

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
(БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ)

УТВЕРЖДЕНО:  
Директор Биологического института  
Д.С. Воробьев

Оценочные материалы по дисциплине

**Математические методы в почвоведении**

по направлению подготовки

**06.03.02 Почвоведение**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Генезис и эволюция почв»**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.П. Кулижский

Председатель УМК  
А.Л. Борисенко

**Оценочные материалы дисциплины (ОМД)** являются элементом системы оценивания сформированности компетенций у обучающихся в целом или на определенном этапе ее формирования.

ОМД разрабатываются в соответствии с рабочей программой (РП) дисциплины и включают в себя набор оценочных материалов для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

### **1. Компетенции и результаты обучения, формируемые в результате освоения дисциплины**

Компетенция	Индикатор компетенции	Код и наименование результатов обучения (планируемые результаты обучения, характеризующие этапы формирования компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения	
			Задание не принято	Задание принято
ОПК-2	ИОПК-2.2.	ОР-2.2.1 может анализировать и объяснять взаимосвязи между количественными параметрами свойств почв на основе экспериментальных исследований и данных других источников;	Не может обрабатывать статистическими методами эмпирические и теоретические данные, а также не умеет выявлять статистические значимые связи между выборками	Может обрабатывать статистическими методами эмпирические и теоретические данные, а также умеет выявлять и объяснять статистические значимые связи между выборками
ОПК-5	ИОПК-5.1	ОР-5.1.1 может использовать разнообразные методы сбора и обработки полевой и лабораторной информации;	Не знает методов получения и обработки статистической информации	Знает различные методы получения и обработки статистической информации
ОПК-5	ИОПК-5.2	ОР-5.2.1 может систематизировать полученную в полевых и лабораторных условиях информацию, а также представлять результаты;	Не знает основ предварительной обработки данных, необходимой для систематизации и предоставления статистической информации, не обладает умением графического отображения статистического материала	Знает основы предварительной обработки данных, необходимой для систематизации и предоставления статистической информации, в том числе графического отображения статистического материала.

ОПК-6	ИОПК-6.1	ОР-6.1.1 может анализировать экспериментальные данные при выполнении НИР	Не оперирует статистическими методами, не умеет проводить проверку статистических гипотез о принадлежности выборки к тому или иному закону распределения.	Оперирует статистическими методами, в том числе умеет проводить проверку статистических гипотез о принадлежности выборки к тому или иному закону распределения.
ОПК-6	ИОПК-6.2	ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных	Не умеет проводить корреляционный и регрессионный анализ, не может сопоставить полученные результаты с природными процессами.	Знает технику проведения корреляционного и регрессионного анализа, умеет сопоставлять полученные результаты с природными процессами.
ПК-1	ИПК-1.3	ОР-1.3.1 владеет методами обработки результатов контроля состояния компонентов окружающей среды; применяет нормативно-правовую документацию в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ)	Не владеет знаниями о возможностях обработки статистической информации, полученной в результате проведения мониторинга окружающей среды.	Владеет знаниями и техникой обработки статистической информации, полученной в результате проведения мониторинга окружающей среды

## 2. Этапы формирования компетенций и виды оценочных средств

№	Этапы формирования компетенций (разделы дисциплины)	Код и наименование результатов обучения	Вид оценочного средства (тесты, задания, кейсы, вопросы и др.)
1	Математические методы и их значение в почвенных и агрохимических исследованиях	ОР-5.1.1 может использовать разнообразные методы сбора и обработки полевой и лабораторной информации;	Тест
2	Понятия об испытаниях, событиях, величинах, совокупностях	ОР-5.1.1 может использовать разнообразные методы сбора и обработки полевой и лабораторной информации;	Тест
3	Выборки и группировка	ОР-5.2.1 может систематизировать полученную в полевых и лабораторных условиях информацию, а также представлять результаты;	Практическое задание
4	Вероятность и параметры распределений	ОР-5.2.1 может систематизировать полученную в полевых и лабораторных условиях информацию, а также представлять результаты;	Практическое задание, тест

