



УТВЕРЖДАЮ:  
Начальник Управления подготовки и  
аттестации кадров высшей  
квалификации

*В.В. Пыльнев*  
" 00 " июня 2020г.

**Лист актуализации  
рабочей программы дисциплины  
«Планирование и статистический анализ экспериментов в области  
биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)»**

наименование

**и фонда оценочных средств по дисциплине на 2020/2021 учебный год**

для подготовки кадров высшей квалификации

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Направленность программ: Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Рабочая программа дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» и Фонд оценочных средств не претерпели изменений, пересмотрены и одобрены на заседании кафедры генетики, селекции и семеноводства протокол от «25» июня 2020 г. № 12

Заведующий кафедрой,  
д.б.н. профессор

*В.В. Пыльнев*  
В.В. Пыльнев

**СОГЛАСОВАНО:**

Председатель учебно-методической комиссии факультета агрономии и биотехнологии

В. В. Пыльнев (ученая степень, ученое звание) *В. В. Пыльнев* подпись Лазарев И. И. ФИО

протокол заседания УМК от «25» июня 2020 г. № 15

Начальник учебно-методического отдела  
подготовки кадров высшей квалификации УПК ВК

*С.А. Дикарева*  
С.А. Дикарева



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:  
Проректор по науке  
и инновационному развитию  
С.Л. Белопухов  
августа 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
Б1.В.03 ПЛАНИРОВАНИЕ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ОБЛАСТИ БИОТЕХНОЛОГИИ (В ТОМ ЧИСЛЕ  
БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)**

для подготовки кадров высшей квалификации  
ФГОС ВО

Направление подготовки: 06.06.01 Биологические науки

Направленность программ: Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Год обучения: 1

Семестр обучения: 2

Язык преподавания: русский

Москва, 2018

Автор рабочей программы: Смиряев А.В., д-р биол. наук, профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



« 29 » августа 2018г.

Рабочая программа предназначена для преподавания дисциплины вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Б1.В.03 «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» аспирантам очной формы обучения.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 871 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 г. № 33686.

Программа обсуждена на заседании кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства « 29 » августа 2018 г., протокол № 58

Зав. кафедрой Пыльнев В.В., д-р биол. наук, профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



Рецензент: Хохлов Н.Ф., д-р с.-х. наук, профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



**Проверено:**

Начальник учебно-методического отдела  
Управления подготовки кадров  
высшей квалификации

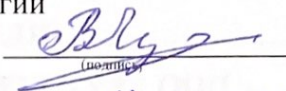


С.А. Дикарева

**Согласовано:**

И.о. декана факультета агрономии и биотехнологии

Леунов В.И., д-р с.-х. наук, профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

« 28 » июня 2018 г.

Программа обсуждена на заседании Ученого совета факультета агрономии и биотехнологии протокол № 12

Секретарь ученого совета факультета Заренкова Н.В. канд.с.-х. наук, доцент



« 28 » июня 2018 г.

Программа принята учебно-методической комиссией по направлению подготовки 06.06.01. Биологические науки протокол № 14  
(направление)

/ Председатель учебно-методической комиссии Сазаров И.Н., д.с.-х.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)



« 30 » мая 2018 г.

Руководитель программы Калашникова Е.А., д-р биол. наук, профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)



« 29 » августа 2018 г.

/ Отдел комплектования ЦНБ

  
(подпись)

Е.А. Комарова

## Содержание

АННОТАЦИЯ .....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП.....	6
3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	7
4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	7
5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ.....	11
6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ .....	11
7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ.....	11
7.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПО ВИДАМ РАБОТ	11
7.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	12
7.3. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	13
7.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (МОДУЛЯ).....	14
8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	14
9. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: .....	16
9.1 Перечень основной литературы .....	16
9.2 Перечень дополнительной литературы.....	16
9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «ИНТЕРНЕТ» .....	17
9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы.....	17
9.5 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ. ....	17
9.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий .....	18
9.5.2 Требования к специализированному оборудованию .....	18
10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ).....	18
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ).....	18

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.03 «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 «Биологические науки» по программе аспирантуры: 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)».

Курс дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» строится на современных методах исследования в области планирования и статистического анализа результатов биологических и сельскохозяйственных экспериментов.

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о принципах планирования и статистического анализа результатов биологических и сельскохозяйственных экспериментов; современной методологии статистических исследований; практических умений и навыков статистической обработки экспериментальных данных с применением современных информационных технологий.

