

«Утверждаю»

Декан факультета почвоведения

МГУ имени М.В.Ломоносова

член-корр. РАН С.А. Шоба

27 мая 2019 г.



### Рабочая программа дисциплины (модуля)

1. Название дисциплины **Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ**
2. Уровень высшего образования – подготовка научно-педагогических кадров в аспирантуре.
3. Направление подготовки 35.06.01 Сельское хозяйство. Направленность программы Агрофизика, Агрохимия
4. В структуре ООП относится к вариативной части, обязательной для освоения (2 год, 3 семестр).
5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции (код компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
УК-1	У1 (УК-1) <i>Уметь</i> анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать потенциальные

	выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов
<i>ОПК-1</i>	<p><b>ВЛАДЕТЬ:</b> современными методами, методологией научно-исследовательской деятельности в области сельского хозяйства Шифр: В1 (ОПК-1)</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> находить (выбирать) наиболее эффективные и новые (методы) решения основных типов проблем (задач), встречающихся в исследуемой области Шифр: У1 (ОПК-1)</p> <p><b>УМЕТЬ:</b> собирать, отбирать и использовать необходимые агрофизические и агрохимические данные и эффективно применять количественные методы их анализа Шифр: У4 (ОПК-1)</p>

Оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) приведены в Приложении.

**Цель освоения дисциплины:** выработка у аспирантов целостного представления в области статистического анализа экспериментальных данных в сельском хозяйстве, овладение современными методами анализа данных с использованием пакетов прикладных программ, в том числе программной среде R, приобретение ими практических навыков и компетенций в сфере целостного анализа исследовательской ситуации в сельском хозяйстве.

**Краткое содержание дисциплины:** Основные представления о статистическом анализе для решения задач АПК. Соотношение понятий точности и неопределенности. Оценка точности получаемых результатов. Первичная статистическая обработка результатов обследований и опытных данных, примеры их применения в почвоведении, экологии и сельском хозяйстве. Способы свертки информации. Интервальные статистические оценки показателей. Множественные сравнения средних. Множественные сравнения дисперсий. Оценка связи между показателями, имеющими разную природу. Многомерная регрессия. Оценка связей качественных показателей. Проверка точности экологических моделей. Проверка воспроизводимости результатов моделирования. Сравнение разных критериев применительно к

почвоведению, экологии и задачам АПК. Метод наибольшей беспристрастности (кросс-валидация). Понятие о бутстрепа. Примеры использования методологии бутстрепа для решения теоретических и прикладных задач в почвоведения, экологии и АПК. Основные методы количественного анализа пространственно-распределенной информации. Понятие о цифровой почвенной картографии. Планирование экспериментов с пространственно-распределенными данными. Статистическое обеспечение прикладных картографических работ в почвоведении, экологии и сельском хозяйстве. Оформление результатов статистического и геостатистического анализа. Мета-анализ как эффективный способ статистического обобщения результатов независимых исследований.

6. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся:

**Объем дисциплины** (модуля) составляет 2 зачетных единицы, всего 72 часа, из которых 24 часа составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (12 часов занятия лекционного типа, 12 часов занятия практические занятия) 48 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

7. **Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия.** Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по статическому анализу, преподаваемому в бакалавриате, а также по информационным технологиям и математическому моделированию, преподаваемым в магистратуре.

8. **Образовательные технологии (отметить если применяется электронное обучение и дистанционные технологии).** Все материалы, необходимые для прохождения курса, вывешиваются на сайт, опрос проводится в виде тестов и выполнения самостоятельных работ, семинарские занятия могут быть проведены в виде вебинаров. Дисциплина может быть освоена обучающимися из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья. Они обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. **Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий:**

	<b>Всего</b>	<b>В том числе</b>
--	--------------	--------------------

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	(часы)	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них					Всего	Самостоятельная работа обучающегося, часы из них		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости коллоквиумы, практические контрольные занятия и др)*		Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов т.п..	Всего
<b>Раздел 1. Интерпретация результатов статистического анализа</b>										
Тема 1. Понятие о точности и неопределенности результатов исследования		1	1					6	6	12
Тема 2. Интерпретация точечных и интервальных статистических оценок показателей		2	2					4	4	8
Тема 3. Оценка связи между показателями, имеющими разную		2	2					6	6	12

природу										
<b>Раздел 2. Интерпретация результатов статистического и геостатистического моделирования</b>										
Тема 1. Проверка точности экологических моделей		2	2					2	2	4
Тема 2. Основы геостатистического анализа		2	2					2	2	4
Тема 3. Понятие о цифровой почвенной картографии		2	2					4	4	8
<b>Раздел 3. Оформление результатов статистического и геостатистического анализа</b>										
Тема 1. Представление результатов в соответствии с современными требованиями		1	1							
Промежуточная аттестация в балльно-рейтинговой системе										
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>12</b>					24	24	<b>48</b>

10. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю).

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Интерпретация результатов статистического анализа</b>		
1.	<b>Тема 1.</b> Понятие о точности и неопределенности результатов исследования	Анализ основных предпосылок собственной диссертационной работы с точки зрения применяемых статистических методов и оценки качества предполагаемых результатов. Чтение статей из списка, предложенного преподавателем с последующей подготовкой краткой презентации по теме.
2.	<b>Тема 2.</b> Интерпретация точечных и интервальных статистических оценок показателей	Предварительный анализ данных. Визуализация многомерных данных. Гарантированный минимум и максимум, их востребованность в экологии. Чтение статей из списка, предложенного преподавателем с последующей подготовкой краткой презентации по теме.
3.	<b>Тема 3.</b> Оценка связи между показателями, имеющими разную природу	Частный коэффициент корреляции и его значимость для оценки взаимовлияния группы переменных. Комбинированные модели. Иерархические схемы дисперсионного анализа.
<b>Раздел 2. Интерпретация результатов статистического и геостатистического моделирования</b>		
4.	<b>Тема 1.</b> Проверка точности экологических моделей	Способы решения стандартных задач с помощью статистических методов при анализе экспериментальных данных в экологии и АПК. Чтение статей из списка, предложенного преподавателем с последующей подготовкой краткой презентации по теме
5.	<b>Тема 2.</b> Основы	Анализ собственной диссертационной работы с точки зрения наличия пространственных переменных. Углубленно изучить понятие «стационарность», найти примеры соблюдения