5	Выборочные оценки и ошибки репрезентативности	ОР-5.2.1 может систематизировать полученную в полевых и лабораторных условиях информацию, а также представлять результаты;	Практическое задание,
6	Законы распределения	ОР-6.1.1 может анализировать экспериментальные данные при выполнении НИР	Практическое задание
7	Техника вычислений и представление результатов	ОР-6.1.1 может анализировать экспериментальные данные при выполнении НИР ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных ОР-1.3.1 владеет методами обработки результатов контроля состояния компонентов окружающей среды; применяет нормативно-правовую документацию в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ) ОР-2.2.1 может анализировать и объяснять взаимосвязи между количественными параметрами свойств почв на основе экспериментальных исследований и данных других источников	Практическое задание, тест
8	Статистические гипотезы и их проверка	ОР-6.1.1 может анализировать экспериментальные данные при выполнении НИР ОР-1.3.1 владеет методами обработки результатов контроля состояния компонентов окружающей среды; применяет нормативно-правовую документацию в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ)	Практическое задание, тест
9	Статистический анализ единичной выборки	ОР-6.1.1 может анализировать экспериментальные данные при выполнении НИР ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных	Практическое задание, тест
10	Анализ группы выборок	ОР-6.1.1 может анализировать экспериментальные данные при выполнении НИР ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных	Практическое задание

11	Дисперсионный анализ	ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных	Практическое задание
12	Корреляционный анализ	ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных ОР-1.3.1 владеет методами обработки результатов контроля состояния компонентов окружающей среды; применяет нормативно-правовую документацию в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ)	Практическое задание, тест
13	Регрессионный анализ	ОР-6.2.1 умеет выявлять связи и закономерности между почвенными свойствами и процессами на основе экспериментальных данных ОР-1.3.1 владеет методами обработки результатов контроля состояния компонентов окружающей среды; применяет нормативно-правовую документацию в рамках программы мониторинга (в том числе при проведении землеустроительных работ)	Практическое задание, тест

### **3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки образовательных результатов обучения**

3.1. Типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости по дисциплине (тесты, задания, задачи, деловые игры и др.).

#### **Контрольная работа №1**

1) Указать тип шкалы измерения следующих признаков: степень проявления какого-либо свойства не поддается точному измерению, но при этом возможно расположение этого признака в определенной последовательности (ранжирование), например: интенсивность оглеения нижней части профиля дерново-глеевых почв; интенсивность окраски гумусово-аккумулятивного горизонта черноземов, когда почвенные пробы располагаются в ряд по степени прокраски органическими веществами.

2) Комплекс условий – (применительно к термину испытание)

3) Непрерывная переменная, дать определение и привести пример в виде ряда чисел.

4) Случайное событие это –

5) Вся возможная совокупность элементов опробования это –

6) Назвать приемы, применяющиеся в математической статистике, позволяющие обеспечить репрезентативность выборки.

7) Математическое ожидание это....

8) Как называется число, получаемое в результате подсчета встречаемости признака в совокупности?

9) Квартиль это –

10) Что такое рандомизация и для чего используется?

### Контрольная работа №2

- 1) Количественная мера возможности осуществления того или иного события –
- 2) Событие, вероятность проявления (P) которого равна нулю. называется....
- 3) **Независимые пересекающиеся события.** Если пересекающиеся события A и B независимы, то вероятность их совместного проявления равна:  
А)  $P(AB)=P(A)-P(B)$                       Б)  $P(AB)=P(A)*P(B)$   
В)  $P(AB)=P(A)/P(B)$                       Г)  $P(AB)=P(A)+P(B)$
- 4) Мода это-
- 5) Пересекающиеся события это -
- 6) Что характеризует коэффициент асимметрии?
- 7) Константы, отражающие степень вариабельности случайной величины?  
Перечислить 3 константы
- 8) Какой из параметров позволяет вычислить следующая формула:  
$$= \frac{\sigma}{\mu} * 100\%$$
  
Где  $\sigma$ - среднее квадратическое отклонение,  $\mu$  – генеральное среднее
- 9) График этого распределения имеет вид одновершинной симметричной кривой, обе ветви которой уходят в бесконечность, стремясь к нулевому значению по оси абсцисс. (назвать вид распределения)
- 10) Как называется константа, характеризующая средний уровень случайной величины, которой, при графическом изображении, соответствует ордината, делящая площадь кривой распределения на две равные части.