**Содержание курса.** Излагаются вопросы теории вероятности и математической статистики, построения и практического использования математико-статистических моделей биологических и сельскохозяйственных объектов. Аспиранты получают представление о современных методах планирования и статистического анализа результатов биологических и сельскохозяйственных экспериментов.

**Общая трудоемкость** учебной дисциплины (модуля) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» составляет 3 зачетных единицы, в объеме 108 часов.

**Контроль знаний** аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации. Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью выполнения лабораторно-практических работ и их защиты, оценки самостоятельной работы аспирантов. Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачета.

**Ведущие преподаватели:** профессора и доценты кафедры генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства.

## **1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Цель изучения дисциплины** Б1.В.03 «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» – формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о принципах планирования и статистического анализа результатов биологических и сельскохозяйственных экспериментов; современной методологии статистических исследований; практических умений и навыков статистической обработки экспериментальных данных с применением современных информационных технологий.

### **Задачи изучения дисциплины:**

сформировать у аспирантов представление:

- о современном уровне и направлениях развития статистических методов и информационных технологий, используемых для анализа экспериментальных данных в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии);
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при анализе и прогнозировании на основе экспериментальных данных при проведении научных исследований с использованием современных информационных технологий.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ООП**

Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).

Дисциплина (модуль) Б1.В.03 «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» включена в перечень ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), в Блок 1 «Дисциплины (модули)» вариативной части. Реализация в дисциплине «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» требований ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации), ОПОП ВО и Учебных планов по программам аспирантуры, решений учебно-методической комиссии и Ученого совета факультета, отечественного и зарубежного опыта, должна учитывать следующее знание научных разделов:

- методика проведения научных исследований;
- методика преподавания дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)»;

- технологии планирования проведения и анализа результатов научных экспериментов в биологии и сельском хозяйстве;

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, являются: «теория вероятности», «математическая статистика», «общая генетика» «биотехнология» «биохимия растений».

Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы для написания научно-квалификационной работы (диссертации) по научной специальности 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Дисциплина (модуль) является основополагающей в учебном плане подготовки аспирантов по направлению подготовки 06.06.01 – Биологические науки, программе аспирантуры 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Особенностью учебной дисциплины (модуля) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» является научно-исследовательская направленность. Это предполагает знания принципов и методов планирования и статистической обработки генетических и биотехнологических данных.

### **3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, из которых 8,25 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (4 часа – занятия лекционного типа, 4 – практических занятий, 0,25 – зачет), 99,75 часов составляет самостоятельная работа аспиранта (из них 9 – подготовка к зачету).

### **4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотношенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры**

Дисциплина должна формировать следующие компетенции:

- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- способность проводить статистический анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для



биотехнологии (в том числе бионанотехнологии); реализовывать анализ на практике (ПК-4);

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

- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках (УК-4)

- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Ожидаемые знания, умения и навыки в рамках формируемых у аспирантов компетенций по дисциплине «Планирование и статистический анализ экспериментов в области генетики» представлены в таблице 1.

**Контроль знаний** аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации. Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях путем выполнения лабораторно-практических работ и их защиты, оценки самостоятельной работы аспирантов. Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – зачета.

**Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)», соотношенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры**

		В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:			
№ п/п	Код компетенции	Содержание формируемых компетенций	знать	уметь	владеть
1.	ОПК-1	- способностью самостоятельно осуществлять научную исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	методы статистического анализа экспериментальных данных, основные пакеты прикладных статистических программ	применять методы статистического анализа экспериментальных данных, в том числе и с использованием современных пакетов прикладных программ	проводить самостоятельные научные исследования с использованием современных статистических методов
2.	ПК-4	- способность проводить статистический анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для биотехнологии (в том числе бионанотехнологии); реализовывать анализ на практике	принципы моделирования с учетом проблем, имеющих значение для биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)	реализовывать результаты статистического анализа на практике учитывая задачи биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)	методами статистического анализа, которые позволяют решить задачи исследования наиболее актуальных проблем, имеющих значение для биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)
3.	УК-1	- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных	методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методов генерирования	при решении исследовательских задач генерировать идеи, подпадающие операционализации исходя из на-	технологиями критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и прак-