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	геостатистического анализа	и нарушения правил стационарности разного порядка в научных статьях.
6.	<b>Тема 3.</b> Понятие о цифровой почвенной картографии	Использование алгоритмов нечетких множеств в почвоведении, экологии и агрохимии. Идеология пакета Solim. SCOPAN- факторы. Основные морфометрические характеристики, используемые при картировании почвенных и экологических переменных.
<b>Раздел 3. Оформление результатов статистического и геостатистического анализа</b>		
9.	<b>Тема 1.</b> Представление результатов в соответствии с современными требованиями	ГОСТ 7.32-2001. — требования к отчету о научно-исследовательской работе. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления
<b>ВСЕГО</b>		

#### Перечень основной литературы

1. Пифо Х.-П. Статистика для бакалавров по специальностям АБ, АН и ВПР в Университете Хоэнхайм.- М.:Изд. ВНИИА. 2011. 296 с.
2. Мешалкина Ю.Л., Васенев И. И., Кузякова И.Ф., Романенков В.А. Геостатистика в почвоведении и экологии (интерактивный курс) : Учебно-практическое пособие - М.: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2010. 95 с
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. С основами статистической обработки результатов исследований. Изд.6. – М.: Альянс, 2011. 416 с.
4. Пузаченко Ю.Г. Математические методы в экологических и географических исследованиях. – М.: Академия. 2004.

#### Перечень дополнительной литературы

1. Анализ данных в экологии сообществ и ландшафтов. Пер. с англ. под ред. А.Н. Гельфана, Н.М. Новиковой, М.Б. Шадринной. М.:РАСХН, 1999. 306с.

2. Самсонова В.П. Пространственная изменчивость почвенных свойств: на примере дерново-подзолистых почв. –М.: Изд-во ЛКИ, 2008. -160 с.
3. Лычак А.И., Бобра Т.В. Новые компьютерные технологии в экологии. - Учебное пособие.- Симферополь: Таврия-Плюс, 2004.- 156 с.

#### **Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ Р ИСО 5725. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. М: ГОССТАНДАРТ Россия 2010.
2. ГОСТ 7.32-2001. Требования к отчету о научно-исследовательской работе. М: ГОССТАНДАРТ Россия 2001
3. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления М: ГОССТАНДАРТ Россия 2011

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

1. <https://sites.google.com/site/soilsstatistics/>
2. <http://www.statsoft.ru/>
3. <http://solim.geography.wisc.edu/>
4. <https://engineering.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/index.html>

#### **Перечень используемых информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости):**

1. Программа ArcInfo – для проведения геоинформационных лабораторных работ.
2. Программа Statistica – для анализа экспериментальных данных, визуализации полученных результатов, статистической обработки результатов.
3. Программа SURFER – для геостатистического анализа данных.
4. Программная среда R – для статистического и геостатистического анализа данных.

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

Для реализации программы подготовки по дисциплине «Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. Специализированные аудитории для проведения лекций с мультимедийным оборудованием и выходом в Интернет.
2. Специализированную ГИС-лабораторию для проведения геостатистических исследований и визуализации их результатов.
3. Специализированные аудитории с компьютерами, специальное статистическое программное обеспечение.



Факультет располагает закрепленными за ней учебными аудиториями, специализированной ГИС-лабораторией с профильным оборудованием.

Для проведения теоретических занятий по дисциплине «**Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ**») необходимы:

- специальные помещения, ГИС-лаборатория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы.
- специализированная ГИС-лаборатория должна быть оборудована компьютерами, плоттером, доступом к Интернет.
- рабочие места для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Проведение занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных компьютерами для проведения статистических исследований.

В лаборатории необходимо иметь: рабочие места с компьютерами, оснащенными специализированным программным обеспечением: ArcInfo – для проведения геоинформационных лабораторных работ; Statistica – для анализа экспериментальных данных, визуализации полученных результатов, статистической обработки результатов; SURFER – для геостатистического анализа данных; программная среда R – для статического и геостатистического анализа данных.

## **12. Язык преподавания.**

Язык преподавания - русский

## **13. Преподаватель (преподаватели).**

Самсонова Вера Петровна, д.б.н., доцент.

Мешалкина Юлия Львовна, к.с.-х.н., доцент по специальности, снс.

**Приложение**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ по дисциплине**

**«Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ»**

№ п/п	Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Оценочные средства	Способ контроля
			наименование	
<b>Раздел 1. Интерпретация результатов статистического анализа</b>				
Тема 1. Понятие о точности и неопределенности результатов исследования				
1	<u>Семинар №1.</u> Соотношение понятий точности и неопределенности. Оценка точности и неопределенности получаемых результатов в экологии и АПК.	ОПК-1	Разбор конкретных ситуаций.	Устно
Тема 2. Интерпретация точечных и интервальных статистических оценок показателей				
2	<u>Практическое занятие № 1.</u> Свертки информации. Построение доверительных интервалов. Работа выполняется в программе Excel, в среде R и Statistica.	ОПК-1	Оценка практического задания. Обсуждение вопросов с оценкой активности аспирантов. Тестирование.	Устно и письменно
Тема 3. Оценка связи между показателями, имеющими разную природу				
3	<u>Семинар-конференция № 2.</u> Примеры научных публикаций в экологии и АПК, где обсуждаются вопросы взаимозависимости количественных и качественных переменных .	ОПК-1	Разбор конкретных ситуаций, заслушивание и обсуждение докладов аспирантов	Устно и письменно
4	<u>Практическое занятие № 2.</u> Расчет основных коэффициентов корреляции. Множественная линейная регрессия. Расчет таблиц сопряженности. Работа выполняется в программе Excel, в среде R и Statistica.	ОПК-1	Оценка практического задания. Обсуждение вопросов с оценкой активности аспирантов. Тестирование.	Устно и письменно

