

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии  
Дата подписания: 17.07.2023 10:43:47  
Уникальный программный ключ:  
fcd01ecb1fdf76898cc51f245ad12c3f716ce658

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института  
агробиотехнологии

Белопухов С.Л.

« 1 » июля 2021 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины  
Б1.В.ДВ.04.01 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ»**

для подготовки бакалавров  
Направление: 19.03.01 - Биотехнология  
Направленность: Биотехнология  
Форма обучения очная  
Год начала подготовки: 2017  
Курс 3  
Семестр 5

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2021 г. начала подготовки.

Разработчик: Смиряев А.В., д.б.н., профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства

*А.С.И.* « 1 » июля 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол № 27 от « 1 » июля 2021 г.

Заведующий кафедрой *В.В.П.* д.б.н., профессор В.В. Пыльнев

**Лист актуализации принят на хранение:**

Заведующий выпускающей кафедрой биотехнологии

Калашникова Е.А., д.б.н., профессор *Е.А.* « 1 » июля 2021 г.



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)

Факультет агрономии и биотехнологии  
Кафедра генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства



УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана факультета

Леунов В.И.

2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.В.ДВ.04.01 БИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И ИХ ОПТИМИЗАЦИЯ**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 19.03.01 – Биотехнология

Направленность – Биотехнология

Курс 3

Семестр 5

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2017

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2018

Разработчик: Смиряев А.В. доктор биол. наук, профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«03» декабря 2018 г.

Рецензент: Хохлов Николай Федорович, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела факультета агрономии и биотехнологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор с.-х. наук Н.Ф. Хохлов

«05» декабря 2018 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства  
протокол № 63 от «7» декабря 2018 г.

И.о. зав. кафедрой Пыльнев В.В., д.б.н., профессор



«07» декабря 2018 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии факультета Милюкова Н.А., к.б.н., доцент  
Протокол № 2а



«24» декабря 2018 г.

И.о. зав. выпускающей кафедрой  
Пыльнев В.В., д.б.н., профессор



«24» декабря 2018 г.

Зав. отделом комплектования ЦНБ



**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных средств получены:**

Методический отдел УМУ

«  »    2018 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ 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>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	9
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>12</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>13</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	13
6.2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ .....	15
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>15</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	15
7.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	15
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	15
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>16</b>
2 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы .....	16
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</b> .....	<b>16</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>16</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>16</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	16
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.</b>

## АННОТАЦИЯ

### **рабочей программы учебной дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» для подготовки бакалавра по направленности «Биотехнология»**

**Цель освоения дисциплины:** Целью освоения дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» является формирование у студентов способности осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, готовности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, способности к реализации и управлению биотехнологическими процессами, планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты, готовности использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области. Это достигается через обучение студента принципам современного моделирования биологических и сельскохозяйственных объектов, процессов: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина призвана дать студенту знания в основах теории и применения математического моделирования в генетике, селекции, биотехнологии, экологии, растениеводстве, физиологии и защите растений, медицины, вирусологии, радиологии, демографии, теории эволюции, а также в экономике.

**Место дисциплины в учебном плане:** Дисциплина «Биологические системы их оптимизация» включена в цикл дисциплин вариативной части Учебного плана по направлению подготовки 19.03.01 «Биотехнология» направленности «Биотехнология».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ОПК-1, ОПК-2, ПК-2, ПК-10, ПК-11.

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Биологические системы и их оптимизация» призван обучить студента принципам современного моделирования: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Материал иллюстрирован примерами применения моделирования и задачами (большинство со схемами решения) из биотехнологии, экологии, генетики, селекции, растениеводства, физиологии и защиты растений, медицины, вирусологии, радиологии, демографии, теории эволюции, а также из экономики.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 3 зач. ед. (108 часов)

**Промежуточный контроль:** зачет

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» является формирование у студентов способности осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, готовности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, способности к реализации и управлению биотехнологическими процессами, планировать эксперимент, обрабатывать и представлять полученные результаты, готовности использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области. Это достигается через обучение студента принципам современного моделирования биологических и сельскохозяйственных объектов, процессов: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина призвана дать студенту знания в основах теории и применения математического моделирования в генетике, селекции, биотехнологии, экологии, растениеводстве, физиологии и защите растений, медицины, вирусологии, радиологии, демографии, теории эволюции, а также в экономике.

