«15» сентября 2021 г.

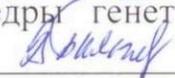
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.04 «Агрономия» и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол № 27 от «31» августа 2021 г.

Зав. выпускающей кафедры генетики, селекции и семеноводства Пыльнев В.В., д.б.н., профессор  «15» сентября 2021 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института Агробиотехнологии Попченко М.И., к.б.н., доцент  «15» сентября 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедры генетики, селекции и семеноводства Пыльнев В.В., д.б.н., профессор  «15» сентября 2021 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ 

Ершова Я.В.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>9</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	9
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ / ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>17</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>18</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	18
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	18
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>21</b>
7.1 Основная литература .....	21
7.2 Дополнительная литература .....	21
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>21</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ</b> .....	<b>22</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>22</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>22</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	22
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>23</b>

## АННОТАЦИЯ

### **рабочей программы учебной дисциплины Б.1.В.05 «Молекулярные и цитогенетические маркеры» для подготовки магистра по направлению 35.04.04 – «Агрономия» направленность «Генетика, селекция и семеноводство»**

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» является формирование у студентов способности осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии, т.е. демонстрировать способность изучать современную научную информацию по тематике исследований и применять современные технологии для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства; способности подготовить заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных, т.е. демонстрировать способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида и готовность оценить использование нового сорта или гибрида в селекционном процессе; способности разработать систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции, т.е. планировать мероприятия на основе методологических приёмов для селекции и внедрения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» призвана обучить студента принципам современных методов молекулярной биологии и статистики в применении их к практическому решению актуальных задач современного агропромышленного комплекса; дать студенту знания в сфере достижений генетического маркирования в решении проблем растениеводства, селекции, защиты растений, животноводства.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в блок дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений Учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – «Агрономия», профессиональный модуль по направленности «Генетика, селекция и семеноводство».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы): ПКос-1.1; ПКос-1.3; ПКос-7.1; ПКос-7.3; ПКос-8.1.

**Краткое содержание дисциплины:** дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» призвана обучить студента принципам генетического маркирования, познакомить студента с современными подходами и методами используемыми при генетическом маркировании в решении актуальных задач науки и производства. Кроме того, значительную часть курса занимает знакомство студентов с возможными проблемами при использовании генетических маркеров и поиск путей их решения. Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность. Материал иллюстрирован примерами применения генетических маркеров в решении проблем селекции, защиты растений, животноводства и ветеринарии, экологии и биобезопасности.

**Общая трудоемкость дисциплины/в т.ч. практическая подготовка:** 252 часа (7 зач. ед.) / 4 часа

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## **1. Цель освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» является формирование у студентов способности осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии, т.е. демонстрировать способность изучать современную научную информацию по тематике исследований и применять современные технологии для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства; способности подготовить заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных данных, т.е. демонстрировать способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида и готовность оценить использование нового сорта или гибрида в селекционном процессе; способности разработать систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции, т.е. планировать мероприятия на основе методологических приёмов для селекции и внедрения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур.

Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» призвана обучить студента принципам современных методов молекулярной биологии и статистики в применении их к практическому решению актуальных задач современного агропромышленного комплекса; дать студенту знания в сфере достижений генетического маркирования в решении проблем растениеводства, селекции, защиты растений, животноводства.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» включена в блок дисциплин части, формируемой участниками образовательных отношений Учебного плана по направлению подготовки 35.04.04 – «Агрономия», профессиональный модуль по направленности «Генетика, селекция и семеноводство». Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС и Учебного плана по направлению 35.04.04. «Агрономия».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» являются дисциплины «Частная селекция и генетика» – 1 сем., «Молекулярная биология с основами биоинформатики» – 2 сем., «Моделирование в агрономии» – 1 сем.

Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» может быть использована для научно-исследовательской работы, выполнения и защиты выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является последовательное изучение принципов генетического маркирования к решению задач современного народного хозяйства: основным методам, возможностям их применения и конкретным достижениям. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний основ генетики, сельскохозяйственной биотехнологии, селекции.