При помощи контрольных работ осуществляется проверка следующих компетенций: ИОПК-2.2, ИПК-1.3, ИОПК-5.1.

Максимальный возможный балл за выполнение контрольной работы составляет 10 баллов (1 балл за каждый верный ответ).

Практические задания представляют собой последовательную статистическую обработку выборок, сформированных на основе литературных и экспериментальных данных:

Пример выборок, предлагающихся для статистической обработки.

Зольность, %	pH	Ca	Mg	Сумма	гидролит кислотность	Степень насыщенности основаниями, %
12.54	6.2	84.6	10.51	95.11	22.2	78
21.18	5.6	67.32	8.7	76.02	36.7	73
24	6.7	70.03	7.7	77.73	19	67
12.7	5.9	84.23	7.14	91.37	18.55	85
18.68	5.72	70.09	11.08	81.17	23	77
23.58	5.55	75.19	10.19	85.38	26.32	80

24.31	5.58	81.17	7.88	89.05	17.54	78
14.14	6.21	83.47	8.52	91.99	16.54	81
12.83	6.32	89.11	9.66	98.77	21.21	38
17.34	6.11	70.14	9.82	79.96	30.05	98
12.12	6.23	82.17	11.05	93.22	19.84	68
24.48	5.78	79.87	7.63	87.5	23.26	72
11.56	5.98	84.44	6.54	90.98	19.8	75
23.01	5.93	82.92	12.99	95.91	22.78	83
11.57	6.16	68.34	7.04	75.38	24.56	81
12.8	6.22	66.38	10.34	76.72	34.23	89
22.34	6.1	75.19	8.88	84.07	31.48	91
20.04	5.99	77.93	7.34	85.27	26.08	76
11.17	5.82	82.54	6.09	88.63	18.59	82
12.76	5.81	83	7.71	90.71	30.09	79

### Практическая работа № 1

Вычислите константы, характеризующие средний уровень случайной величины для каждой выборки:

- 1) Оценка среднего;
- 2) Оценка моды;
- 3) Оценка медианы.

### Практическая работа №2

Вычислите константы, характеризующие вариабельность случайной величины:

- 1) Вычислить размах варьирования для двух выборок. Для обозначения можно использовать  $R(x)$ ,  $R(y)$  без уточнения объема совокупности;
- 2) Вычислить среднее абсолютное отклонение;
- 3) Вычислить оценку дисперсии;
- 4) Вычислить величину коэффициента вариации.

### Практическая работа №3

- 1) Выполнить выбраковку наиболее отклоняющихся значений случайной величины, если для этого есть статистические основания. (в качестве доверительной вероятности использовать  $\alpha=0,05$ ).
- 2) Вычислить исправленные оценки среднего и дисперсии в случае проведения выбраковки данных.

### Практическая работа №4

- 1) Вычислить ошибку среднего и определить доверительные границы среднего, воспользовавшись таблицей критических значений Стьюдента, приведенной ниже (в качестве доверительной вероятности  $\alpha$  нужно использовать  $0,05$ ,  $v=n-1$ );
- 2) Вычислить ошибку дисперсии;
- 3) Вычислить ошибку стандартного отклонения;
- 4) Вычислить ошибку коэффициента вариации;
- 5) Вычислить ошибку абсолютного отклонения.

### Практическая работа №5

- 1) Определить какой способ проверки нормальности (Уилка-Шапиро или Хи-квадрат) распределения подходит для исследуемой вами выборки.

