

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 биологии**

по направлению подготовки

**06.03.01 Биология**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Биология»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2022**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
Д.С. Воробьев

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	
			Не зачтено	Зачтено
ОПК-6	ИОПК-6.2	ОР-6.2.1 применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	Не знает методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	Знает основы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, необходимых для освоения и применения современных методов решений профессиональных задач;

<b>ПК-1</b>	<b>ИПК-1.2</b>	ОР-1.2.1 проводит анализ и теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования	Не владеет навыкам анализа и теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования	Владеет навыкам анализа и теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования
-------------	----------------	--	---	--

## 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	Первичная обработка данных и элементарные статистики.	ОР-6.2.1 применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований ОР-6.2.1 применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	
2	Основные характеристики выборочных совокупностей.		
3	Основы теории вероятности и математическая статистика.		Тест
4	Статистическое оценивание.	ОР-1.2.1 проводит анализ и теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования	
5	Статистические гипотезы и их проверка.	ОР-1.2.1 проводит анализ и теоретическое обобщение научных	Тест

		данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования	
6	Критерий хи - квадрат ( $\chi^2$ ).	ОР-6.2.1 применяет методы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований	Тест
7	Корреляционный анализ.		
8	Регрессионный анализ.		
9	Дисперсионный анализ.		
10	Использование ПЭВМ в практике биологических исследований.		Тест

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

3.1 Итоговая оценка по дисциплине состоит из оценки за самостоятельную работу (текущий контроль), и оценки за ответы на вопросы в ходе зачёта (промежуточная аттестация).

Список вопросов для тестирования по лекционным материалам

Необходимо выбрать правильные ответы (от одного до пяти).

**1 Чем отличаются друг от друга различные перестановки из “n” элементов?**

- Количеством элементов
- Нет ни одного верного варианта ответа
- Количеством и составом элементов
- Ничем не отличаются
- Составом элементов
- Только порядком расположения элементов

**2 Какое событие называется противоположным событию А?**

- Событие, всегда наступающее в результате опыта
- Событие, никогда не наступающее в результате опыта
- Нет ни одного верного варианта ответа
- Событие, состоящее в ненаступлении события А

**3 Какое событие называется произведением АВ событий А и В?**

- Событие, состоящее в наступлении хотя бы одного из событий А или В
- Событие, состоящее в их совместном наступлении
- Нет ни одного верного варианта ответа
- Событие А происходит, а В – не происходит
- Событие, состоящее в наступлении только одного из событий А или В

**4 Чем отличаются друг от друга различные размещения из “n” элементов по “m” ?**

- Количеством элементов

- b) Ничем не отличаются
- c) Нет ни одного верного варианта ответа
- d) Порядком расположения элементов либо их составом
- e) Только составом элементов

**5 Чем отличаются друг от друга различные сочетания из “n” элементов по “m” ?**

- a) Порядком расположения элементов либо их составом
- b) Количеством и составом элементов
- c) Ничем не отличаются
- d) Только порядком расположения элементов
- e) Нет ни одного верного варианта ответа
- f) Только составом элементов

**6 Чему равна вероятность суммы двух произвольных событий?**

- a) Произведению вероятностей этих событий
- b) Сумме вероятностей этих событий минус вероятность их произведения
- c) Сумме вероятности одного из событий и условной вероятности другого, вычисленной при условии, что первое событие наступило
- d) Сумме вероятностей этих событий
- e) Нет ни одного верного варианта ответа

**7 Чему равна вероятность произведения двух произвольных событий?**

- a) Нет ни одного верного варианта ответа
- b) Сумме вероятностей этих событий минус вероятность их произведения
- c) Произведению вероятностей этих событий
- d) Сумме вероятностей этих событий
- e) Произведению вероятности одного из событий на условную вероятность второго, вычисленную при условии, что первое событие наступило

**8 Когда несколько событий образуют полную группу?**

- a) Если все вместе происходят в одном опыте
- b) Если они попарно несовместны и в сумме равны достоверному событию
- c) Нет ни одного верного варианта ответа
- d) Если в результате опыта обязательно происходит одно и только одно из них
- e) Какие события называются несовместными?
- f) Не могут произойти вместе в одном опыте
- g) Нет ни одного верного варианта ответа
- h) Наступление одного исключает наступление другого
- i) Никогда не наступают в результате опыта
- j) Хотя бы одно наступит в результате опыта