Рабочая программа дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ П/П	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области агрономии	ПКос-1.1 Демонстрирует способность изучать современную научную информацию по тематике исследований	Основы компьютерных технологий для получения информации о современных тенденциях в области генетического маркирования, статистики и создание баз данных.	Самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий научные данные, касающиеся генетического маркирования.	Информационными технологиями для их практического применения в области генетического маркирования.
			ПКос-1.3 Применяет современные технологии для проведения научных исследований в области селекции и семеноводства	Современные достижения мировой науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах в области селекции и семеноводства по созданию и изучению молекулярных и цитогенетических маркеров.	Использовать современные достижения мировой науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах по генетическому маркированию.	Информацией о современных достижениях мировой науки и передовой технологии в научно-исследовательских работах по генетическому маркированию растений.
2.	ПКос-7	Способен подготовить заключения о целесообразности внедрения в производство исследованных приемов, сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на основе анализа опытных	ПКос-7.1 Демонстрирует способность к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов о селекционной значимости сорта или гибрида	Определять селекционную ценность сортов и гибридов с помощью молекулярных и цитогенетических маркеров, проводить статистическую обработку полученных данных.	Применять методы генетического маркирования в лабораторных исследованиях и селекционном процессе.	Современными методами молекулярного и цитогенетического маркирования, статистическими методами обработки данных, полученных методами генетического маркирования.

		данных	ПКос-7.3 Готовность оценить использование нового сорта или гибрида в селекционном процессе	Возможности применения различных молекулярных и цитогенетических маркеров для решения конкретных задач.	Подбирать адекватные методы в зависимости от типа и уровня сложности задачи.	Навыками планирования экспериментов с использованием молекулярных и цитогенетических маркеров.
5.	ПКос-8	Способен разработать систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции	ПКос-8.1 Планирует мероприятия на основе методологических приёмов для селекции и внедрения новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур	Методы молекулярного и цитогенетического маркирования для самостоятельной организации системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции	Самостоятельно организовать и провести систему мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции с использованием методов генетического маркирования.	Методами генетического маркирования для самостоятельной организации системы мероприятий по управлению качеством и безопасностью растениеводческой продукции.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа), из них 4 часа составляют практическую подготовку, их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам № 4
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>252/4</b>	<b>252/4</b>
<b>1. Контактная работа:</b>		
<b>Аудиторная работа</b>	<b>54,4/4</b>	<b>54,4/4</b>
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	40/4	40/4
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>197,6</b>	<b>197,6</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)</i>	173	173
<i>подготовка к экзамену (контроль)</i>	24,6	24,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

\* в том числе практическая подготовка

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ/С всего/*	ПКР	
Раздел 1. Основные принципы работы генетических маркеров	50,6	8	-	-	42,6
Раздел 2. Прикладные аспекты использования генетических маркеров	199	4	40/4	-	155
<i>консультации перед экзаменом</i>	2	-	-	2	-
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4	-	-	0,4	-
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>252</b>	<b>12</b>	<b>40/4</b>	<b>2,4</b>	<b>197,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>252</b>	<b>12</b>	<b>40/4</b>	<b>2,4</b>	<b>197,6</b>

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Основные принципы работы генетических маркеров**

### *Тема 1-1. Классификация современных систем генетических маркеров*

1. История создания и применения генетических маркеров
2. Морфологические маркеры
3. Биохимические маркеры
4. Цитогенетические маркеры
5. Маркеры, основанные на полиморфизме в последовательности ДНК
6. Моно- и полилокусные маркеры. Основные принципы работы и различия.
7. Основа полиморфизма генетических маркеров

### *Тема 1-2. Основополагающие принципы работы различных систем генетических маркеров*

1. Строение ДНК, принципы репликации, транскрипции трансляции.
2. Строение белка
3. Полимеразная цепная реакция
4. Рестрикция
5. Электрофорез
6. Визуализация различных типов генетических маркеров
7. Инструментарий
8. Основы статистики в генетическом маркировании.

## **Раздел 2. Прикладные аспекты использования генетических маркеров**

### *Тема 2-1. Выделение ДНК из различных типов образцов*

1. Основные принципы выделение ДНК из растительного материала
2. Существующие методы повышения количественного и качественного выхода ДНК при выделении из различных объектов
3. Реагенты и их функции используемые при выделении ДНК
4. Оценка качества выделенной ДНК
5. Приобретение практических навыков по выделению ДНК из вегетирующих

растений

### *Тема 2-2. Полимеразная цепная реакция*

1. Основные принципы ПЦР
2. Состав и вариативность реагентов в смеси для проведения ПЦР
3. Основные типы полимераз используемых в ПЦР
4. Вещества оказывающие влияния на проведения ПЦР
5. Приобретение практических навыков по постановке полимеразной цепной

реакции

### *Тема 2-3. Белковые маркеры. Типичные проблемы*

1. Типы белковых маркеров
2. Изоферменты
3. Гомо- и гетеродуплексы изоферментов у полилокусных генов
4. Запасные белки семян, как генетические маркеры
5. Электрофорез запасных белков. Реагенты. Инструментарий.
6. Типичные проблемы электрофорезы запасных белков. Возможные причины.

Пути устранения.