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

Дисциплина «Биологические системы и их оптимизация» включена в цикл дисциплин вариативной части Учебного плана по направлению 19.03.01 «Биотехнология» направленности «Биотехнология». Круг вопросов, изучаемых дисциплиной «Биологические системы и их оптимизация» соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 19.03.01 «Биотехнология» профилю «Биотехнология».

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биологические системы и их оптимизация», являются «Информационные технологии в науке и образовании – 1 курс 1 сем.» и «Методологические основы исследований в биотехнологии – 1 курс 2 сем.».

Дисциплина «Биологические системы и их оптимизация» является основополагающим для изучения дисциплин «Основы молекулярной генетики», «Частная селекция садовых культур».

Особенностью дисциплины является последовательное изучение принципов современного моделирования: основным понятиям, классификации моделей и методов моделирования, их возможностям и ограничениям. Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний основ высшей математики, математической статистики, информатики.

Промежуточная оценка знаний и умений студентов проводится с помощью устных опросов, зачета в 5 семестре.

Рабочая программа дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатываются индивидуально с учетом особенностей психологического 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	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-1	способностью осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	самостоятельно освоить новые типы математических моделей и методы их применения	подбирать методы моделирования в исследованиях по биологии и сельскому хозяйству.	методиками использования простейших методов аналитического и имитационного моделирования и
2	ОПК-2	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Применять на практике основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Законами естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
3	ПК-2	способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	основы планирования и анализа результатов экспериментов помогают составить целостное представление о картине мира на научной основе, формировать способность к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее дос-	Обобщать и анализировать полученную научную информацию, правильно ставить цели и выбирать пути ее достижения	методами планирования и количественного анализа биологических и сельскохозяйственных экспериментов

			тижения		
4	ПК-10	владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	При решении исследовательских и практических задач генерировать идеи, поддающиеся операционализации исходя из наличных ресурсов и ограничений	технологиями критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
5	ПК-11	готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ	Знать объекты и методы исследований для участия в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива	Уметь принимать участие в разработке биотехнологических проектов в составе авторского коллектива	Владеть современными методами биотехнологии для участия участвовать в разработке технологических проектов в составе авторского коллектива

#### 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		сем 5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>50,25</b>	<b>50,25</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>50,25</b>	<b>50,25</b>
<i>в том числе:</i>		

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		сем 5
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия (ПЗ)	34	34
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>57,75</b>	<b>57,75</b>
самоподготовка к текущему контролю знаний (самостоятельное изучение разделов, проработка и повторение лекционного материала и материала учебных пособий, подготовка к контрольным работам и семинарским занятиям)	48,75	48,75
Подготовка к зачету	9	9
<b>Вид контроля:</b>	зачет	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	С	ПКР	
Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»	73,75	10	20	-	43,75
Раздел 2. «Исследование операций»	34	6	14	-	14
Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	-	-	0,25	-
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0,25</b>	<b>57,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>16</b>	<b>34</b>	<b>0,25</b>	<b>57,75</b>

### Темы лекций по дисциплине

#### Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»

##### Тема 1-1. Модели динамики биологических и биотехнологических систем

1. Модели и моделирование. Прогрессия размножения
2. Моделирование численности взаимодействующих популяций
3. Модели биотехнологических процессов
4. Модели баланса вещества и энергии. Биологический метод борьбы с нежелательным видом. Модели эпидемии

##### Тема 1-2. Вероятностные модели

1. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов
2. Формула полной вероятности для моделирования скрещиваний
3. Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине

#### Раздел 2. «Исследование операций»

## Тема 2-1 Исследование операций на основе оптимизационных моделей

1. Линейное, нелинейное, динамическое программирование
2. Многокритериальные задачи
3. Проблемы оптимизации в условиях неопределенности

## Тема 2-2. Имитационное моделирование

1. Построение и проверка имитационных моделей
2. Модель агробиоценоза

### 4.3 Лекции и практические занятия

Таблица 4

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

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»</b>				
	Тема 1-1. Модели динамики биологических и биотехнологических систем	Лекция 1. Модели и моделирование. Прогрессия размножения. Моделирование численности взаимодействующих популяций	ОПК-1, ОПК-2, ПК-10	-	2
		Практическое занятие 1. Модели и моделирование. Прогрессия размножения. Моделирование численности взаимодействующих популяций (Семинар № 1).	ОПК-1, ПК-2 ПК-11	Устный опрос. Проверка правильность классификации моделей и объяснения уравнений	4
		Практическое занятие 2. Модели баланса вещества и энергии. Биологический метод борьбы с нежелательным видом. Модели эпидемии (Семинар № 2).			4
		Лекция 2. Модели биотехнологических процессов	ПК-2 ПК-11	Устный опрос. Проверка схем решения биотехногич. задач	4
	Практическое занятие 3. Модели биотехнологических процессов (Семинар № 3).	4			
	Тема 1-2. Вероятностные модели	Лекция 3. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов. Формула полной вероятности для моделирования	ОПК-2, ПК-2	-	4

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций и практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		скрещиваний			
		Практическое занятие 4. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов. Формула полной вероятности для моделирования скрещиваний (Семинар № 4).		Устный опрос. Проверка правильность классификации моделей и объяснения уравнений	4
		Лекция 4. Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине		-	2
		Практическое занятие 5. Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине (Семинар 5).		Устный опрос. Оценка уровня знаний по темам. Опрос	4
2	<b>Раздел 2. «Исследование операций»</b>				
	Тема 2.1. Исследование операций на основе оптимизационных моделей	Лекция 5. Линейное, нелинейное, динамическое программирование. Многокритериальные задачи. Проблемы оптимизации в условиях неопределенности	ПК-10	-	4
		Практическое занятие 6. Многокритериальные задачи. Проблемы оптимизации в условиях неопределенности (Семинар № 6).		Составление задач по теме	8
	Тема 2-2. Имитационное моделирование	Лекция 6. Построение и проверка имитационных моделей. Модель агробиоценоза	ОПК-2, ПК-11	-	2
		Практическое занятие 7. Построение и проверка имитационных моделей. Модель агробиоценоза (Семинар № 7).		Устный опрос. Объяснение проблем на примере моделей агробиоценоза	4

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
1.	<b>Раздел 1. «Дескриптивные математические модели»</b>		
	Тема 1-1. Модели динамики биологических и биотехнологических систем	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое моделирование, общее определение модели, для чего их используют?</li> <li>2. Приведите классификацию моделей и определения математической модели.</li> <li>3. В чем разница понятий робастности и адекватности модели?</li> <li>4. Что такое настройка модели и как она проводится?</li> <li>5. Чем отличаются дескриптивные и оптимизационные модели?</li> <li>6. Поясните понятие популяционных волн и их классификацию. От чего зависит форма волн численности?</li> <li>7. Из каких частей состоит уравнение - модель для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания?</li> <li>8. Какие предположения используются для построения модели роста дерева?</li> <li>9. Какова генетическая основа биологического метода борьбы с нежелательным видом? Составьте модель для описания изменений численностей нормальных и стерильных самцов.</li> <li>10. В чём сложность построения модели для определения биомассы определённых возрастных групп?</li> </ol> <p>Сформулируйте демографическую задачу, которая может быть решена с использованием дискретной «шаговой» модели динамики возрастной структуры популяции в зависимости от времени.</p>	ОПК-1, ОПК-2, ПК-10 ПК-2
	Тема 1-2. Вероятностные модели	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чем отличаются вероятностные модели от детерминистических? Пояснить на примерах.</li> <li>2. Определить соотношение долей генотипов <math>Aa</math> и <math>aa</math> в <math>F_3</math> после самоопыления популяции <math>F_2</math> пшеницы, полученной из <math>F_1</math> (<math>AA \times aa</math>).</li> <li>3. Приведите примеры генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментов, при анализе которых может быть применена теория мишени.</li> <li>4. Для каких целей в экологии можно использовать ряд Пуассона? Пояснить на примерах.</li> </ol>	ОПК-1, ПК-11
2	<b>Раздел 2. «Исследование операций»</b>		

№ п/п	№ раздела	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Формируемые компетенции
	Тема 2.1. Исследование операций на основе оптимизационных моделей	<p>1. Понятие исследования операций, привести примеры задач. Перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.</p> <p>2. Пояснить особенности моделей и привести примеры постановки задач линейного и нелинейного программирования.</p> <p>3. Пояснить на примерах особенности оптимизационных задач, решаемых методом динамического программирования.</p> <p>4. Каковы сложности решения многокритериальных задач? Привести примеры постановки и методы решения.</p> <p>5. Пояснить проблему решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации. Привести примеры задач, пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр.</p>	ПК-2 ПК-10
	Тема 2-2. Имитационное моделирование	<p>1. В чем состоит суть метода имитационного моделирования?</p> <p>2. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования.</p> <p>3. Привести этапы построения любой математической модели сложной системы.</p> <p>4. В чем недостатки метода имитационного моделирования?</p> <p>5. Как происходит проверка адекватности построенной модели?</p>	ОПК-1, ПК-11

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Активные и интерактивные формы проведения занятий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Вероятностные модели. Лекция 3. Сумма и произведение событий для моделирования генетических и селекционных процессов. Формула полной вероятности для моделирования скрещиваний	Л	Анализ конкретных ситуаций
2.	Практическое занятие 7. Построение и проверка имитационных моделей. Модель агробиоценоза (Семинар № 7).	ПЗ	Технология проблемного изучения
3.	Практическое занятие 5.	ПЗ	Тематическая дискуссия

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	Теория мишени как основа моделей в биологии, экологии и медицине (Семинар 5).	

## 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 для текущего контроля

6. Что такое моделирование, общее определение модели, для чего их используют?
7. Приведите классификацию моделей и определения математической модели.
8. В чем разница понятий робастности и адекватности модели?
9. Что такое настройка модели и как она проводится?
10. Чем отличаются дискриптивные и оптимизационные модели?
11. Поясните понятие популяционных волн и их классификацию. От чего зависит форма волн численности?
12. Из каких частей состоит уравнение - модель для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания?
13. Какие предположения используются для построения модели роста дерева?
14. Какова генетическая основа биологического метода борьбы с нежелательным видом? Составьте модель для описания изменений численностей нормальных и стерильных самцов.
15. В чём сложность построения модели для определения биомассы определённых возрастных групп?
16. Сформулируйте демографическую задачу, которая может быть решена с использованием дискретной «шаговой» модели динамики возрастной структуры популяции в зависимости от времени.
17. Чем отличаются вероятностные модели от детерминистических? Пояснить на примерах.
18. Определить соотношение долей генотипов  $Aa$  и  $aa$  в  $F_3$  после самоопыления популяции  $F_2$  пшеницы, полученной из  $F_1$  ( $AA \times aa$ ).
19. Приведите примеры генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментов, при анализе которых может быть применена теория мишени.
20. Для каких целей в экологии можно использовать ряд Пуассона? Пояснить на примерах.
21. Понятие исследования операций, привести примеры задач. Перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.
22. Пояснить особенности моделей и привести примеры постановки задач линейного и нелинейного программирования.
23. Пояснить на примерах особенности оптимизационных задач, решаемых методом динамического программирования.
24. Каковы сложности решения многокритериальных задач? Привести примеры постановки и методы решения.
25. Пояснить проблему решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации.

26. Привести примеры задач, пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр.
27. В чем состоит суть метода имитационного моделирования?
28. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования.
29. Привести этапы построения любой математической модели сложной системы.
30. В чем недостатки метода имитационного моделирования?
31. Как происходит проверка адекватности построенной модели?

## 2. Примерные вопросы для зачета (промежуточный контроль)

1. Определения математических моделей. Для чего они могут быть использованы в научных исследованиях?
2. Оценить соотношения долей трех генотипов (AA, Aa, aa) после свободного переопыления гетерозиготных растений ржи Aa.
3. Типы математических моделей, робастность и адекватность моделей.
4. Оценить соотношение долей трех генотипов (AA, Aa, aa) после самоопыления исходной популяции пшеницы со следующим генотипическим составом:  $\frac{1}{4}$  (AA),  $\frac{1}{2}$  (Aa),  $\frac{1}{4}$  (aa)
5. Причина остановки роста дерева: гипотеза, модельные предположения, структура уравнения, график, проверка адекватности модели, вывод.
6. Какова вероятность заболевания хотя бы одного из 20000 вакцинированных детей, если для любого ребенка вероятность заболеть после вакцинирования  $p=0,0001$ ?
7. Результаты моделирования динамики численности популяций в различных ситуациях: без внешних лимитов, с абиотическими ограничениями на предельную численность, при взаимодействии “хищник-жертва”
8. Оценить вероятность того, что при скрещивании мышей Cc x Cc все 4 потомка – белые. C – серая окраска – доминантный аллель, c – белая (рецессивная).
9. Моделирование возрастной структуры популяции. Пример постановки задачи и решение - прогноз на 1 «шаг».
10. Оценить вероятность того, что при скрещивании мышей Cc x Cc хотя бы один из 4-х потомков имеет белую окраску шерсти. C – серая окраска (доминантная), c – белая (рецессивная)
11. Моделирование борьбы с вредным видом методом Кюрасао. Пояснить структуру уравнений, решение.
12. Какова вероятность того, что из 4-х потомков, полученных от скрещивания мышей Cc x Cc, 2 будут серые и 2 белые? C – серая окраска (доминантная), c – белая (рецессивная)
13. Приведите примеры постановок генетических, микробиологических, экологических и медицинских задач, при решении которых может быть применена теория мишени.
14. Численность двух популяций увеличивается по экспоненциальной зависимости от времени. В первой популяции параметр  $r_1 = 0,1$  1/час, во второй  $r_2 = 0,06$  1/час. В начальный период времени численность первой популяции 1010 особей, второй – 2720. Через сколько суток численности двух популяций сравняются?
15. Использование дифференциальных уравнений для моделирования численностей при эпидемиях.
16. Достаточно ли выбрать 25 семян для посева сорта пшеницы, чтобы с вероятностью 95% в этой выборке было хотя бы по одному семени каждого из трех биотипов, содержащихся в сорте в долях: 0,2, 0,1 и 0,7.
17. Пояснить особенности моделей и метода решения задач линейного и нелинейного программирования. Привести пример.
18. Пояснить особенности и метод решения оптимизационных задач динамического программирования. Привести пример.
19. Пояснить сложности и методы решения многокритериальных задач. Привести примеры.

20. Понятие исследования операций, привести примеры задач. Перечислить модели и методы, предназначенные для выбора оптимальных решений.
21. Пояснить проблемы решения оптимизационных задач с учетом влияния неопределенностей различного типа. На примерах пояснить подходы к выбору критериев оптимизации.
22. Пояснить смысл критериев и оптимальных стратегий в теории игр. Привести пример задачи.
23. Описать области применения и отличия аналитического и имитационного моделирования. Привести примеры задач.

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

**Виды текущего контроля:** выступление на семинаре (10 баллов), 5 выступлений – сумма баллов равна 50

контрольные работы по темам (50 баллов), 2 контрольных работы – сумма баллов равна 100

Итого: максимальная сумма баллов равна 150.

**Зачет.** Студент получает зачет, если выполнены все контрольные работы, положительно оценены выступления на семинарах по темам курса, и общая сумма баллов выше 60% от максимальной рейтинговой оценки, т.е. выше 90 баллов.

**Промежуточный контроль** – зачет

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

### **7.1 Основная литература**

1. Смиряев А.В., Исачкин А.В., Панкина Л.К. Моделирование в биологии и сельском хозяйстве. М., РГАУ-МСХА, 2013, 153 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Гринин А.С., Орехов Н.А., Новиков В.Н. Математическое моделирование в экологии: Учеб. пособие М.: ЮНИТИ-Дана, 2003.-269 с.
- 2.. Ризниченко Г.Ю., Рубин А.Б. Математические модели биологии продукционных процессов. М., МГУ, 1993, 299 с.

### **7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

1. Смиряев А.В. Моделирование кинетики метаболизма в биотехнологии. Методические указания, М.: РГАУ-МСХА, 2011, 21 с.

2. Осипов Д.С. Математическое моделирование биосинтеза продуктов метаболизма. Методика анализа, М., 2002. <http://www.studzona.com/referats/view/1542>

3. Моделирование микробной популяции. Лекция. <http://www.library.biophys.msu.ru/LectMB/lect11.htm>.

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

1. AGROS – Пакет программ по моделям и математическим методам в генетике и селекции растений.

### 2 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

<http://worlddocuments.org/docs/index-1949.html> - Сайт Уральского государственного университет им. А.М. Горького «Математическое моделирование. Математическая биология и биоинформатика»

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Не используется.

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

Таблица 8

### 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 (37 учебный корпус, аудитория № 1)	Видеопроектор, экран настенный, компьютер
Учебные аудитории для проведения семинаров (37 учебный корпус, аудитория № 2)	Стол, стулья, соответствующие учебные пособия
Помещение для самостоятельной работы (37 учебный корпус, аудитория № 2)	Стол, стулья, соответствующие учебные пособия, читальный зал библиотеки.
Центральная научная библиотека	Читальный зал
Общежитие	Комната для самоподготовки

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Самостоятельная работа студентов над курсом «Биологические системы и их оптимизация» заключается в систематической работе с учебными пособиями и конспектом лекций, подготовке к семинарам. При решении задач необходимо проработать все типовые задачи, приведенные ко всем темам. Все сложные вопросы по теории и задачам разбираются на семинарских занятиях. Для плохо успевающих студентов организованы консультации.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия обязан самостоятельно подготовиться к соответствующему занятию по теме и ответить на вопросы преподавателя по теме занятий.

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

Специфика дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» является неразрывная связь теории с практикой. Поэтому многие теоретические знания, которые студенты получают на лекциях, подтверждаются и усваиваются на семинарских занятиях.

**Программу разработал:**

Смиряев А.В. доктор биол. наук, профессор



## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины «Биологические системы и их оптимизация»  
по направлению 19.03.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология»  
(квалификация (степень) выпускника – бакалавр)

Хохловым Николаем Федоровичем, профессором кафедры земледелия и методики опытного дела факультета агрономии и биотехнологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктором с.-х. наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» по направлению 19.03.01 «Биотехнология», направленности «Биотехнология» разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства (разработчик – Смирязев А.В. доктор биол. наук, профессор).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 «Биотехнология. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

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

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.03.01 «Биотехнология».

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Биологические системы и их оптимизация» закреплено 5 компетенций. Дисциплина «Биологические системы и их оптимизация» и представленная Программа **способна реализовать** ее 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. **Результаты обучения**, представленные в Программе, соответствуют рекомендациям примерной программы по биотехнологии и молекулярной биологии, рекомендуемой для всех направлений подготовки и специальностей и дополнена разделом «Модели биотехнологических процессов», что также соответствует требованиям к Программам в части соответствия и ориентации на область профессиональной деятельности, а также запросам экономики и рынка труда.

7. Общая трудоёмкость дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

8. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Биологические системы и их оптимизация» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО Учебного плана по направлению 19.03.01 «Биотехнология» и возможность дублирования в содержании отсутствует.

9. Дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области биотехнологии и молекулярной биологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

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

11. Программа дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» предполагает 7 занятий в интерактивной форме.

12. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 «Биотехнология».

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

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – Б1.В ФГОС направления 19.03.01 «Биотехнология».

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

15. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 1 источника (учебное пособие), дополнительной литературой – 4 наименования, методическими указаниями – 3 источника, Интернет-ресурсы – 1 источник и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 «Биотехнология».

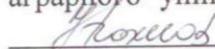
16. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

17. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Биологические системы и их оптимизация».

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Биологические системы и их оптимизация» по направлению 19.03.01 «Биотехнология», профиль «Биотехнология» (квалификация (степень) выпускника – бакалавр), разработанная Смиряевым А.В. доктором биол. наук, профессором, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленной компетенции.

Рецензент: Хохлов Николай Федорович, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела факультета агрономии и биотехнологии Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, доктор с.-х. наук



«05» *сентября* 2019 г.