**9 Какое событие называется суммой  $A+B$  событий  $A$  и  $B$ ?**

- a) Событие, состоящее в их совместном наступлении
- b) Событие, состоящее в наступлении только одного из событий  $A$  или  $B$
- c) Нет ни одного верного варианта ответа
- d) Событие, состоящее в наступлении хотя бы одного из событий  $A$  или  $B$

**10 Какие из следующих утверждений относительно дискретной случайной величины верны?**

- a) Её значения непрерывно меняются на некотором промежутке
- b) Нет ни одного верного варианта ответа
- c) Её значения обязательно целые
- d) +Множество её значений дискретное или счётное
- e) Для дискретных случайных величин существует плотность вероятности
- f) Она не может принимать отрицательные значения
- g) Её значения изолированы друг от друга

**11 Какие из следующих утверждений относительно непрерывной случайной величины верны?**

- a) Её значения изолированы друг от друга
- b) Множество её значений дискретное или счётное
- c) Её значения всегда положительны
- d) Её значения непрерывно меняются на некотором промежутке
- e) Для неё существует ряд распределения

- f) Множество её значений несчётное
- g) Нет ни одного верного варианта ответа

**12 Какие из следующих утверждений относительно плотности вероятности верны?**

- a) Это неотрицательная функция
- b) Это неубывающая функция
- c) Может принимать значения любого знака
- d) Нет ни одного верного варианта ответа
- e) Плотность вероятности нормирована на единицу

**13 В каких случаях применима формула Пуассона? :**

- a) Всегда применима
- b) При большом числе опытов применима всегда
- c) Нет ни одного верного варианта ответа
- d) Применима только в том случае, если число опытов  $n$  велико ( $n \geq 50$ ) вероятность  $p$  события  $A$  мала и произведение  $\lambda = np \leq 10$

**14 Может ли в схеме испытаний Бернулли меняться от опыта к опыту вероятность наступления события  $A$ ?**

- a) Может
- b) Должна оставаться постоянной
- c) Всегда меняется
- d) Нет ни одного верного варианта ответа

**15 Для каких случайных величин существует функция распределения?**

- a) Только для величин, принимающих целые значения
- b) Только для непрерывных
- c) Только для величин, принимающих положительные значения
- d) Для любых
- e) Только для дискретных

**16 Может ли в схеме испытаний Бернулли факт наступления события  $A$  в одном из опытов влиять на возможность его появления в остальных опытах?**

- a) Не может влиять
- b) Всегда влияет
- c) Влияет только при большом числе опытов
- d) Нет ни одного верного варианта ответа
- e) Не влияет только при малой вероятности события  $A$
- f) Гипотезы обязательно образуют полную группу попарно несовместных событий

**17 Какие из следующих утверждений относительно функции распределения случайной величины верны?**

- a) Функция может принимать любые значения
- b) Имеются участки возрастания и убывания функции
- c) При бесконечном увеличении аргумента функция стремится к единице
- d) Она может быть и положительна и отрицательна
- e) Это неубывающая функция
- f) При бесконечном уменьшении аргумента функция стремится к единице
- g) Она всегда заключена между нулём и единицей

**18 Варианта – это:**

- a) число единиц совокупности, обладающих данным признаком;
- b) анализируемый признак.
- c) оба (a и b) ответа верные
- d) нет верных ответов

**19 Отношение частоты признака к объёму совокупности – это:**

- a) частота;
- b) частость;
- c) накопленная частота;
- d) нет верных ответов

**20 Какие показатели являются показателями центра распределения вариационного ряда:**

- a) мода;

- b) медиана;
- c) средняя арифметическая;
- d) коэффициент вариации;
- e) темп роста.
- f) нет верных ответов

**21 Медианный интервал представляет собой:**

- a) интервал, содержащий наибольшую частоту;
- b) интервал, для которого выполняется соотношение: первая накопленная частота равна или больше половины суммы всех частот.
- c) нет верных ответов
- d) оба (a и b) ответа верные

**22 Модой в ряду распределения является:**

- a) наибольшая частота;
- b) наибольшая варианта;
- c) варианта, которая чаще других встречается;
- d) варианта, делящая ряд на две равные части.
- e) нет верных ответов

**23 Статистическая таблица представляет собой:**

- a) форму наиболее рационального изложения результатов статистического наблюдения;
- b) сведения о каком-либо явлении, расположенном по строкам и графам.
- c) нет верных ответов
- d) оба (a и b) ответа верные

**24 Как называется таблица, в которой подлежащее сгруппировано по нескольким признакам:**

- a) простые;
- b) групповые;
- c) комбинационные.
- d) нет верных ответов

**25 Признаки, выражающиеся числами, между которыми не может быть никаких промежуточных значений, являются:**

- a) дискретными;
- b) непрерывными.