7. Двухмерный электрофорез

### *Тема 2-4. Системы молекулярных маркеров RAPD, DAF, AP-PCR*

1. Основные принципы работы.
2. Реактивы. Инструментарий.
3. Основные различия систем генетических маркеров RAPD, DAF, AP-PCR
4. Достоинства и недостатки RAPD, DAF, AP-PCR
5. Получения практических навыков в интерпретации полученных результатов при использовании системы RAPD маркеров

### *Тема 2-5. Системы молекулярных маркеров AFLP, RFLP*

1. Основные принципы работы.

2. Реактивы. Инструментарий.
3. Пре-селективная и селективная ПЦР.
4. Расчёт возможных вариантов амплификации на селективной стадии ПЦР у AFLP в зависимости от используемых праймеров
5. Достоинства и недостатки AFLP, RFLP

*Тема 2-6. Системы молекулярных маркеров SSR, SCAR, STS*

1. Основные принципы работы
2. Принципы разработки генетических маркеров SSR
3. Разработка генетических маркеров SCAR
4. Принципы разработки генетических маркеров STS
5. Различные способы визуализации SSR маркеров
6. Основы статистической обработки результатов генетического маркирования (генетически сцепленные маркеры, PIC, LOD, расчет сходства образцов)
7. Достоинства и недостатки SSR, SCAR, STS

*Тема 2-7. Современные методы секвенирования*

1. Основные типы секвенирования. Первое поколение секвенаторов.
2. Второе поколение секвенирования (454 FLX Titanium, Illumina HiSeq, Solid 5500, 454 Junior, Ion torrent)
3. Третье поколение секвенаторов.

*Тема 2-8. Секвенирование по Сэнгеру. Типичные проблемы практического применения*

1. Основные принципы секвенирование по Сэнгеру.
2. Типичные наборы используемых реактивов и их возможные альтернативы.
3. Подготовка матрицы для секвенирования
4. Инструментарий
5. Компьютерный анализ получаемых результатов
6. Типичные проблемы секвенирования по Сэнгеру.
7. Получение практических навыков в интерпретации получаемых негативных результатов и поиск путей решения поставленных проблем.

*Тема 2-9 Фрагментный анализ. Типичные проблемы практического применения.*

1. Основные принципы фрагментного анализа.
2. Классификация микросателлитных последовательностей
3. Ложные импульсы при фрагментном анализе
4. Артефакты при фрагментном анализе
5. Протокол фрагментного анализа.
6. Абсолютное и относительное определение размеров при фрагментном анализе
7. Основные проблемы возникающие при проведении фрагментного анализа

*Тема 2-10 ДНК-чипы*

1. Основные принципы работы ДНК-чипов
2. DAГТ технологии и их применения
3. Достоинства и недостатки систем генетических маркеров основанных на ДНК-чипах

### 4.3 Лекции / практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций /практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических (семинарских) занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
1.	<b>Раздел 1. Основные принципы работы генетических маркеров</b>				
	Тема 1-1. Классификация современных систем генетических маркеров	Лекция № 1 История создания и применения генетических маркеров. Типы маркеров.	ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1	-	2
		Лекция № 2 Полиморфизм генетических маркеров.		-	2
	Тема 1-2. Основополагающие принципы работы различных систем генетических маркеров	Лекция № 3 Молекулярное строение ДНК и белка. Суть полимеразной цепной реакции.		-	2
		Лекция № 4 Основополагающие принципы работы различных систем генетических маркеров		-	2
<b>Раздел 2. Прикладные аспекты использования генетических маркеров</b>					
2	Тема 2-1. Выделение ДНК из различных типов образцов.	Практическое занятие №1 Семинар № 1 Основные принципы выделения ДНК из растительного материала. Существующие методы повышения количественного и качественного выхода ДНК при выделении из различных объектов.	ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1	Устный опрос	2/2
		Практическое занятие №2 Семинар № 2 Реагенты и их функции, используемые при выделении ДНК. Оценка качества выделенной ДНК. Приобретение практических навыков по выделению ДНК из вегетирующих растений.		Устный опрос	2
	Тема 2-2. Полимеразная цепная реакция	Практическое занятие №3 Семинар № 3 Основные принципы ПЦР. Состав и вариативность реагентов в смеси для		Устный опрос	2/2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических (семинарских) занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
		проведения ПЦР. Основные типы полимераз, используемых в ПЦР.			
		Практическое занятие №4 Семинар № 4 Вещества, оказывающие влияние на проведение ПЦР. Приобретение практических навыков по постановке ПЦР.		Устный опрос	2
	Тема 2-3. Белковые маркеры. Типичные проблемы.	Практическое занятие №5 Семинар № 5 Типы белковых маркеров. Изоферменты. Гомо- и гетеродуплексы изоферментов у полилокусных генов. Запасные белки семян как генетические маркеры.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №6 Семинар № 6 Электрофорез запасных белков. Реагенты. Инструментарий. Типичные проблемы электрофореза запасных белков. Возможные причины. Пути устранения. Двухмерный электрофорез.		Устный опрос	2
	Тема 2-4. Системы молекулярных маркеров RAPD, DAF, AP-PCR.	Практическое занятие №7 Семинар № 7 Основные принципы работы. Реактивы. Инструментарий. Основные различия систем генетических маркеров RAPD, DAF, AP-PCR.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №8 Семинар № 8 Достоинства и недостатки RAPD, DAF, AP-PCR. Получения практических навыков в интерпретации полученных результатов при использовании системы RAPD маркеров.	ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1	Устный опрос	2
	Тема 2-5. Системы молекулярных маркеров AFLP, RFLP	Практическое занятие №9 Семинар № 9 Основные принципы работы. Реактивы. Инструментарий. Пре-селективная и		Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических (семинарских) занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
		селективная ПЦР.			
		Практическое занятие №10 Семинар № 10 Расчёт возможных вариантов амплификации на селективной стадии ПЦР у AFLP в зависимости от используемых праймеров. Достоинства и недостатки AFLP, RFLP.		Устный опрос	2
	Тема 2-6. Системы молекулярных маркеров SSR, SCAR, STS	Практическое занятие №11 Семинар № 11 Основные принципы работы. Принципы разработки генетических маркеров SSR. Разработка генетических маркеров SCAR. Принципы разработки генетических маркеров STS.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №12 Семинар № 12 Различные способы визуализации SSR маркеров. Основы статистической обработки результатов генетического маркирования (генетически сцепленные маркеры, PIC, LOD, расчет сходства образцов). Достоинства и недостатки SSR, SCAR, STS.		Устный опрос	2
	Тема 2-7. Современные методы секвенирования	Лекция № 5 Основные типы секвенирования. Первое поколение секвенаторов. Второе поколение секвенирования (454 FLX Titanium, Illumina HiSeq, Solid 5500, 454 Junior, Ion torrent). Третье поколение секвенаторов.		-	4
	Тема 2-8. Секвенирование по Сэнгеру. Типичные проблемы практическо	Практическое занятие №13 Семинар № 13 Основные принципы секвенирование по Сэнгеру. Типичные наборы используемых реактивов и их возможные альтернативы.		Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических (семинарских) занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
2	го применения.	Практическое занятие №14 Семинар № 14 Подготовка матрицы для секвенирования. Инструментарий. Компьютерный анализ получаемых результатов.	ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1	Устный опрос	2
		Практическое занятие №15 Семинар № 15 Типичные проблемы секвенирования по Сэнгеру. Получение практических навыков в интерпретации получаемых негативных результатов и поиск путей решения поставленных проблем.		Устный опрос	2
	Тема 2-9. Фрагментный анализ. Типичные проблемы практического применения.	Практическое занятие №16 Семинар № 16 Основные принципы фрагментного анализа. Классификация микросателлитных последовательностей.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №17 Семинар № 17 Ложные импульсы при фрагментном анализе. Артефакты при фрагментном анализе. Протокол фрагментного анализа.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №18 Семинар № 18 Абсолютное и относительное определение размеров при фрагментном анализе. Основные проблемы возникающие при проведении фрагментного анализа.		Устный опрос	2
	Тема 2-10. ДНК-чипы.	Практическое занятие №19 Семинар № 19 Основные принципы работы ДНК-чипов.		Устный опрос	2
		Практическое занятие №20 Семинар № 20 DAgT технологии и их применения. Достоинства и		Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических (семинарских) занятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов из них практическая подготовка
		недостатки систем генетических маркеров основанных на ДНК-чипах.			

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1 Основные принципы работы генетических маркеров</b>		
1	Тема 1-1 Классификация современных систем генетических маркеров	История создания и применения генетических маркеров. Морфологические маркеры. Биохимические маркеры. Цитогенетические маркеры. Маркеры основанные на полиморфизме в последовательности ДНК. Моно- и полилокусные маркеры. Основные принципы работы и различия. Основа полиморфизма генетических маркеров (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
2	Тема 1-2 Основополагающие принципы работы различных систем генетических маркеров	Основополагающие принципы работы различных систем генетических маркеров. Строение ДНК, принципы репликации, транскрипции трансляции. Строение белка. Полимеразная цепная реакция. Рестрикция. Электрофорез. Визуализация различных типов генетических маркеров. Инструментарий (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
<b>Раздел 2. Прикладные аспекты использования генетических маркеров</b>		
3	Тема 2-1 Выделение ДНК из различных типов образцов	Выделение ДНК из различных типов образцов. Основные принципы выделение ДНК из растительного материала. Существующие методы повышения количественного и качественного выхода ДНК при выделении из различных объектов. Реагенты и их функции используемые при выделении ДНК. Оценка качества выделенной ДНК. Приобретение практических навыков по выделению ДНК из вегетирующих растений. (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
4	Тема 2-2 Полимеразная цепная реакция	Состав и вариативность реагентов в смеси для проведения ПЦР. Основные типы полимераз используемых в ПЦР. Вещества оказывающие влияния на проведения ПЦР. Приобретение практических навыков по постановке полимеразной цепной реакции. (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
5	Тема 2-3 Белковые маркеры. Типичные проблемы практического применения	Типы белковых маркеров. Изоферменты. Гомо- и гетеродуплексы изоферментов у полилокусных генов. Запасные белки семян, как генетические маркеры. Электрофорез запасных белков. Реагенты. Инструментарий. Типичные проблемы электрофорезы запасных белков. Возможные причины. Пути устранения. Двухмерный электрофорез (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
6	Тема 2-4 Системы молекулярных	Основные принципы работы. Реактивы. Инструментарий. Основные различия систем генетических маркеров RAPD, DAF, AP-PCR. Достоинства и недостатки RAPD, DAF, AP-PCR.

	маркеров RAPD, DAF, AP-PCR	Получения практических навыков в интерпретации полученных результатов при использовании системы RAPD маркеров (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
7	Тема 2-5 Системы молекулярных маркеров AFLP, RFLP	Реактивы. Инструментарий. Пре-селективная и селективная ПЦР. Расчёт возможных вариантов амплификации на селективной стадии ПЦР у AFLP в зависимости от используемых праймеров. Достоинства и недостатки AFLP, RFLP (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
8	Тема 2-6 Системы молекулярных маркеров SSR, SCAR, STS	Принципы разработки генетических маркеров SSR. Разработка генетических маркеров SCAR. Принципы разработки генетических маркеров STS. Различные способы визуализации SSR маркеров. Основы статистической обработки результатов генетического маркирования (генетически сцепленные маркеры, PIC, LOD, расчет сходства образцов). Достоинства и недостатки SSR, SCAR, STS (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
9	Тема 2-7 Современные методы секвенирования	Первое поколение сиквенаторов. Второе поколение секвенирования (454 FLX Titanium, Illumina HiSeq, Solid 5500, 454 Junior, Ion torrent). Третье поколение секвенаторов (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
10	Тема 2-8 Секвенирование по Сэнгеру. Типичные проблемы практического применения	Основные принципы секвенирование по Сэнгеру. Типичные наборы используемых реактивов и их возможные альтернативы. Подготовка матрицы для секвенирования. Инструментарий. Компьютерный анализ получаемых результатов. Типичные проблемы секвенирования по Сэнгеру. Получение практических навыков в интерпретации получаемых негативных результатов и поиск путей решения поставленных проблем (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
11	Тема 2-9 Фрагментный анализ. Типичные проблемы практического применения.	Классификация микросателлитных последовательностей. Ложные импульсы при фрагментном анализе. Артефакты при фрагментном анализе. Протокол фрагментного анализа. Абсолютное и относительное определение размеров при фрагментном анализе. Основные проблемы возникающие при проведении фрагментного анализа (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).
12	Тема 2-10 ДНК-чипы	DArT технологии и их применения. Достоинства и недостатки систем генетических маркеров основанных на ДНК-чипах (ПКос-1.1, ПКос-1.3, ПКос-7.1, ПКос-7.3, ПКос-8.1).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Классификация современных систем генетических маркеров	Л	Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм
2.	Основополагающие принципы работы различных систем генетических маркеров	Л	Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм
3.	Системы молекулярных маркеров RAPD, DAF, AP-PCR	С	Коллективная мыслительная деятельность.

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
4.	Фрагментный анализ. Типичные проблемы практического применения	С Коллективная мыслительная деятельность. Анализ конкретных ситуаций, мозговой штурм

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **Примерные вопросы к устному опросу**

- 1) Опишите схему выделения ДНК для следующих сельскохозяйственных культур: картофель (листья\клубни), злаки (вегетирующее растений\зерно), овощные культуры.
- 2) Опишите схему постановки полимеразной цепной реакции при массовом анализе/при индивидуальном анализе ценных селекционных образцов.
- 3) Проведите сравнительную характеристику биохимических и ДНК маркеров.
- 4) Проведите сравнительную характеристику применения в качестве маркеров изоферментов и запасных белков.
- 5) Проведите сравнительную характеристику RAPD и AFLP.
- 6) Проведите сравнительную характеристику SSR и ISSR.

#### **Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)**

- 1) DAГТ технологии и их применения.
- 2) Биохимические маркеры. Применения. Основные достоинства и недостатки.
- 3) Выделение ДНК для следующих сельскохозяйственных культур: злаки (вегетирующее растений\зерно)
- 4) Выделение ДНК для следующих сельскохозяйственных культур: картофель (листья\клубни).
- 5) Выделение ДНК для следующих сельскохозяйственных культур: овощные культуры.
- 6) Запасные белки, как биохимические маркеры.
- 7) Изоферменты. Особенности применения и детекции.
- 8) Молекулярные маркеры AFLP. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 9) Молекулярные маркеры AP-PCR. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 10) Молекулярные маркеры CAPs. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 11) Молекулярные маркеры DAF. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 12) Молекулярные маркеры IRAP. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 13) Молекулярные маркеры ISSR. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 14) Молекулярные маркеры RAPD. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 15) Молекулярные маркеры RFLP. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 16) Молекулярные маркеры SCAR. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 17) Молекулярные маркеры SNP. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 18) Молекулярные маркеры SSR. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 19) Молекулярные маркеры STS. Особенности применения. Достоинства и недостатки.
- 20) Морфологические маркеры. Применения. Основные достоинства и недостатки.
- 21) Полимеразная цепная реакция в режиме реального времени.
- 22) Полимеразная цепная реакция.
- 23) Полимеразная цепная реакция. COLD-PCR (CO-amplification at Lower Denaturation temperature-PCR).
- 24) Полимеразная цепная реакция. LAMP (loop-mediated isothermal amplification).

- 25) Полимеразная цепная реакция. Асимметричная ПЦР.
- 26) Полимеразная цепная реакция. Вложенная или гнездовая ПЦР (nested PCR)
- 27) Полимеразная цепная реакция. Иммуно-ПЦР в реальном времени.
- 28) Полимеразная цепная реакция. Инвертированная ПЦР.
- 29) Полимеразная цепная реакция. Капельная цифровая ПЦР (*digital PCR*).
- 30) Полимеразная цепная реакция. Метил-специфичная ПЦР.
- 31) Полимеразная цепная реакция. Мультиплексная ПЦР.
- 32) Полимеразная цепная реакция. Особенности при индивидуальном анализе ценных образцов.
- 33) Полимеразная цепная реакция. Особенности при массовом анализе.
- 34) Полимеразная цепная реакция. ПЦР длинных фрагментов.
- 35) Полимеразная цепная реакция. ПЦР с горячим стартом.
- 36) Полимеразная цепная реакция. ПЦР с обратной транскрипцией.
- 37) Полимеразная цепная реакция. ПЦР с перекрывающимися праймерами (*overlap extension PCR*)
- 38) Полимеразная цепная реакция. Сборочная ПЦР (*assembly PCR*).
- 39) Полимеразная цепная реакция. Ступенчатая ПЦР.
- 40) Полимеразная цепная реакция. Твердофазная ПЦР.
- 41) Полимеразная цепная реакция. Типы зондов используемые при ПЦР в реальном времени
- 42) Полимеразная цепная реакция. Хеликазо-зависимая амплификация
- 43) Секвенирование по Сэнгеру. Проблемы практического применения.
- 44) Сравнительная характеристика AFLP и ISSR
- 45) Сравнительная характеристика AFLP и RAPD.
- 46) Сравнительная характеристика ISSR и RAPD
- 47) Сравнительная характеристика RFLP и ISSR
- 48) Сравнительная характеристика SSR и AFLP.
- 49) Сравнительная характеристика SSR и ISSR
- 50) Сравнительная характеристика SSR и RAPD.
- 51) Сравнительная характеристика STS и ISSR.
- 52) Сравнительная характеристика STS и RAPD.
- 53) Сравнительная характеристика маркеров запасных белков и изоферментов.
- 54) Статистический анализ в применении генетических маркеров.
- 55) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Анализ хи-квадрат
- 56) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Влияние системы размножения на разнообразие популяции.
- 57) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Вычисление частот аллелей для ко-доминантного маркера.
- 58) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Вычисление частот аллелей для доминантного маркера.
- 59) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Вычисление частот аллелей для ко-доминантного, маркера имеющего множество аллелей.
- 60) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Вычисление частот аллелей для доминантного маркера, имеющего множество аллелей.
- 61) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Дрейф генов.
- 62) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Закон Харди-Вайнберга.
- 63) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Коэффициент инбридинга.
- 64) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Мутации. Миграции.
- 65) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Основные источники изменчивости и их последствия.
- 66) Статистический анализ в применении генетических маркеров. Рекомбинации. Отбор.

- 67) Фрагментный анализ. Основные принципы, проблемы.
- 68) Цитогенетические маркеры.
- 69) Цитогенетические маркеры. Геномная *in situ* гибридизация.
- 70) Цитогенетические маркеры. Дифференциальное окрашивание.
- 71) Цитогенетические маркеры. Дифференциальное окрашивание. С- бэндинг.
- 72) Цитогенетические маркеры. Монохромное окрашивание.
- 73) Цитогенетические маркеры. Приготовление препаратов.
- 74) Цитогенетические маркеры. Флуоресцентная *in situ* гибридизация.

## 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

В 4 семестре предусмотрен промежуточный контроль по дисциплине «Молекулярные и цитогенетические маркеры» в виде экзамена.

Таблица 8

### Общее количество баллов

Количество кредитов	Максимальная сумма баллов	Оценка						
		Неудовлетворит.		Удовлетворит.		Хорошо	Отлично	
		Оценка ECTS						
		<b>F (2)</b>	<b>FX (2+)</b>	<b>E (3)</b>	<b>D (3+)</b>	<b>C (4)</b>	<b>B (5)</b>	<b>A (5+)</b>
<b>4</b>	144	менее 45	46-85	86-95	96-100	101-110	111-120	121-142

Таблица 9

### Критерии оценивания результатов обучения

A	Отлично - блестящие результаты с незначительными недочётами
B	Очень хорошо - выше среднего уровня, с некоторыми недочётами
C	Хорошо - в целом серьёзная работа, но с рядом замечаний
D	Удовлетворительно - неплохо, однако имеются серьёзные недочёты
E	Посредственно - результаты удовлетворяют минимальным требованиям (проходной балл)
FX	Условно неудовлетворительно - для присвоения кредита требуется выполнение некоторой дополнительной работы
F	Безусловно неудовлетворительно - требуется выполнение значительного объёма работы (либо повтор курса в установленном порядке, либо основание для отчисления)

**Примечание.** Положительными оценками, при получении которых курс (практические занятия, семинары и пр.) засчитываются студенту в качестве пройденного, являются оценки **A, B, C, D** и **E**.

### Балльная структура оценки и шкала оценок

Посещение занятий –  $5 * 1,0 + 19 * 1,0 = 24$  балла

Активная работа на практическом занятии –  $19 * 2,0 = 38$  баллов

Устный доклад (не более двух докладов за курс)  $2 * 5 = 10$  баллов

Написание реферата на заданную тему (самостоятельная работа магистранта) - 70 баллов (один реферат – 10 баллов)

## **Всего – 142 балла**

Максимальная сумма баллов:  $142 = 24 + 38 + 10 + 70$

Магистрант может получить экзамен «автоматом», если выполнены все практические работы, положительно оценены выступления на семинарах и сумма набранных баллов составляет 110 и более баллов.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **7.1 Основная литература**

1. Карманова, Е. П. Практикум по генетике : учебное пособие для вузов / Е. П. Карманова, А. Е. Болгов, В. И. Митюлько. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-7823-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/166343>

2. Биотехнология растений : учебник и практикум для вузов / Л. В. Назаренко, Ю. И. Долгих, Н. В. Загоскина, Г. Н. Ралдугина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 161 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05619-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/471466>

### **7.2 Дополнительная литература**

1. Генетика : учебник для вузов / Н. М. Макрушин, Ю. В. Плугатарь, Е. М. Макрушина [и др.] ; под редакцией д. с.-х. н. [и др.]. — 3-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 432 с. — ISBN 978-5-8114-8097-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177828>

2. Коницев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коницев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13468-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/459165>

3. Молекулярная биология. Практикум : учебное пособие для вузов / А. С. Коницев [и др.] ; под редакцией А. С. Коницева. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12544-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/475012>

4. Сельскохозяйственная биотехнология: учебник для студ. вузов / В. С. Шевелуха, Е. А. Калашникова, С. В. Дегтярев ; ред. В. С. Шевелуха. - М. : Высшая школа, 1998. - 416 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. [www.genetika.ru](http://www.genetika.ru) Журнал «Биотехнология»
2. [www.ippras.ru](http://www.ippras.ru) Журнал «Физиология растений»
3. [www.agrobiology.ru](http://www.agrobiology.ru) Журнал «Сельскохозяйственная биология»
4. [www.cnshb.ru](http://www.cnshb.ru) Библиотека ВАСХНИЛ
5. <https://biomolecula.ru>
6. <https://elementy.ru>
7. <http://plantgen.com/> – Кафедра генетики и биотехнологии
8. <http://www.mcx.ru/> - Министерство сельского хозяйства РФ
9. <http://bio-x.ru/> - Интернет-портал по биотехнологии

10. <http://molbiol.ru> – Интернет-портал по классической и молекулярной биологии

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - National Center for Biotechnology Information
2. [http://www.rusbiotech.ru/data\\_base/](http://www.rusbiotech.ru/data_base/) - База данных Русбиотех
3. <http://www.biotechnologie.de/> - Германская информационная платформа по биотехнологии
4. <http://bio-m.org/> Германский биотехнологический кластер BioM
5. <http://molbio.ru> – База данных по аллелям полиморфных локусов ДНК

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 10

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2
Лекционная аудитория, оборудованная для проведения интерактивных лекций (3 учебный корпус, аудитория № 102)	Мультимедийная установка, экран настенный, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет»
Учебные аудитории для проведения семинаров (3 учебный корпус, аудитория № 104)	Столы, стулья, соответствующие учебные пособия
Помещение для самостоятельной работы (3 учебный корпус, аудитория № 104)	Столы, стулья, соответствующие учебные пособия, читальный зал библиотеки.
Центральная научная библиотека	Читальный зал
Общежитие	Комната для самоподготовки

## 9. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов над курсом «Генетические маркеры» заключается в систематической работе с интернет-ресурсами и конспектом лекций, подготовке к семинарам. Все сложные вопросы по теории и практике разбираются на практических занятиях. Для плохо успевающих студентов необходимо организовывать консультации.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия по уважительной причине (подтверждается документально) отрабатывает занятие один раз в виде написания контрольной работы на отработке по графику кафедры, которая проверяется его преподавателем.

Пропущенную лекцию студент может отработать после оформления им рукописного реферата, по теме которого впоследствии проходит собеседование с основным лектором курса.

## **10. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

В процессе слушания лекций необходимо создавать резерв времени для студентов. Неумение слушать лекции приводит к тому, что у студента создаются «авральные» периоды умственного труда, особенно перед экзаменом. Студенту надо учиться думать над конспектами уже на лекции и работать над записями ежедневно хотя бы в течение двух часов. Рекомендуется делить конспект на две рубрики: в первую записывать кратко изложение лекции, во вторую – то, над чем надо подумать; сюда нужно заносить узловые, главные вопросы.

1. Студенту необходимо ежедневно читать учебную или научную литературу по изучаемой дисциплине. Читать внимательно и вдумчиво ежедневно 10–15 страниц научной и научно-популярной литературы.

2. Студенту необходимо умело найти по главным научным проблемам фундаментальные книги, научные труды, а также первоисточники.

3. Необходимо создавать себе внутренние стимулы, которые направлены на достижение поставленной цели. Самое интересное всегда желательно оставлять на конец работы.

4. Для каждой работы студенту необходимо искать наиболее рациональные приёмы умственного труда, избегать трафарета и шаблона. Необходимо находить время на то, чтобы глубоко осмыслить сущность фактов, явлений, закономерностей, с которыми имеет дело. Чем глубже студент вдумывается, тем прочнее у него остается в памяти новый материал. Студент не должен стараться запомнить – это будет напрасная трата времени.

### **Программу разработал:**

Дивашук М.Г., канд. биол. наук, доцент \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РЕЦЕНЗИЯ**  
**на рабочую программу дисциплины Б1.В.05 «Молекулярные и**  
**цитогенетические маркеры»**  
**ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия»,**  
**направленность «Генетика, селекция и семеноводство»**  
**(квалификация выпускника – магистр)**

Таракановым Иваном Германовичем, доктором биологических наук, профессором, заведующим кафедрой физиологии растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Генетические маркеры» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия», направленность «Генетика, селекция и семеноводство» (магистратура), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, селекции и семеноводства (разработчик – Дивашук М.Г., доцент, канд. биол. наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.04.04 – «Агрономия». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла – Б1.В.

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 Агрономия.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Молекулярные и цитогенетические маркеры» закреплено 3 компетенции (5 индикаторов). Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Генетические маркеры» составляет 252 часа (7 зачётных единиц), из них 4 часа отведено для практической подготовки.

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Молекулярные и цитогенетические маркеры» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.04.04 – Агрономия и возможность дублирования в содержании отсутствует.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.04.04 Агрономия.

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, мозговых штурмах), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена в 4 семестре, что соответствует статусу дисциплины, как

дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В ФГОС ВО направления 35.04.04 *Агрономия*.

12. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

13. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 2 источник (базовый учебник), дополнительной литературой – 4 наименование, Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 35.04.04 *Агрономия*.

14. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

15. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Молекулярные и цитогенетические маркеры».

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Молекулярные и цитогенетические маркеры» ОПОП ВО по направлению 35.04.04 *Агрономия*, направленность «*Генетика, селекция и семеноводство*» (квалификация выпускника – магистр), разработанная Дивашуком М.Г., доцентом кафедры генетики, селекции и семеноводства, канд. биол. наук, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Тараканов Иван Германович, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой физиологии растений РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201\_ г.  
(подпись) 