	областях		вания новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе междисциплинарных	личных ресурсов и ограничений	тических задач, в том числе в междисциплинарных областях
4.	УК-2	- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки	современные принципы организации российских и международных исследований коллег-лекторов	организовать научную исследовательскую работу в коллективе, состоящем из специалистов различного уровня подготовки	методами как биологических, так и других современных направлений для работы в коллективах ученых разных направлений
5.	УК-4	- готовностью использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках	основы планирования и анализа результатов экспертных помогающих составить целостное представление о картине мира на научной основе	обобщать и анализировать полученную научную информацию	принципами обобщения научной информации, полученной с помощью технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках
6.	УК-5	- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.	способы обобщения, анализа, восприятия информации, постановки цели и выбора путей ее достижения	правильно ставить цели и выбирать пути ее достижения	методами планирования и количественного анализа биологических и сельскохозяйственных экспериментов

## 5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ

Курс предполагает наличие у аспирантов базовых знаний и умений по математике, включая математическую статистику, которые изучаются по образовательным программам бакалавриата (специалитета).

## 6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

## 7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

### 7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ

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

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	зач. ед.	час.
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>3</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>0,23</b>	<b>8,25</b>
Лекции (Л)	0,11	4
Практические занятия (ПЗ), в т.ч. контактная работа в период аттестации)	0,12	4,25
<b>Самостоятельная работа (СРА)</b>	<b>2,77</b>	<b>99,75</b>
в том числе:		
самоподготовка к текущему контролю знаний	2,52	90,75
Подготовка к зачету с оценкой	<b>0,25</b>	<b>9</b>
Вид контроля:		зачет с оценкой

## 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (модулей)	Всего, час.	Контактная работа, час.		Самостоятельная работа, час.
		Лекция	Практическое занятие	
<b>Раздел I. Основы математического моделирования в биологии и сельском хозяйстве</b>	<b>44</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>40</b>
Тема 1. Статистические методы, параметры и их оценки	44	2	2	40
<b>Раздел 2. Теория эксперимента</b>	<b>63,75</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>59,75</b>
Тема 1. Последовательный анализ. Построение регрессионных моделей	63,75	2	2	59,75
Контактная работа в период аттестации	0,25		0,25	
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4,25</b>	<b>99,75</b>

### Содержание дисциплины (модуля)

#### Лекционные занятия

#### Раздел I. Основы математического моделирования в биологии и сельском хозяйстве

##### Тема 1. Статистические методы, параметры и их оценки

1. Функция и плотность распределения случайных величин.
2. Точечные и интервальные оценки среднего, дисперсии, корреляции, коэффициентов регрессии.
3. Метод наименьших квадратов.
4. Проверка статистических гипотез.
5. Рандомизация и дисперсионный анализ.
6. Активный и пассивный эксперимент.
7. Интерполяция и экстраполяция.

#### Раздел II. Теория эксперимента

##### Тема 1. Последовательный анализ. Построение регрессионных моделей

1. Общие принципы и этапы планирования экспериментов.
2. Основные принципы планирования эксперимента, обеспечивающие получение максимума информации при минимуме опытов.
3. Оптимизация объема экспериментальной выборки при проверке статистических гипотез. Двухшаговый метод для получения заданного доверительного интервала параметра.

4. Планирование многофакторных экспериментов с количественной градацией изучаемых вариантов.
5. Полный и дробный факторный эксперименты, их характеристики.
6. Проверка значимости коэффициентов регрессии и адекватности регрессии. Использование регрессионных моделей в экстремальных экспериментах.

**Таблица 4 – Содержание практических занятий по дисциплине и контрольных мероприятий**

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	№ и название практических занятий	Вид контрольного мероприятия	Количество академических часов
<b>Раздел 1. Основы статистического анализа экспериментальных данных</b>				<b>2</b>
1	Тема 1. Статистические методы, параметры и их оценки	Оценки статистических параметров по экспериментальным данным	Защита	2
<b>Раздел 2. Теория эксперимента</b>				<b>2</b>
2	Тема 2. Последовательный анализ. Построение регрессионных моделей	Основы статистического анализа экспериментальных данных	Защита	2
	Контактная работа в период аттестации			0,25
<b>Итого по дисциплине (модулю)</b>				<b>4,25</b>

### 7.3. Образовательные технологии

**Таблица 5 – Активные и интерактивные формы проведения занятий**

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Кол-во часов	№ п/п
1.	Статистические методы, параметры и их оценки	ПЗ	Мозговой штурм. Компьютерная симуляция	2
2.	Основы статистического анализа экспериментальных данных	ПЗ	Мозговой штурм. Компьютерная симуляция	2
Всего:				<b>4</b>

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий, составляет 4 часов (50% от общей аудиторной трудоемкости дисциплины).