**Раздел 2. Интерпретация результатов статистического и геостатистического моделирования****Тема 1. Проверка точности экологических моделей**

5	<u>Семинар-конференция № 3.</u> Примеры научных публикаций в экологии и АПК, где обсуждаются вопросы экологического моделирования.	ОПК-1	Разбор конкретных ситуаций, заслушивание и обсуждение докладов аспирантов.	Устно
6	<u>Практическое занятие № 3.</u> Расчет критериев точности экологической модели на примере модели вихревых ковариаций. Работа выполняется в среде R и Statistica.	ОПК-1	Контрольная работа с заполнением отчетных форм. Оценка практического задания.	Устно и письменно

**Тема 2. Основы геостатистического анализа**

7	<u>Семинар-конференция № 4.</u> Примеры научных публикаций, где обсуждаются вопросы применения геостатистического анализа в экологии и АПК.	ОПК-1	Разбор конкретных ситуаций, заслушивание и обсуждение докладов аспирантов.	Устно
8	<u>Практическое занятие № 4.</u> Расчетная задача на регрессионный кригинг. Работа выполняется в среде R.	ОПК-1	Контрольная работа с заполнением отчетных форм. Оценка практического задания.	Устно и письменно

**Тема 3. Понятие о цифровой почвенной картографии**

9	<u>Практическое занятие № 5.</u> Расчетная задача на оценки рисков. Работа выполняется в среде R	УК-1	Контрольная работа с заполнением отчетных форм. Оценка практического задания.	Устно и письменно
10	<u>Практическое занятие № 1.</u> Работа и оценка возможности приложения Google-Earth и программы SAS Planet. Работа со слоями, полигонами, метками. Проведение измерений	УК-1	Контрольная работа с заполнением отчетных форм. Оценка практического задания.	Устно и письменно

**Раздел 3. Оформление результатов статистического и геостатистического анализа**

Тема 1. Представление результатов в соответствии с современными требованиями				
11	Практическое (лабораторное) занятие № 6. Заполнение таблиц и создание графиков, содержащих результаты, полученные в результате выполнения практических работ №№1-5.	УК-1	Контрольная работа с заполнением отчетных форм и анализом предложенной проблемной ситуации. Оценка практического задания.	Устно и письменно

### КОНТРОЛЬНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ПРИМЕНЯЕМЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ»

№ п/п	Индекс контролируемой компетенции (или её части)	Наименование контрольных мероприятий					
		Дискуссия	Тестирование	Решение задач	Анализ конкретных ситуаций	Разработка проекта	Зачет
		Наименование материалов оценочных средств					
		Вопросы дискуссии	Вопросы и задания теста	Типовые задачи	Кейсы	Задания для проекта	Вопросы к зачету
№№ заданий							
1.	УК-1	1,3,5,104	1,2,4,5,7	-	1,3	-	+
2.	ОПК-1	4,7,9,15,19	9,13,19,25,34,37	-	2,4,6	-	+

### ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ»

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенций	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть

1	УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях	основные фундаментальные положения, методологию и применения современных статистических и геоestatистических методов анализа экспериментальных данных в экологии и АПК	использовать современные статистические методы при оценке, моделировании и прогнозировании экологического состояния и функционального качества базовых характеристик природных и агроэкосистем	практическими навыками статистического и геоestatистического анализа и оценки функционально-экологического качества характеристик и процессов природных и агроэкосистем
2	ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	возможности применения современных статистических методов анализа экспериментальных данных при решении актуальных задач экологии и АПК	анализировать экспериментально полученные данные по комплексной характеристике базовых компонентов природных и агроэкосистем с помощью современных статических пакетов программ	практическими навыками анализа и интерпретации в статистических и геоestatистических терминах решаемых исследовательских задач

## ПОКАЗАТЕЛИ И КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ

№ п/п	Индекс компетенции	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый	Достаточный	Повышенный
1.	УК-1	<p>Знать: основные фундаментальные положения применения статистических и геостатистических методов анализа экспериментальных данных в экологии и АПК</p> <p>Уметь: использовать современные статистические методы при оценке экологического состояния и функционального качества базовых характеристик природных и агроэкосистем</p> <p>Владеть: практическими навыками статистического и геостатистического анализ функционально-экологического качества характеристик природных и агроэкосистем</p>	<p>Знать: основные фундаментальные положения и методологию применения современных статистических и геостатистических методов анализа экспериментальных данных в экологии и АПК</p> <p>Уметь: использовать современные статистические методы при оценке и моделировании экологического состояния и функционального качества базовых характеристик природных и агроэкосистем</p> <p>Владеть: практическими навыками статистического и геостатистического анализ и оценки функционально-экологического качества характеристик природных и агроэкосистем</p>	<p>Знать: основные фундаментальные положения, методологию и технологии применения современных статистических и геостатистических методов анализа экспериментальных данных в экологии и АПК</p> <p>Уметь использовать современные статистические методы при оценке, моделировании и прогнозировании экологического состояния и функционального качества базовых характеристик природных и агроэкосистем</p> <p>Владеть: практическими навыками статистического и геостатистического анализ, моделирования и оценки функционально-экологического качества характеристик и процессов природных и агроэкосистем</p>
2.	ОПК-2	<p>Знать: возможности применения современных статистических методов анализа экспериментальных данных при</p>	<p>Знать: возможности и условия применения современных современных статистических методов анализа экспериментальных данных при решении</p>	<p>Знать: возможности и условия применения, а также ограничения современных современных статистических методов анализа экспериментальных данных при</p>