- 2) Выполнить проверку нормальности распределения в исследуемых выборках при помощи подходящего критерия.

### **Практическая работа №6**

- 1) Определить по какому из предложенных способов проведения корреляционного анализа целесообразно проводить вычисления;
- 2) Выполнить вычисление коэффициента корреляции для исследуемых выборок;
- 3) Выполнить проверку статистической значимости коэффициента корреляции;
- 4) Написать вывод о величине коэффициента корреляции, а также о его статистической значимости. Также необходимо написать умозаключение о причинно-следственной связи исследуемых параметров или об отсутствии таковой.

### **Практическая работа №7**

- 1) Вычислить величину коэффициентов регрессии;
- 2) Построить уравнение регрессии для исследуемых выборок;
- 3) Провести интерпретацию результатов регрессионного анализа с акцентом внимание на свойства почв.

В результате выполнения практических работ и написания тестовых заданий у студентов формируется балльная оценка, так за каждое выполненное задание и написанную контрольную работу можно получить максимум 10 баллов, максимально-возможный балл за все выполненные работы может составлять 90 единиц.

Полученные в результате прохождения курса баллы конвертируются в 5-и балльную систему согласно следующим критериям: <60 – «неудовлетворительно»; 60–70 – «удовлетворительно»; 71–80 – «хорошо»; 81–90 – «отлично».

На основании текущей успеваемости, а именно, если по результатам текущего контроля студент не имеет задолженностей, и набрал 71 и более баллов, то ему может быть выставлена оценка, соответствующая текущей успеваемости: 71–80 – «хорошо»; 81–90 – «отлично». Если порог в 70 баллов не преодолен, то студенту предлагается сдать экзамен в письменной форме.

**3.2. Типовые задания для проведения промежуточной аттестации по дисциплине. В билет входит 1 вопрос из теоретической части и 1 вопрос из практической части.**

#### **Перечень теоретических вопросов:**

1. Константы, характеризующие средний уровень случайной величины
2. Методы характеристики варьирования
3. Нормированное отклонение и способы использования
4. Доверительные интервалы и их применение
5. Достаточный или необходимый объем совокупности
6. Корреляция
7. Частный коэффициент корреляции
8. Графическое отображение совокупности
9. Генеральная совокупность
10. Основные отличия выборочного и генерального среднего
11. Множественная регрессия
12. Репрезентативность выборки
13. Сущность регрессионного анализа
14. Статистические гипотезы и их проверка

15. Нормальность распределения и способы проверки
16. Сущность критерия Колмагорова-Смирнова
17. Дисперсионный анализ, основы
18. Различия критериев Уилка-Шапиро и хи-квадрат, используемых для проверки нормальности распределений
19. Константы, отражающие степень вариабельности случайной величины
20. Выбравка как статистическая задача
21. Рандомизация как прием математической статистики

### **Перечень практических вопросов:**

Задача 1.

Дано: Содержание гумуса, найденное в двух повторностях в некоторой почве по горизонтам:

1) АУ-4,4; АЕL-2,3; ВЕL-2,5; ВTh-3; ВТ-1,0; ВС-0,3; С-0,2

2) АУ-4,7; АЕL-2,5; ВЕL-2,0; ВTh-3,2; ВТ-0,9; ВС-0,3; С-0,1

Задание: Вычислить среднюю оценку содержания гумуса в каждом горизонте, построить график распределения гумуса по профилю, выдвинуть предположение на основе содержания гумуса и названия горизонтов о названии типа почвы.

Задача 2.

Дано: выборки с набором некоторых физико-химических показателей в гумусовых горизонтах серых лесных почв.

Гидролитическая кислотность	Степень насыщенности основаниями
2,5	87
2,6	87
4,9	81
7,3	64
2,9	87
11,7	34
3,7	87
7,5	73
6,5	71
14	38
3,3	77
10,1	71
7	78
8,7	83

10	68
10,5	67
7,3	81
5,6	84
3,6	91
1,7	96
5,6	87

Задание: провести корреляционный анализ с учетом проверки нормальности распределения и сделать вывод о наличии или отсутствии корреляционных связей представленных показателей, сделать проверку значимости коэффициента корреляции.