**26 Из перечисленных ниже признаков дискретными являются:**

- a) выработка продукции на одного рабочего в год по заводу (тыс. руб.);
- b) выработка деталей каждым рабочим за один день (шт.).
- c) оба (a и b) ответа верные
- d) нет верных ответов

**27 Коэффициент вариации менее 10%, что это обозначает:**

- a) вариация слабая, совокупность качественно однородна и средняя типична;
- b) вариация умеренная, совокупность качественно однородная и средняя типична;
- c) вариация сильная, совокупность качественно неоднородная и средняя нетипична.
- d) нет верных ответов

Коды правильных ответов промежуточного тестирования

1.	f
2.	d
3.	b
4.	d
5.	f
6.	b
7.	e
8.	b, d, f, h

9.	d
10.	d, g
11.	d, f
12.	e
13.	d
14.	b
15.	d
16.	a, f
17.	c, e, g
18.	c
19.	b
20.	a, b, c
21.	b
22.	a
23.	d
24.	b
25.	b
26.	b
27.	b

Тестирование происходит в течение семестра, согласно расписанию по дисциплине. Результаты тестирования незамедлительно учитываются при расчёте итоговой экзаменационной оценки.

Тестирование происходит в письменной форме. Предлагается 5 вопросов. За ограниченное время учащемуся необходимо выбрать один или несколько правильных вариантов ответа на каждый из вопросов.

При расчёте результатов тестирования учитывается наличие:

- правильно выбранных вариантов ответа;
- неправильно выбранных вариантов ответа;
- пропущенных правильных вариантов ответа;
- пропущенных целиком вопросов.

Результат электронного тестирования выражается в процентах, от -100 % (полностью неправильные ответы) до +100 % (полностью правильные ответы). Оценка за тестирование рассчитывается следующим образом.

Оценка	Результат тестирования, %
«неудовлетворительно»	< 20
«удовлетворительно»	20–49
«хорошо»	50–79
«отлично»	80–100

3.2. Зачет в четвертом семестре проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и задачу. Продолжительность зачета 1,5 часа.

Примерный перечень теоретических вопросов

1. Биометрия как наука. Методы биометрии.
2. Значение математических методов в биологии. Понятие о выборочной и генеральной совокупностях.
3. Совокупность. Признак. Группировка данных при количественной и качественной вариации.
4. Структурные и степенные средние.
5. Свойства средней арифметической. Средняя взвешенная.
6. Понятие о репрезентативной выборке.
7. Показатели изменчивости вариационного ряда.
8. Дисперсия, свойства дисперсии. Стандартное отклонение. Правило 3-х  $\sigma$ .
9. Понятие о средней арифметической, средней взвешенной, моде и медиане.
10. Основные статистические показатели вариационного ряда.
11. Меры формы – показатели асимметрии и эксцесса.
12. Доверительные вероятности и уровни значимости. Нормированное отклонение ( $t$ ).



13. Доверительный интервал средней генеральной совокупности. Графические методы сравнения средних арифметических.
14. Понятие нулевой и альтернативной гипотезы. Ошибки 1-го и 2-го рода.
15. Вероятность и ее оценка. Теоремы сложения и умножения вероятностей.
16. Распределение Пуассона. Его отличия от биномиального распределения.
17. Биномиальное распределение. Его отличия от распределения Пуассона.
18. Нормальное распределение.
19. Параметрические и непараметрические критерии сравнения (классификация, область применения).
20. Параметрические критерии оценки значимости различий двух выборок. t-критерий Стьюдента. F-критерий Фишера.
21. Однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA).
22. Области использования критерия согласия (хи-квадрат) при анализе экспериментальных данных в биологии.
23. Применения критерия хи-квадрат при анализе сопряженности качественных признаков.
24. Применение критерия хи-квадрат при анализе соответствия выборочной совокупности биномиальному типу распределения.
25. Применение критерия хи-квадрат при анализе соответствия выборочной совокупности нормальному типу распределения.
26. Применение критерия хи-квадрат при оценке значимости различия двух выборочных совокупностей.
27. Критерий соответствия хи-квадрат. Вычисление теоретически ожидаемых частот и определение хи-квадрат при анализе расщепления по фенотипам.
28. Критерий Колмогорова (соответствие нормальному распределению).
29. Оценка значимости различия выборочных совокупностей с помощью критерия Колмогорова-Смирнова.
30. Непараметрические критерии для сравнения независимых выборок (Манна-Уитни и Вандер-Вардена).
31. Непараметрические критерии для зависимых выборок (критерий Знаков и критерий Вилкоксона).
32. Критерии Фишера и Сиджела-Гьюкки, условия применения.
33. Какие вы знаете методы оценки выборочной совокупности на соответствие Закону нормального распределения.
34. Понятие о функциональной, статистической и корреляционной связи между признаками. Коэффициент корреляции, коэффициент детерминации. Прямые и не прямые способы нахождения коэффициента корреляции.
35. Коэффициент корреляции Спирмена.
36. Корреляционные связи при качественной вариации (тетрахорический и полихорический показатели).
37. Регрессионный анализ. Задачи регрессионного анализа. Вычисление линейной регрессионной зависимости.
38. Эмпирические и теоретические линии регрессии. Способы их выравнивания эмпирических линий регрессии. Доверительный интервал уравнения регрессии.
39. Множественная линейная регрессия.