	<p>решении задач экологии и АПК</p> <p>Уметь: анализировать экспериментально полученные данные по характеристике базовых компонентов природных экосистем с помощью современных статических пакетов программ</p> <p>Владеть: практическими навыками статистического и геостатистического анализа, формулировать в статических терминах рабочие версии стандартно решаемых задач</p>	<p>задач экологии и АПК</p> <p>Уметь: анализировать экспериментально полученные данные по комплексной характеристике базовых компонентов природных экосистем с помощью современных статических пакетов программ</p> <p>Владеть: практическими навыками статистического и геостатистического анализа, формулировать в статических терминах рабочие версии решаемых исследовательских задач</p>	<p>решении актуальных задач экологии и АПК</p> <p>Уметь: анализировать экспериментально полученные данные по комплексной характеристике базовых компонентов природных и агроэкосистем с помощью современных статических пакетов программ</p> <p>Владеть: практическими навыками статистического и геостатистического анализа, формулировать в статических и геостатистических терминах рабочие версии решаемых исследовательских задач</p>
--	--	---	--

**Вопросы дискуссии по разделу I.**  
**Интерпретация результатов статистического анализа**

1. Качественные и количественные шкалы переменных.
2. Особенности данных в агрохимии, почвоведении и экологии.
3. Составление плана почвенного (экологического) эксперимента для решения задач экологии и АПК.
4. Соотношение понятий точности и неопределенности.
5. Что входит в первичную статистическую обработку результатов обследований и опытных данных.
6. Способы свертки информации.
7. Сложные планы дисперсионного анализа.
8. Использование множественного и частных коэффициентов корреляции.
9. Исследование зависимостей, основанное на рангах. Оценка связей качественных показателей.
10. Применимость таблиц сопряженности.
11. Примеры применения метода главных компонент.

**Вопросы дискуссии по разделу II.**  
**Интерпретация результатов статистического и геостатистического моделирования**

1. Примеры экологических моделей.
2. Способы оценки неопределенности моделирования.
3. Сравнение точности разных моделей применительно к экологии.
4. Метод наибольшей беспристрастности (кросс-валидация).
5. Примеры использования методологии бутстрепа для решения теоретических и прикладных задач в экологии и АПК.
6. Методы количественного анализа пространственно распределенной информации в экологии и АПК.
7. Процесс сбора пространственно распределенных данных.
8. Учение о региональных переменных.



9. Семивариограммы и их модели.
10. Виды пространственных интерполяторов.
11. Ошибка предсказания кригинга.
12. Вероятностное картографирование.
13. Стохастическое моделирование
14. Оптимальные схемы пробоотбора.
15. Переход из одного масштаба в другой (up и down scaling).
16. Типизация рисков в землепользовании.
17. Цифровая почвенная картография как инструмент оценки рисков.
18. Статистическое обеспечение прикладных картографических работ в экологии и АПК.

### **Вопросы дискуссии по разделу III.**

#### **Оформление результатов статистического и геоestatистического анализа**

1. Графики, не используемые в научных публикациях.
2. Грамотное представление статистических результатов.
3. Требования, предъявляемые к научным публикациям.
4. ГОСТ 7.32-2001. — требования к отчету о научно-исследовательской работе.
5. ГОСТ Р 7.0.11-2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и автореферат диссертации. Структура и правила оформления

**Примеры заданий, для создания презентаций:**

1. Сделать презентацию по научной работе: *Самсонова В.П.; Мешалкина Ю.Л.; Мелиховская П.В.; Кондрашкина М.И.; Дядькина С.Е.; Кондрашкин Б.Е.; Кошкин Р.В.; Кротов Д.Г.* **Пространственная изменчивость агрохимических свойств в пределах сельскохозяйственного угодья (агросерые почвы).** //Агро XXI, 2010; N 7-9. - С. 47-48.41. Слайды должны отражать:

- цель работы,
- объект(ы) исследования,
- район проведения эксперимента,
- методическую постановку задачи в статических терминах,
- природу изученных переменных,
- использованные статистические методы анализа данных
- использованные программные продукты
- основные полученные результаты
- что можно сказать про точность полученных результатов

2. Сделать презентацию по научной работе: *Pozdnyakova L., Zhang R.* **Geostatistical Analyses of Soil Salinity in a Large Field** // Precision Agriculture, V.1 . 1999. С. 153-165. Слайды должны отражать:

- цель работы,
- объект(ы) исследования,
- район проведения эксперимента,
- использованные геостатистические методы анализа данных
- использованные программные продукты
- основные полученные результаты
- какие схемы пробоотбора подходят для целей точного земледелия
- что можно сказать про влияние схемы пробоотбора на ошибку предсказания.

3. Сделать презентацию по научной работе: *Рыжова И.М., Подвезенная М.А.* **Пространственная вариабельность запасов органического углерода в почвах лесных и степных биогеоценозов** // Почвоведение. 2008. №12. С. 1429-1437. Слайды должны отражать:

- цель работы,
- объект(ы) исследования,
- район проведения эксперимента,
- использованные методы анализа больших объемов данных, собранных из разных источников
- основные полученные результаты

- рассказать про влияние объема выборок на достоверность получаемых результатов

### Пример тестовых заданий

1. Выберите из списка минимальный набор показателей, который указывается в для нормально распределенных величин:

- а) объем выборки, среднее, стандартное отклонение
- б) среднее, ошибка среднего
- в) среднее, медиана, мода
- г) среднее, нижний и верхний квартиль, коэффициент вариации

2. Выберите из списка минимальный набор показателей, который указывается для свертки информации о распределении случайной величины:

- а) объем выборки, среднее, медиана, минимум и максимум, нижний и верхний квартили
- б) нижний и верхний квартили, медиана
- в) минимум и максимум, децили (10 шт.)
- г) минимум и максимум, нижний и верхний децили, нижний и верхний квартили, медиана

3. Что такое ошибка среднего:

- а) случай, когда среднее рассчитано ошибочно
- б) число случаев, в которых произошла ошибка, при расчете среднего
- в) стандартное отклонение для оценок среднего, рассчитанных по выборкам одного объема
- г) синоним стандартного отклонения, если выборка небольшая

4. Что такое «нормальная вероятностная бумага» и для чего она используется?

- а) специальная бумага хорошего качества для расчета вероятностных оценок
- б) график, используемый для визуальной оценки отличия распределения данных от нормального распределения
- в) бумага, разграфленная по типу миллиметровки, где тонкими линиями показаны плотности вероятности нормального распределения

г) термин, используемый для обозначения данных, сильно отличающихся от нормального.

5. Тип пробоотбора, когда образцы были отобраны случайным образом, независимо для участка с дерново-подзолистыми почвами и болотными почвами:

- а) случайный пробоотбор
- б) систематический пробоотбора
- в) гнездовой пробоотбор
- г) стратифицированный пробоотбор

6. Какой раздел анализа данных используется для сравнения группы средних:

- а) дисперсионный анализ
- б) корреляционный анализ
- в) дискриминантный анализ
- г) кластерный анализ

7. Что такое нижний квартиль?:

- а) значение случайной величины, больше которого в ранжированном ряду находится 25% от значений случайной величины
- б) значение случайной величины, меньше которого в ранжированном ряду находится 25% от значений случайной величины
- в) любое значение случайной величины, принадлежащее первым 25% от значений выборки
- г) любое значение случайной величины, принадлежащее последним 25% от значений выборки

8. Какой «коробочки с усами» не бывает:

- а) минимум- нижний квартиль- медиана- верхний квартиль- максимум
- б) нижняя граница 95% доверительного интервала – среднее- стандартное отклонение – среднее – среднее + стандартное отклонение - верхняя граница для 95% доверительного интервала
- в) минимум- нижняя граница 95% доверительного интервала – среднее- верхняя граница для 95% доверительного интервала- максимуму

г) нижняя граница 95% доверительного интервала для среднего – среднее – ошибка среднего – среднее – среднее плюс ошибка среднего - - верхняя граница для 95% доверительного интервала для среднего

9. Что на рисунке гистограммы показано тонкой красной линией (в программе Statistica):

- а) среднее
- б) дисперсия
- в) 95% доверительный интервал
- г) нормальное распределение с тем же средним и дисперсией, что и в выборке

10. Для какой величины коэффициент вариации не может быть рассчитан:

- а) содержание гумуса на делянке многолетнего полевого опыта
- б) температура воздуха в марте
- в) валовое содержание тяжелых металлов на газоне

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если даны все правильные ответы на 9 вопросов теста;
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если даны 7 или 8 правильных ответов
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если даны 6 правильных ответов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если даны правильных ответов менее 5-х.

### **Примеры контрольные задачи**

#### **Задача № 1**

Найти моду, медиану и среднее арифметическое выборки:

7; 6; 5; 7; 5; 5; 8

#### **Задача № 2**

В одной совокупности агрегатов на водопрочные приходится доля

$P = 0,7$ , а в другой – доля  $P = 0,3$ . В чем различие и что общего между этими совокупностями?

### Задача №3

Как изменится среднее и дисперсия содержания гумуса, если в исходном состоянии было  $\bar{x} = 2\%$ ;  $s^2 = 0,5\%$ ; а через 1 год содержание гумуса уменьшилось во всех элементах опробования на 10% от исходного?

### Задача №8

Среднее значение содержания подвижного  $P_2O_5$  в дерново-подзолистой почве  $\bar{x}$  мг/100г, дисперсия  $s^2 = 9$  (мг/100г)<sup>2</sup>. Определите коэффициент вариации и ошибку среднего.

### Задача №9

Среднее значение содержания подвижного  $K_2O$  в дерново-подзолистой почве  $\bar{x}$  мг/100г, дисперсия  $s^2 = 9$  (мг/100г)<sup>2</sup>. Определите коэффициент вариации и ошибку среднего.

### Задача №10

Рассчитайте доверительный интервал ( $\alpha = 0,10$ ) для среднего значения содержания гумуса, если среднее равно 2,5 %,  $s = 1\%$ ,  $n = 16$ .

### Задача №12

Рассчитайте доверительный интервал ( $\alpha = 0,05$ ) для среднего значения содержания валового железа, если среднее равно 2,5 %,  $s = 0,5\%$ ,  $n = 25$ .

### Задача №14

Изобразите плотность отрицательно асимметричного распределения.

Покажите примерное положение среднего, медианы и моды.

### Задача №19

Проверить гипотезу о равенстве средних значений для выборок:

1.  $n_1 = 9, x_1 = 28, s_1 = 3$
2.  $n_2 = 100, x_2 = 20, s_2 = 1$

### **Задача №20**

Проверить гипотезу о равенстве средних значений для выборок:

1.  $n_1 = 25, x_1 = 4, s_1 = 5$
2.  $n_2 = 100, x_2 = 10, s_2 = 0,5$

### **Задача №25**

Для определения влияния азотных удобрений был проведен вегетационный опыт. Число доз=4. Число повторностей для каждой дозы 3. Рассчитайте НСР, если ошибка эксперимента составила  $s=0,5$  г/см<sup>2</sup>.

### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если даны все решения на 3 задачи;
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если даны 2 правильных ответов, 1 задача решена наполовину
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если даны 2 правильных ответов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если правильных ответов менее 2-х.

## Кейсы:

### Задача 1. Расчёт основных статистических показателей для экологических, почвенных и агрохимических показателей (25 вариантов)

Данные представляют собой результаты исследований на дерново-подзолистых почвах Московской области. Для 2 сельхозугодий было измерено свойство пахотного горизонта (указано в варианте). На каждом поле было произведено по N (указано в варианте) рандомизированных измерений. Используя программу Excel, нужно выполнить следующие задания:

- 1) посчитать средние и стандартные отклонения; представить результаты в виде таблицы, озаглавленной «Описательные статистики для ...»;
- 2) построить график квантилей ;
- 3) сделать вывод, отличаются ли распределения этих двух случайных величин?

### Задача 2. Случайное и систематическое опробование (25 вариантов)

Данные представляют собой результаты исследований на серых лесных почвах Брянского ополья. На территории 100 га было заложено случайным образом 1000 площадок 1 кв.м, где было определено число сорняков подзолистых почвах Московской области. Нужно провести выполнение следующих пунктов:

- 1) построение таблицы случайных чисел нужного диапазона;
- 2) использование электронной таблицы Excel для получения случайных и систематических выборок;
- 3) расчет ошибки среднего как характеристики особенностей пробоотбора.
- 4) Использовать функцию СЛЧИС()– равномерно распределенное случайное число.
- 5) грамотное оформление и представление результатов исследования.

### Задача 3. Сравнение двух средних с помощью t- критерия и/или Манн- Уитни (25 вариантов)

Используя статический пакет Statistica 6.1 и/или пакет R, сравнить территорию планируемой рекреационной зоны и фоновой территории по двум экологическим показателям или загрязнителям (указано в варианте). На основании сравнения средних и варьирования изучаемых показателей, сделать вывод об экологическом состоянии территории планируемой рекреационной зоны. Отчет оформить в Microsoft Word в виде отчета о проделанной научной работе.



#### **Задача 4. Использование дисперсионного анализа для сравнения группы средних (25 вариантов)**

Используя статический пакет Statistica 6.1 и/или пакет R, сравнить 3 угодья одного хозяйства Московской области по указанным (в варианте) свойствам пахотного горизонта. Сделать выводы о том, как обработка (или ее отсутствие) влияет на показатели плодородия. Отчет оформить в Microsoft Word в виде отчета о проделанной научной работе

#### **Задача 5. Влияние почвенных свойств на урожай, изученное с помощью множественной регрессии (25 вариантов)**

Используя статический пакет Statistica 6.1 и/или пакет R, построить уравнение множественной регрессии угодий одного хозяйства Московской области, опробованном по регулярной сетки. С помощью бура были отобраны образцы из пахотного горизонта. Опробование проводилось для зерновых культур. Урожай определялся по карте урожая. В варианте указана культура и приведены значения урожая (т/га) и значения почвенных свойств в точках, отбора проб. Сделать выводы о том, какие почвенные свойства оказывают влияние на урожай. Написать уравнение регрессии, построить доверительные интервалы для коэффициентов регрессии. Отчет оформить в Microsoft Word в виде отчета о проделанной научной работе

#### **Задача 6. Описание пространственных зависимостей с помощью семивариограммы (25 вариантов)**

Построить семивариограмму и подобрать оптимальную модель с помощью программы Vesper. Нахождение границы участка пробоотбора. Построение картограммы изолиний и поверхности для одного из почвенных показателей, когда образцы получены в результате площадного опробования, методом обратных расстояний. Грамотное оформление и представление результатов исследования.

#### **Задача 7. Виды кригинга (25 вариантов)**

Изучение графических примеров, имеющихся в программе Surfer. Построение поверхностей по формулам. Изучение методов интерполяции с помощью программы Surfer. Построение картограммы изолиний и поверхности для одного из почвенных показателей, когда образцы получены в результате площадного опробования, методом кригинга. Грамотное оформление и представление результатов исследования.

#### **Задача 8. Изучения влияние модели семивариограммы на карту изолиний (25 вариантов)**

Построение картограммы изолиний и поверхности для одного из почвенных показателей, когда образцы получены в результате площадного опробования, методом кригинга с разными моделями семивариограмм. Оценка влияния модели семивариограммы на результирующую карту.

## **Задачи для самостоятельного выполнения (контрольные):**

### **Контрольная задача №1**

Даны результаты 15 - летнего мониторинга качества воды по 7 показателям реки Клязьма в летний период каждые 10 дней в 20 точках массового купания. Ответьте на вопросы:

1. Сколько элементарных статических испытаний в исследовании?
2. Сколько генеральных совокупностей? Перечислите.
3. Сколько выборок? Каков их объем?
4. Какие могут быть задачи исследования?
5. Подберите адекватные статические методы для анализа этих данных.

### **Контрольная работа №2**

Предположим, что Вам нужно построить карту загрязнения тяжелыми металлами на территорию 10 кв.км. Ваши действия:

1. Схема пробоотбора:
  - a. Сколько образцов отбирать?
  - b. Как расположить точки пробоотбора?
  - c. С какой глубины и сколько г. отбирать?
2. Как в журнале будут выглядеть исходные данные (напишите таблицу)
3. Напишите последовательность действий по обработке данных:
  - a. С помощью каких программ обрабатываются данные
  - b. Какова последовательность действий и что получается в результате.

### **Контрольная работа №3**

Данные получены в результате наблюдений в многолетнем полевом опыте, включающем 7-польный севооборот, разные дозы внесения удобрений, три типа интенсивности агротехнических мероприятий. Ответьте на вопросы:

1. Сколько элементарных статических испытаний в исследовании?
2. Сколько генеральных совокупностей? Перечислите.
3. Сколько выборок? Каков их объем?
4. Какие виды дисперсионного анализа могут быть применены в данном случае?
5. Можно ли применить иерархический дисперсионный анализ?

- б. Распишите общую схему дисперсионного анализа.
  - а. Укажите разложение общей суммы квадратов
  - б. Какие взаимодействия можно включить в схему?
  - с. Проведите расчеты

### **Вопросы к дифференцированному зачету:**

1. Какие типы измерений вы знаете?
2. Назовите основные источники неопределенностей в почвенном и экологическом эксперименте.
3. Перечислите типы ошибок в почвенном и экологическом эксперименте.
4. Что такое субъективная составляющая в почвенных и экологических исследованиях?
5. Какие типы измерений используются для описания почвенного покрова?
6. Что такое «повторность» в экологическом эксперименте?
7. Чем различаются истинные и мнимые повторности?
8. Как используется априорная информация в экологическом эксперименте?
9. Что такое адекватная статистическая процедура для оценки точности результата?
10. От чего зависит выбор статистических процедур для анализа экспериментальных данных?
11. Чем отличаются точность и правильность измерений?
12. Что такое стандартный метод измерений?
13. Перечислите основные методы определения правильности стандартного метода измерений?
14. Перечислите уровни общепринятых масштабов в экологии или в почвоведении
15. Что такое цензурированные данные? Приведите примеры элементов опробования в экологии, агрохимии или почвоведении
16. Что такое физическая генеральная совокупность?
17. Что такое статистическая генеральная совокупность?
18. Что такое выборка? Как соотносится с генеральной совокупностью?

19. Что такое доверительный интервал?
20. Какие функции программы Excel связаны с нормальным распределением: назовите функцию, перечислите ее параметры, напишите, что она вычисляет.
21. Когда возникает распределение Стьюдента?
22. Напишите последовательность действий для вычисления доверительного интервала для среднего
23. Что такое статистическая гипотеза? Приведите три примера статистических гипотез.
24. Что такое уровень значимости? Что такое доверительная вероятность? Как они связаны?
25. Для каких случаев используется двухсторонний критерий проверки нулевых гипотез (объяснить на примере)
26. Пусть дана выборка, для которой известно среднее и дисперсия. Как проверить гипотезу о том, что генеральное среднее равно константе  $a$ ? Опишите процедуру
27. Кто такой Фишер? Что названо в его честь?
28. Какое равенство лежит в основе дисперсионного анализа?
29. Что такое НСР (НЗР)? Для чего оно используется
30. Что такое корреляционные (стохастические) связи?
31. Какие связи описывает коэффициент корреляции Пирсона?
32. Если коэффициент корреляции будет равен  $r$ , можно ли что-нибудь сказать о связи между переменными?
33. Какую гипотезу проверяют для линейной регрессии?
34. Что такое остатки? Зачем их вычисляют?
35. Что является предметом изучения геостатистики?
36. Что такое стационарность 1-го порядка?
37. Приведите пример наблюдаемой периодической зависимости из экологии или почвоведения?
38. Когда используется модель «отсутствие пространственных зависимостей» и имеет ли смысл ее использовать?
39. Как выбор модели зависит от масштаба исследования?
40. Какие пространственные уровни неоднородности приняты в экологии и почвоведении?

41. В чем заключается систематический пробоотбор?
42. Дайте определение семивариограммы и формулу ее оценки
43. Что такое транзитивная семивариограмма?
44. Какие характеристики выделяют для транзитивной семивариограммы и что они описывают?
45. Чем анизотропная семивариограмма отличается от изотропной?
46. Какой тип семивариограммы соответствует хороплетам?
47. Как пространственная периодичность проявляется на семивариограмме?
48. Что происходит с семивариограммой, если к простейшей модели добавляется случайная составляющая?
49. Как производят подгонку модели семивариограммы, по каким критериям?
50. Перечислите наиболее распространенные модели семивариограмм
51. Какие бывают предикторы?
52. Что подразумевают под термином «оптимальный предиктор», каковы его свойства?
53. Какие локальные предикторы Вы знаете?
54. Что такое кригинг?
55. Равно ли среднее, используемое в кригинге, просто среднему из всех значений в точках, где был пробоотбор? Почему?
56. В чем особенности обычного кригинга по сравнению с другими методами интерполяции?
57. Как происходит интерполяция методом обычного кригинга?
58. Что понимается под термином вероятностное картирование?
59. Как используются методы геостатистики при стохастическом (вероятностном) моделировании?
60. Что влияет на стоимость и точность карт?
61. Какими способами можно провести сравнение интерполяционных карт, представленных растрами (гридами)?
62. Какая процедура используется для проверки устойчивости модели семивариограммы?
63. Приведите примеры, когда нельзя использовать коэффициент корреляции для сравнения карт.

64. Какие показатели точности карт вы знаете?
65. Что такое показатель общей точности?
66. Связь показателя общей точности и показателем каппа?
67. Что такое обучающая и проверочная выборки? Способы их получения?
68. В чем состоит метод наибольшей беспристрастности (кросс-валидация)?
69. В чем отличие и сходство цифровой и традиционной почвенной картографии?
70. Что такое SCOPAN? Как расшифровывается побуквенно это сокращение?
71. На использование каких современных технических средств ориентирует цифровая почвенная картография?
72. Что понимается под термином «Почвенные пространственные информационные системы»?
73. Какие составные части входят в Построитель цифровых почвенных карт?
74. Какие преимущества появляются при использовании цифровой почвенной картографии?
75. Достоинства и недостатки метода нечетких множеств при построении карт почвенного покрова?
76. Области применения методологии нечетких множеств в почвоведении и экологии?

#### **Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется аспиранту, если даются полные ответы на все три вопроса;
- оценка «хорошо» выставляется аспиранту, если дается неполный ответ на 1 вопрос, а на 2 вопроса – полные ответы;
- оценка «удовлетворительно» выставляется аспиранту, если даются неполные ответы на 2 вопроса, а на 1 вопрос – полный ответ;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется аспиранту, если даются неполные ответы на 3 вопроса

#### **• Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения**

Для оценки работы аспиранта по дисциплине в целом используется следующая балльная структура оценки и шкала оценок:

Посещение лекций – 2 балла \* 5=10 баллов

Посещение практических занятий и семинаров – 2 балла\*10=20 баллов

За пропуск занятия без уважительной причины вычитается 2 балла.

Поощрительные баллы за активность – максимум 10 баллов

Баллы за сданные отчеты (ответы в рабочей тетради и опрос; для семинаров – презентации и выполненные доклады по ним) рассчитываются в зависимости от недели от начала модуля, таким образом аспиранты поощряются сдавать все виды работ вовремя.

Таблица 7

Количество баллов в зависимости от недели от начала занятий.

Вид работы	Неделя от начала занятий						
	1-3	4	5	6	7	8	9
Л1	10	5	0	0	0	0	0
Л2	10	10	5	0	0	0	0
Л3	10	10	10	5	0	0	0
Л4	10	10	10	10	5	0	0
Л5	10	10	10	10	10	5	
ПЗ 1	10	5	0	0	0	0	0
ПЗ 2	10	10	5	0	0	0	0
ПЗ 3	10	10	10	5	0	0	0
ПЗ 4	10	10	10	10	5	0	0
ПЗ 5	10	10	10	10	10	5	0
ПЗ 6	10	10	10	10	10	10	10
С1	10	10	5	0	0	0	0
С2	10	10	10	5	0	0	0
С3	10	10	10	10	5	0	0
С4	10	10	10	10	10	5	0

Максимальная сумма баллов:  $S_{\max}=150+10+20+10 = 190$  баллов

Требования к дифференцированному зачету:

В конце семестра набранные аспирантом баллы суммируются, и принимается решение о допуске аспиранта к итоговому контролю (дифференцированному зачету) или освобождению от его сдачи.

### Система рейтингового учёта знаний и навыков магистрантов

Максимальная сумма баллов	Оценка			
	Неудовлетворите льно.	Удовлетворите льно	Хорошо	Отлично
190	Менее 130	130-150	151-170	171-190

Аспиранты, набравшие 175-190, получают оценку «отлично» без зачета («зачет-автомат»), на основании отличной работы в течении модуля и хороших результатов контрольных.

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине:** дифференцированный зачет.

#### Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)

При изучении дисциплины аспиранту необходимо посещать лекции, семинарские занятия, пройти тестирование по соответствующим разделам. При самостоятельной работе и подготовке к лекциям и занятиям необходимо обращать особое внимание на методические и технологические вопросы, которые может использовать аспирант при выполнении диссертационной работы. Данная дисциплина призвана помочь аспирантам использовать современные статистические и геостатистические методы при решении задач экологии и АПК. Все виды аудиторных и самостоятельных работ сопровождаются заполнением отчетными формами. Оценки за отдельные виды контроля сообщаются аспирантам в виде отметок о правильности ответа (в рабочей тетради). Работа по разделу принимается, когда все задания выполнены правильно и на все вопросы даны правильные ответы.

Презентация представляет собой публичное выступление аспиранта на семинаре, ориентированное на ознакомление, убеждение слушателей по определенной теме-проблеме.

Качественная презентация зависит от следующих параметров:

- постановки темы, цели и плана выступления;
- определения продолжительности представления материала;
- наличия иллюстраций (не перегружающих изображаемое на экране),
- нужного подбора цветовой гаммы;
- использования указки.



Аспирант должен: а) не зачитывать написанное на экране, а вести свободное повествование; б) предусмотреть проблемные, сложные для понимания фрагменты и прокомментировать их; в) предвидеть возможные вопросы, которые могут быть заданы по ходу и в результате предъявления презентации.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Аспирант, пропустивший занятие без уважительной причины, в день отработки или по предварительной договоренности с преподавателем защищает отчет по лекции или по практической задаче, дополнительно отвечая на блиц-вопросы преподавателя.

### **Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)**

Проведение лекций и семинарских занятий по дисциплине «Статистический анализ экспериментальных данных с использованием пакетов прикладных программ» в интерактивной форме, анализ конкретных ситуаций и принятие решений на основе полученных результатов позволят аспирантам расширить профессиональные знания и подготовит их к грамотному анализу пространственно распределенных данных и их интерпретации. Позволит самостоятельно применить статистические и геостатистические методы для анализа и оценки базовых компонентов природных и агроэкосистем.

Процесс обучения предполагает сочетание аудиторной и самостоятельной работы, поскольку именно дополнение аудиторной работы самостоятельной деятельностью аспирантов способствует развитию самостоятельности и творческой активности – как при овладении, так и практическом использовании полученных знаний.

В течение всего обучения аспиранты выполняют индивидуальные задания, соответствующие варианту, присвоенному им в начале курса.

Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения каждого из основных разделов дисциплины. Промежуточный контроль знаний проводится письменно (тестирование), а также устно.

Устные ответы и письменные работы аспирантов оцениваются. Оценки доводятся до сведения аспирантов и отражаются в рабочей ведомости преподавателя. Оценка текущего контроля по 10-бальной шкале определяется отношением фактически полученного числа баллов к максимально возможному.

Изучение дисциплины заканчивается дифференцированным зачетом. Зачет состоит из двух частей: письменной и устной. Устная часть состоит из ответов на 2 вопроса по лекционному курсу. Письменная часть включает решение итоговой контрольной задачи, включающей в себя элементы пройденных задач.