Задача 3.

Дано: рН элювиальных горизонтов дерново-подзолистых почв 3,3; 4,2; 4,1; 5,0; 3,9; 4,5; 3,5; 5,8; 4,3; 3,6; 4,9; 4,5; 4,3; 3,8; 5,2; 5,1

Задание: Построить интервальную таблицу частот с шириной интервала 0,2, построить гистограмму распределения.

Задача 4.

Дано: содержание оксидорастворимого железа и значения гидролитической кислотности в торфяно-подзоле иллювиально-железистом.

Торфяно-подзол	
Гидролит. Кислотность	Железо по Тамму
15,58	0,35
1,75	0,08
8,05	6
0,61	0,05
9,01	3,6
3,24	0,25
1,49	2,7
2,01	1,35
2,45	0,75

Задание: Произвести корреляционный анализ зависимости предложенных показателей и сделать вывод о связи этих показателей.

#### 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов обучения

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.

Критерии оценивания теоретических и практических заданий, выполняемых в процессе обучения.

Формат задания	Код результата обучения	Процедура оценки выполненного задания
Тестирование	ОР5.1.1., ОР5.2.1., ОР6.1.1., ОР6.2.1., ОР1.1.3., ОР2.2.1.	Этот этап работ проходит в виде письменного опроса, опрос состоит из 10 вопросов, за каждый правильный ответ оценивается в 1 балл, если ответ частично правильный, возможна оценка в 0,5 балла. Таким образом, максимально возможная оценка за эту часть работ составляет 10 баллов. Проходной балл составляет 6 баллов.
Практические задания	ОР5.2.1., ОР6.1.1., ОР6.2.1., ОР1.1.3., ОР2.2.1.	Практическое задание представляет собой набор данных, которые требуется статистически обработать и интерпретировать полученные результаты, для каждой темы предусмотрено выполнение практической работы. За правильно выполненную работу, сопровождаемую заключением или выводом, предполагается выставление максимальной оценки, составляющей 10 баллов. Оценка снижается за недочеты: -отсутствует вывод -1 балл, -отсутствует или неверная оценка одного из искомых параметров 1 балл, -отсутствует ход работ по действиям -1 балл (для каждого показателя).

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине .

Промежуточная аттестация может быть проставлена на основании текущей успеваемости, если по результатам текущего контроля студент не имеет задолженностей, и набрал 71 и более баллов, то ему может быть выставлена оценка, соответствующая текущей успеваемости: 71–80 – «хорошо»; 81–90 – «отлично». Если порог в 70 баллов не преодолен, то студенту предлагается сдать экзамен в письменной форме.

**Экзамен** проводится в письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей теоретической и практической. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть состоит из двух вопросов, предполагающих развернутую форму ответа и являются проверкой компетенций: ИОПК-2.2, ИОПК-5.1, ИПК-1.3.

Вторая часть представляет собой практическое задание, представленное набором некоторых данных, требующих статистической обработки с последующей формулировкой основных выводов. Выполнение практического задания позволяет оценить сформированность следующих компетенций: ИОПК-5.2, ИОПК-6.1, ИОПК-6.2.

Оценка	Критерии оценки
неудовлетворительно	Ответ на оба вопроса отсутствует или неверный
удовлетворительно	Неполный ответ на оба вопроса, направление мысли верное, но не хватает теоретической и практической подготовки
хорошо	Полный ответ на один из вопросов, с неполным или не совсем точным ответом на второй вопрос или студент не может пояснить ход действий в практической части.
отлично	Полные, развернутые ответы на оба вопроса, студент может пояснить ход действий практической части.

### **Информация о разработчиках**

Крицков И.В., ассистент каф. почвоведения и экологии почв Биологического института