#### 7.4. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля)

Таблица 6 – Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения	Кол-во часов
Раздел I. Основы математического моделирования в биологии и сельском хозяйстве			<b>40</b>
	Тема 1 Статистические методы, параметры и их оценки	1. Оценки статистических параметров по экспериментальным данным. 2. Динамика численности популяции, модель роста дерева. 3. Модели и эксперименты в биотехнологии.	40
Раздел II. Теория эксперимента			<b>59,75</b>
	Тема 1. Последовательный анализ. Построение регрессионных моделей	1. Минимизация экспериментальной выборки. 2. Эффективность аппроксимации регрессиями первого порядка	59,75
	<b>Итого по дисциплине</b>		<b>99,75</b>

### 8. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**Фонд оценочных средств включает:**

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы, в формировании которых участвует дисциплина (модуль), и их «карты».
- Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине (модулю):

Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине:

1. Что такое моделирование, общее определение модели, для чего их используют?

2. Приведите классификацию моделей и определение математической модели.
3. В чем разница понятий робастности и адекватности модели?
4. Что такое идентификация, настройка и верификация модели? Как они проводятся?
5. Чем отличаются дескриптивные и оптимизационные модели?
6. Приведите уравнение (модель) для описания прогрессии размножения, когда нет никаких ограничений на  $N$ . Как изменится эта модель, если ввести ограничение – предельную численность популяции  $K_{\max}$ ?
7. Поясните понятие популяционных волн и их классификацию, от чего зависит форма волн численности?
8. Из каких частей состоят уравнения - модель для описания изменений численности популяций хищника и жертвы в их ограниченном ареале совместного обитания?
9. В чем состоит общая гипотеза, объясняющая причину остановки роста дерева, и какие упрощающие предположения используются для построения модели роста?
10. Каковы основные количественные показатели, используемые при моделировании кинетики биотехнологических процессов?
11. Привести графики простейших зависимостей удельной скорости роста биомассы (плотности) популяции от концентрации основного компонента субстрата, а также от концентрации продукта метаболизма. Сформулировать модельные предположения для каждого графика.
12. Задать конкретные значения констант в модели Колпикова, которая предполагает ингибирующее влияние концентрации субстрата на популяцию микроорганизмов. Построить соответствующий график зависимости удельной скорости диссимилиации микроорганизмов от  $s$ .
13. По аналогии с моделями Моно, Мозеса и Андрюса составить формулы зависимости удельной скорости биосинтеза основного продукта биотехнологического процесса от  $s$ . Пояснить смысл каждой зависимости.
14. Пояснить способ оценки среднего возраста культуры в биореакторе. Какие модельные зависимости предложены для описания влияния среднего возраста на удельную скорость биосинтеза продукта?
15. Каковы модельные предположения о характере деградации продукта метаболизма в процессе его биосинтеза?
16. Какова структура уравнения расхода субстрата в биотехнологическом процессе?
17. Каковы основные принципы планирования эксперимента, обеспечивающие получение максимума информации при минимуме опытов.
18. Что такое последовательный анализ, какова его цель?
19. Приведите схемы многофакторных экспериментов с количественной градацией изучаемых вариантов. Что такое полный факторный эксперимент и каковы его характеристики?
20. Что такое дробный факторный эксперимент?
21. Чем отличаются стохастические модели от детерминистических?. Пояснить на примерах.



22. Определить соотношение долей генотипов  $Aa$  и  $aa$  в популяции  $F_3$ , полученной после самоопыления популяции  $F_2$  пшеницы со структурой  $0,25AA$ ;  $0,5Aa$ ;  $0,25aa$ .
  23. Привести примеры генетических, микробиологических, экологических и медицинских экспериментов, при анализе которых может быть применена теория мишени.
  24. Для каких целей в экологии можно использовать ряд Пуассона? Пояснить на примерах.
  25. Как по выборке данных в популяции определить частоты генотипов и генов? Приведите числовой пример.
  26. Закон Харди-Вайнберга. Ограничения, при которых он выполняется. 7. Установление равновесия в популяции при частичном самоопылении. Приведите числовой пример.
  28. Влияние иммиграции на структуру популяции. Приведите числовой пример.
  29. Оценка относительной приспособленности и коэффициента отбора генотипа в популяции. Приведите числовой пример.
  30. Эффективная численность и ее влияние на структуру популяции.
  31. Влияние мутационного процесса на генетическую структуру популяции (судьба единичной мутации, равновесие при регулярных мутациях).
- Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

В течение периода обучения по дисциплине аспирант должен выполнить и защитить 2 практических задания (индивидуальных или групповых проектов), каждое из которых оценивается максимум на 20 баллов; принять участие в деловой игре (конференции) (18 баллов – максимум), посещение каждой лекции оценивается в один балл. Для получения зачета аспирант должен освоить компетенции как минимум на пороговом уровне, набрав не менее 65 баллов (60% от максимально возможно баллов:  $2 \times 20 + 18 + 40 = 108$ ).

**Форма промежуточной аттестации по дисциплине:** зачет.

## 9. Ресурсное обеспечение:

### 9.1 Перечень основной литературы

1. Рыков, В.В. Математическая статистика и планирование эксперимента / В.В. Рыков, В.Ю. / Иткин Учебное пособие. М.: РГУ НГ. 2009. – 303 с.
2. Смиряев, А.В. Моделирование в биологии и сельском хозяйстве / А.В. Смиряев, А.В. Исачкин, Л.К. Панкина / Учебное пособие. Издание 2-е// М., ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева, 2013. – 153 с.
3. Смиряев, А.В. Генетика популяций и количественных признаков / А.В. Смиряев, А.В. Кильчевский / Учебник. М.: КолосС, 2007. – 256 с.
4. Электронное руководство пользователей пакета Stata. URL: <http://www.ats.ucla.edu/stat/dae>

5. Электронное руководство пользователей пакета Statistica 6.0. URL: <http://www.statsoft.ru/home/textbook/default.htm>

6. PDF-документация. Раздел «Справка» в пакетах Stata, MatLab, Eviews, Statistica

## **9.2 Перечень дополнительной литературы**

1. Животовский, Л.А. Популяционная биометрия / Л.А. Животовский / М.: Наука, 1991. – 274 с.

2. Рокицкий, П.Ф. Введение в статистическую генетику / П.Ф. Рокицкий / Минск: Высшая школа, 1974. – 322 с.

3. Налимов, В.В. Теория эксперимента / В.В. Налимов / М.: Наука, 1971, – 208 с.

4. Ллойд, Э. Справочник по прикладной статистике. / Э. Ллойд, У. Ледерман / Т.1. М.: Финансы и статистика. – 1989. 450 с.

## **9.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

1. Единый архив статистических и эконометрических данных ВШЭ. URL: <http://sophist.hse.ru/db/oprosy.shtml?ts=2>

2. Информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга деятельности образовательных организаций высшего образования. URL: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/>

3. Научная электронная библиотека. URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>

4. Официальный сайт Евростата. Статистические данные. URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

5. Официальный сайт Росстата. URL: <http://www.gks.ru/>

6. Официальный сайт Центрального Банка России. URL: [www.cbr.ru](http://www.cbr.ru)

7. Препринты НИУ ВШЭ. URL: <http://www.hse.ru/org/hse/wp>

8. Экономический журнал ВШЭ. URL: <http://ej.hse.ru/archive.html>

9. SCImago Journal & Country Rank. URL: <http://www.scimagojr.com/>

10. QS World University Rankings. URL: <http://www.topuniversities.com/>

## **9.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы**

**Программное обеспечение:** MS EXCEL, MS WORD, пакеты прикладных программ: STATA, Eviews, STATISTICA, Matlab.

## **9.5 Описание материально-технической базы.**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» необходимы компьютерные классы со специализированным программным обеспечением.

Кафедра располагает следующим специализированным лицензионным программным обеспечением: STATA, Eviews, STATISTICA, Matlab.

#### **9.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для проведения теоретических занятий по дисциплине (модулю) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» необходимы:

Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, для практических занятий и самостоятельной работы аспирантов – компьютерный класс с эконометрическими и статистическими пакетами прикладных программ в соответствии с п. 9.4 и доступом к сети «Интернет».

#### **9.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение практических занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных компьютерами и специализированным программным обеспечением: STATA, Eviews, STATISTICA, Matlab.

### **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Курс предусматривает, что аспиранты обладают подготовкой в области математической статистики, приходят на практические занятия подготовленными по вопросам лекционного материала. Предполагается, что аспирант выполняет практическое задание в аудитории, дома оформляет и готовится по теоретическим вопросам к защите отчета на следующем занятии.

Аспирант, пропустивший занятия, осваивает материал самостоятельно (выполняет практическое задание в компьютерном классе кафедры в часы, свободные от занятий, изучает теоретические вопросы).

### **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

На первом занятии преподаватель закрепляет за каждым аспирантом номер варианта для выполнения индивидуальных работ (как правило, номер варианта соответствует порядковому номеру аспиранта в журнале преподавателя). По каждой индивидуальной работе должна быть поставлена оценка по факту ее защиты. Защиту рекомендуется проводить на следующем после полужаня задания занятии. Преподаватель обязан проверить соответствие вы-

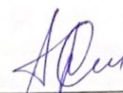
полненного задания исходным данным варианта аспиранта. Таким образом, исключается вероятность плагиата.

В рамках курса предусмотрена деловая игра (конференция), ориентированная на получение опыта научных исследований, публичного выступления, участия в научных дискуссиях.

Преподаватель должен стимулировать аспирантов к научно-исследовательской работе, изучению научной литературы по тематике дисциплины, в т.ч. отечественной и зарубежной периодики.

**Автор рабочей программы:**

Смиряев А.В., доктор биологических наук, профессор



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу по дисциплине (модулю) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)»  
ОПОП ВО по направлению подготовки  
06.06.01 Биологические науки по программе аспирантуры Физиология и биохимия растений

Хохлов Николай Федорович (далее по тексту рецензент), провел рецензию рабочей программы по дисциплине (модулю) «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, по программе аспирантуры Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре генетики, биотехнологии, селекции и семеноводства (разработчик – д. б.н., профессор Смирязев А.В.).

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

Предъявленная рабочая программа учебной дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 871 и зарегистрированного в Минюсте России 20.08.2014 № 33686.

1. Рабочая программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам, предъявляемых к рабочей программе дисциплины/практики в соответствии с Письмом Рособнадзора от 17.04.2006 № 02-55-77ин/ак.

2. Представленная в Рабочей программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) не подлежит сомнению – дисциплина относится к вариативной части учебного цикла Блок 1 «Дисциплины (модули)»

3. Представленные в Рабочей программе цели учебной дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО (уровень подготовки кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 Биологические науки и направлены на освоение выпускником видов профессиональной деятельности, закрепленных образовательным стандартом.

4. В соответствии с Рабочей программой за дисциплиной «Планирование и статистический анализ экспериментов в области физиологии и биохимии растений» закреплено 4 универсальных, 1 общепрофессиональных и 1 профессиональная компетенции, которые реализуются в объявленных требованиях.

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

6. Содержание учебной дисциплины, представленной Рабочей программы, соответствует рекомендациям примерной рабочей программы дисциплины, рекомендуемой при реализации ФГОС ВО по направлениям подготовки в аспирантуре. Общая трудоёмкость дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» составляет 3 зачётные единицы (108 часов), что соответствует ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) для направления подготовки 06.06.01 Биологические науки.

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Учебная дисциплина «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) и Учебного плана по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки и возможность дублирования в содержании отсутствует.

7. Представленная Рабочая программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы аспирантов, представленные в Рабочей программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 Биологические науки.

9. Представленные и описанные в Рабочей программе формы текущей оценки знаний соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний аспирантов, предусмотренная Рабочей программой, осуществляется в форме зачета, что соответствует примерной рабочей программе дисциплины, рекомендуемой для всех направлений подготовки, а также статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 Биологические науки.

10. Формы оценки знаний, представленные в Рабочей программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источников и дополнительной литературой – 4 наименования и соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) направления подготовки 06.06.01 Биологические науки.

Материально-техническое обеспечение соответствует специфике дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации аспирантам и методические рекомендации преподавателям дают представление о специфике обучения по дисциплине «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» и соответствуют требованиям Письма Рособрназзора от 17.04.2006 N 02-55-77ин/ак.

#### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Планирование и статистический анализ экспериментов в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии)» ОПОП ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки, по программе аспирантуры Биотехнология (в том числе бионанотехнологии), разработанная д.б.н., профессором А.В. Смиряевым, соответствует требованиям ФГОС ВО (уровень подготовка кадров высшей квалификации), современным требованиям экономики и рынка труда, позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Хохлов Н.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры земледелия и методики опытного дела

  
(подпись)

« 29 » августа 2018 г.