Примеры задач:

Задача 1.

Составить ряды распределения и начертить полигон частот и эмпирическую функцию распределения для следующих данных.

Дано количество хромосомных мостов в поле зрения:

17 18 19 17 20 21 20 22 19 18 21 22 18 20 17 21 19 20 22 19 20 18  
 21 19 20 17 21 19 17 19 20 22 20 17 21 22 22 19 17 18 22 19 20 17  
 18 19 20 17 21 20 22 19 18 21 22 18 20 17 21 19 20 22 19 20 18 21  
 19 20 17 21 19 17 20 22 22 20 17 21 22 19 17 18 22 19 20 17 18 19  
 17 20 21 20 22 19 18 21 22 18 21 18 21 22 19 20 17 21 18 20 19 22  
 20 18 19 20 21 19 20 17 21 19 17 20 22 22 20 17 21 22 19 17 18 22  
 Требуется: ...

1. Составить вариационный ряд (определить тип группировки).
2. Построить гистограмму или полигон частот.
3. Построить кумуляту.

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

4.1. Методические материалы для оценки текущего контроля успеваемости по дисциплине.  
Формирование каждого индикатора компетенции оценивается следующим образом:

<b>Компетенция</b>	<b>Индикатор компетенции</b>	<b>Формат оценки</b>	<b>Процедура оценки</b>
<b>ОПК-6</b>	<b>ИОПК-6.2</b>	Тестирование	Зачет проводится на зачетной неделе по расписанию. В билете два вопроса, в ходе ответа на которые необходимо раскрыть понятие, указать связанные с ним принципы, классификации и т.д., привести необходимые примеры. Время на подготовку – от 30 до 45 мин. Учебные достижения, как в ходе текущей аттестации, так и промежуточной, оцениваются «зачтено» - от 3.5 до 5 баллов, «незачтено» - от 1 до 3.4 баллов. Студент, не прошедший текущий контроль, не допускается к сдаче зачёта.
<b>ПК-1</b>	<b>ИПК-1.2</b>		Зачет ставится за качественное раскрытие темы: полнота содержания, количество используемых источников, логика изложения материала; уровень аналитического обобщения материала: наличие аналитического вопроса к изучаемому материалу, полнота выводов; владение понятийным аппаратом; культура оформления текста: соблюдение требований к оформлению письменных реферативных работ, отсутствие грамматических и стилистических ошибок.

4.2. Методические материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине.

Компетенция	Индикатор \компетенции	«не зачтено»	«зачтено»
ОПК-6	ИОПК-6.2	«не зачтено» ставится, если обучающийся не знает основы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований;	«зачтено» ставится, если обучающийся знает основы математического анализа и моделирования, теоретических и экспериментальных исследований, необходимых для освоения и применения современных методов решений профессиональных задач;
	ИПК-1.2	«не зачтено» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание большей части материала, не может самостоятельно сделать выводы, речь прерывиста и непоследовательна, допускаются грубые ошибки, которые не исправляются даже с помощью преподавателя.	«зачтено» ставится, если обучающийся владеет навыкам анализа и теоретического обобщения научных данных, результатов экспериментов и наблюдений в соответствии с задачами исследования.

**Информация о разработчиках**

Бабкина И.Б., кандидат биологических наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии