

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

протокол от 25.08.2025 г. № 25.8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Математическое моделирование биологических процессов

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2025 г.

Область применения

Фонд оценочных средств (ФОС) – является неотъемлемой частью учебно-методического комплекса учебной дисциплины «Математическое моделирование биологических процессов» и предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу данной дисциплины.

Цели и задачи фонда оценочных средств

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данного курса;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данного курса;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данного курса.

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	З-УК-2 Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами У-УК-2 Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла В-УК-2 Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные биологические представления и современные методологические подходы для постановки и решения новых нестандартных задач в сфере профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать: современные актуальные проблемы, основные открытия и методологические разработки в области биологических и смежных наук; У-ОПК-1 Уметь: анализировать тенденции развития научных исследований и практических разработок в избранной сфере профессиональной деятельности, способен формулировать инновационные предложения для решения нестандартных задач, используя углубленную общенаучную и методическую специальную подготовку В-ОПК-1 Владеть: навыком деловых коммуникаций в междисциплинарной аудитории, представления и обсуждения предлагаемых решений
ОПК-4	Способен участвовать в проведении экологической экспертизы территорий и акваторий, а также технологических производств с использованием биологических методов оценки экологической и биологической безопасности	З-ОПК-4 Знать: теоретические основы, методы и нормативную документацию в области экологической экспертизы, особенности обследования и оценки экологического состояния территорий и акваторий, методы тестирования эффективности и биобезопасности продуктов технологических производств; У-ОПК-4 Уметь: применять профессиональные знания и навыки для разработки и предложения инновационных средств и методов экологической экспертизы; В-ОПК-4 Владеть: опытом планирования экологической экспертизы на основе анализа имеющихся фактических данных.
ОПК-6	Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами	З-ОПК-6 Знать: пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании У-ОПК-6 Уметь: работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области

	данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	профессиональной деятельности В-ОПК-6 Владеть: необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований.
УКЦ-1	Способен решать исследовательские, научно-технические и производственные задачи в условиях неопределенности, в том числе выстраивать деловую коммуникацию и организовывать работу команды с использованием цифровых ресурсов и технологий в цифровой среде	З-УКЦ-1 Знать современные цифровые технологии, используемые для выстраивания деловой коммуникации и организации индивидуальной и командной работы У-УКЦ-1 Уметь подбирать наиболее релевантные цифровые решения для достижения поставленных целей и задач, в том числе в условиях неопределенности В-УКЦ-1 Владеть навыками решения исследовательских, научно-технических и производственных задач с использованием цифровых технологий

1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ООП магистратуры

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Место дисциплины и соответствующий этап формирования компетенций в целостном процессе подготовки по образовательной программе можно определить по матрице компетенций, которая приводится в Приложении 1.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. п. 4 рабочей программы дисциплины).

1.3. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
1.	Раздел 1	УК-2, ОПК-1, 4, 6	Ситуационные задачи Компетентностно-ориентированные творческие задания Контрольная работа 1 Зачет

2.	Раздел 2	УК-2, ПК-1	Контрольная работа 2 Ситуационные задачи, Коллоквиум Зачет
----	----------	------------	---

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
Высокий <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
Продвинутый <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает низсостоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
Пороговый <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
Ниже порогового	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	высокий	высокий
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	продвинутый	продвинутый
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	пороговый	пороговый
ниже порогового	пороговый	ниже порогового
	ниже порогового	-

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков или опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы студентов.

Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

Текущий контроль осуществляется два раза в семестр: контрольная точка № 1 (КТ № 1) и контрольная точка № 2 (КТ № 2).

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

1 СЕМЕСТР

Вид контроля	Этап рейтинговой системы Оценочное средство	Балл	
		Минимум	Максимум
Текущий	Контрольная точка № 1	15	30
	Оценочное средство № 1.1 Контрольная работа	8	15
	Оценочное средство № 1.2 Доклад	2	4
	Оценочное средство № 1.3 Устный опрос	1	3
	Оценочное средство № 1.4 – Отчет по работе	3	6
	Оценочное средство № 1.5 – Рефлексия	1	2
	Контрольная точка № 2	16	30
	Оценочное средство № 2.1 Контрольная работа	8	15
	Оценочное средство № 2.2	4	6

	Отчет по работе		
	Оценочное средство № 2.3 Мультимедийное занятие	1	2
	Оценочное средство № 2.4 Устный опрос	1	3
	Оценочное средство № 2.5 Решение ситуационных задач	2	4
Промежуточный	Зачет	20	40
	Оценочное средство – Устный зачет по вопросам	20	40
ИТОГО по дисциплине		60	100

Бонусы: поощрительные баллы студент получает к своему рейтингу в конце семестра за активную и регулярную работу на практических занятиях, за вовремя сданные индивидуальные задания.

По Положению бонус (премиальные баллы) не может превышать **5 баллов**.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине «Математическое моделирование биологических процессов» включает учет успешности по всем видам оценочных средств. Оценка качества подготовки включает текущую и промежуточную аттестацию.

Текущий контроль представляет собой проверку усвоения учебного материала, регулярно осуществляемую на протяжении обучения на практических занятиях.

Текущий контроль осуществляется в форме устного опроса, докладов, рефератов и контрольных работ.

Формами **промежуточного контроля** является зачет, баллы за который выставляются по итогам устного опроса на зачете .

«Зачтено» по дисциплине выставляется, если студент ответил на устные вопросы зачета на «зачтено» и отчитался по всем формам текущего контроля (70 %).

«Не зачтено» по дисциплине выставляется, если студент систематически не посещал практические и лекционные занятия, не отчитался по контрольным точкам, не ответил на устные вопросы зачета.

4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков

4.1.1 Контрольная работа

а) типовые задания (вопросы)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

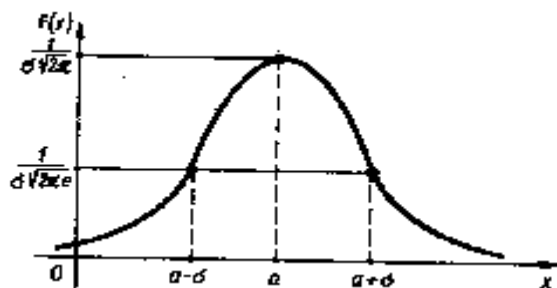
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Комплект заданий для контрольных работ
по дисциплине Математическое моделирование биологических процессов

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (15 Б)

В-01

1. Что понимают под измерением? Чем отличаются прямые и косвенные измерения? Приведите примеры.
2. Перечислите и охарактеризуйте известные вам погрешности.
3. На рисунке изображена кривая, которую называют кривой Гаусса. Как видно из рисунка, нормальная кривая имеет колоколообразную форму. Формой какого распределения является эта кривая? В каком случае может быть такое распределение?

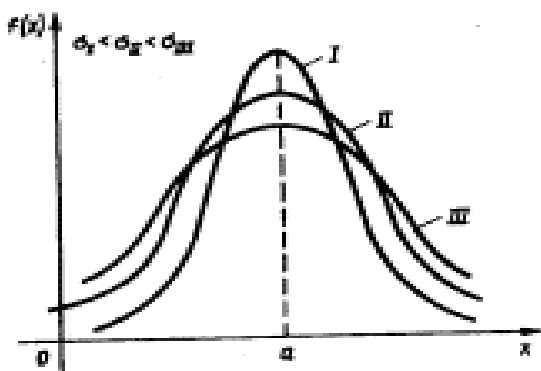


4. Что понимают под доверительным интервалом?
5. Какой характер носит величина абсолютной погрешности результата серии измерений? От чего зависит эта величина?
6. В некоторых случаях приходится определять не среднее значение измеряемой величины, а разброс отдельных измерений относительно средней величины, характеризуемой величиной дисперсии распределения σ^2 . Немецкий оптик Э. Аббе в 1863 г. открыл этот закон, однако его работа осталась незамеченной, пока в 1900 году это распределение не было вновь открыто английским математиком и биологом. Назовите это распределение и имя английского ученого. Приведите примеры биологических исследований, для которых применимо именно это распределение.
7. Каким образом производится выявление и исключение промахов из серии экспериментов?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (15 Б)

В-02

1. Какие последовательные операции необходимо выполнять при измерении? Можно ли получить истинный результат при измерении? Если да, сколько необходимо произвести измерений, если нет, то какое значение мы получаем, проведя серию измерений?
2. Охарактеризуйте оценку погрешности прямых измерений. Какие предположения, подтверждаемые опытом, лежат в основе теории погрешностей?
3. На рисунке изображены кривые $y = f(\Delta a_i)$ для трех значений σ . Чем они отличаются и что общего между ними? Отличаются ли площади под кривыми при различных значениях σ ?



4. Что понимают под генеральной совокупностью?
5. Что понимают под надежностью результата серии измерений? В каких единицах она обозначается? Как связаны между собой доверительный интервал и надежность результата?
6. Кем и когда был предложен критерий Стьюдента? При каком числе измерений его распределение переходит в нормальное? Что позволяет оценить распределение Стьюдента?
7. Имеется запись результатов $\Delta l = t_{\alpha} \cdot \Delta S_{l_{cp}} = 2.78 \cdot 0.244 = 0.761 \text{ mm}$. Окончательный результат измерений имеет следующий вид $l = l_{cp} \pm \Delta l = (154,4 \pm 0,8) \text{ mm}$

Или тот же результат измерений может выглядеть $l = (156,4 \pm 3,4) \text{ mm}$

В каком случае в вычислениях сохранены промахи, как они сказываются на окончательном результате? С помощью какого критерия проведена обработка результатов, поясните, что обозначают Δl , t_{α} , $\Delta S_{l_{cp}}$?

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (15 Б)

В-01

8. На какие этапы можно разбить научное исследование? Приведите примеры.
9. Перечислите и охарактеризуйте известные вам способы распределения участников эксперимента по группам. Что понимают под рандомизацией?
10. На рисунке изображена таблица программы *Statistica*. Какую информацию можно извлечь из данной таблицы? Какие параметры можно изменить в данной таблице? Каким образом можно задать в программе имя столбца? Какие требования предъявляются к названиям столбцов, какие существуют ограничения по количеству символов? Какие способы объединения столбцов существуют в программе *Statistics*?

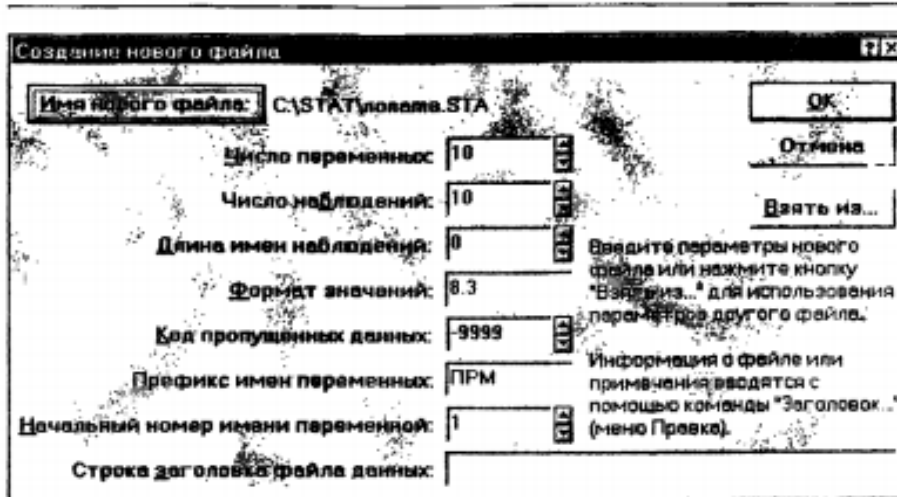


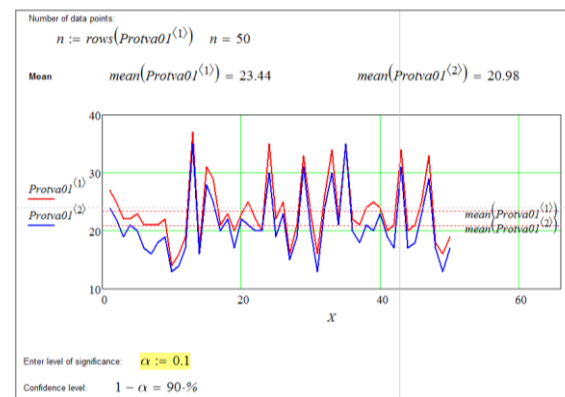
Рис. 3.1. Окно указания спецификаций нового файла.

11. Опишите наиболее распространенные способы переноса данных, подготовленных в других программах, в таблицу данных пакета *Statistica*? Приведите пример из вашей лабораторной работы.
 12. Что понимают под моделированием? Какие виды моделирования вам известны. Охарактеризуйте различные виды моделирования.
 13. Имеется запись известного математического выражения модели
- Охарактеризуйте эту модель. Что обозначают переменные в уравнении?

$$U = \frac{h}{1 + \frac{h - U_0}{U_0 * e^{k * \Delta t}}}$$

7. На рисунке изображены кривые, отражающие разброс значений одного из признаков.

Какова выборка по данному эксперименту? Что обозначают числа, приведенные на рисунке? Какой критерий оценки погрешностей можно, по-вашему, использовать при обработке данных. Ответ поясните.



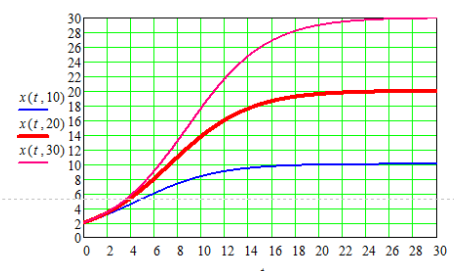
КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА №1 (15 Б)

В-02

8. Что понимают под систематическими ошибками? Какие виды подобных ошибок вы могли бы привести?
9. Охарактеризуйте типы рандомизации. Что понимают под стратификацией?
10. На рисунке изображены кривые, отражающие модель Ферхюльста для трех значений K . Чем они отличаются и что общего между ними? Какие поправки в модель Мальтуса были внесены в 1845 г. П.Ф. Ферхюльстом?
11. Что понимают под маскировкой вмешательства? Какие виды исследований выделяют по степени маскирования?

$$x_0 := 2 \quad K := 20 \quad r := 0.3$$

$$x(t, K) := \frac{K I \cdot x_0 \cdot \exp(r \cdot t)}{K I - x_0 + x_0 \cdot \exp(r \cdot t)}$$



14

15

16

12. Какие операции со столбцами можно производить в программе *Statistics*?

13. Перечислите и охарактеризуйте этапы моделирования.

7. Имеется запись извещ $U = U_0 * e^{\varepsilon * \Delta t}$

математического выражения модели

Охарактеризуйте эту модель. Что обозначают переменные в уравнении? Отметьте недостатки подобной модели.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Контрольные работы проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому деканатом. Они проводятся в форме тестов или ином виде по выбору преподавателя с учетом объема изученного материала по курсу. Время проведения контрольной работы - не более 20-30 мин на работу. Для повышения эффективности данной формы контроля необходимо использовать несколько их вариантов.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

Оценивается степень усвоения теоретических знаний по следующим критериям: правильность, полнота и логичность письменного ответа, способностью проиллюстрировать ответ примерами.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за контрольную работу – 15. Вопрос оценивается по шкале:

Оценка заданий:

№ задания	1	2	3	4	5	6	7	Всего	Зачет
Количество баллов	2	2	2	2	2	2	3	15	7

Оценка	Критерии
13 – 15 баллов «отлично»	1) полное раскрытие темы; ответы на все вопросы 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий;
10-12 баллов «Хорошо»	1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; ответы даны не на все вопросы 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий, кардинально не меняющих суть изложения; 3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
7-9 баллов «Удовлетворительно»	1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий;

		3) наличие грамматических и стилистических ошибок и др.
0–6	баллов	1) тема не раскрыта; 2) большое количество существенных ошибок;

4.1.2 Устный опрос

- а) типовые задания (вопросы)

Оценочные средства представлены тематикой и вопросами, разработанными для обсуждения на семинарских занятиях.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Вопросы для устного опроса

по дисциплине Математическое моделирование биологических процессов
(наименование дисциплины)

Сформулируйте статистическое заключение: что означает принять или отклонить нулевую гипотезу (H_0): а) при сравнении эмпирического и теоретического распределений; б) при сравнении двух выборочных совокупностей; в) в корреляционном анализе; г) в дисперсионном анализе;

2. В чем различие информации и данных?

3. Определение и пример случайной величины.

4. Что называется дисперсией, перечислите свойства этого показателя.

5. Что понимают под степенями свободы? Число степеней свободы.

6. Стандартное отклонение и его значение в биологической статистике.

7. Коэффициент вариации.

8. Нормированное отклонение.

9. Корреляция. Виды корреляционных связей.

10. Основные характеристики корреляционной связи - степень связи (сила), направление и форма связи.

11. Коэффициент корреляции. Достоверность коэффициента корреляции.

12. Коэффициент детерминации. Z- преобразование Фишера. Частный и множественный коэффициенты корреляции.

13. Способы выражения регрессии. Метод наименьших квадратов.

14. Уравнение прямолинейной регрессии. Нелинейная регрессия. Виды уравнений нелинейной регрессии.

15. Общая характеристика программного обеспечения анализа данных на персональных компьютерах.

16. Представление данных для работы с пакетами прикладных программ по анализу данных. Система программ для анализа данных *MathCad*, *Statistics*, *Excel*.

17. Составление фазового портрета. Анализ положительной и отрицательной функции, определение устойчивости состояния фазовой точки.

18. Описание качественных свойств решений $x(t)$ автономного уравнения.

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Устный опрос проходит в форме развернутой беседы – творческой дискуссии, основанной на подготовке всей группы по объявленной заранее теме при максимальном участии в обсуждении студентов группы. Как правило, один студент раскрывает один вопрос темы, давая наиболее полный ответ. Остальные делают дополнения, высказывают различные суждения и аргументацию, могут задавать вопросы друг другу и преподавателю. Преподаватель направляет ход дискуссии, обращая внимание на существующие научные проблемы обсуждаемой темы, предлагая студентам найти собственное их решение.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальная оценка за устное выступление и работу на семинарском занятии – 2 балла.

2 балла – студент дает полный ответ на поставленный вопрос, речь его свободна и грамотна, конспект не зачитывается, а используется лишь как опорный, студент делает важные дополнения по существу других вопросов, значительно проясняющие отдельные аспекты, которые не являются повторами, хорошо разбирается в обсуждаемом материале, демонстрирует знание источников, библиографии, различных точек зрения по изучаемой теме, умеет анализировать тексты, приходит к самостоятельным аргументированным выводам и отстаивает свою точку зрения, соблюдает нормы литературной речи.

1 балл – студент неполно владеет материалом, при изложении фактического материала допускает отдельные неточности, знает различные точки зрения по обсуждаемой проблеме, но возникают трудности с их анализом, умеет излагать собственную позицию, но не все выводы носят доказательный характер, при ответе активно пользуется конспектом вплоть до его зачитывания.

4.1.3 Доклад

а) типовые задания (вопросы)

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Темы докладов

по дисциплине Математическое моделирование биологических процессов

Примерные темы докладов по курсу

1. Корреляция (коэффициент корреляции Пирсона).
2. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.
3. Основные характеристики варьирующих объектов.
4. Законы распределения. Основные виды распределений.
5. Асимметрия и эксцесс.
6. Показатель точности оценок.
7. Интервальные оценки
8. Критерии достоверности оценок.
9. Статистические гипотезы и их проверка
10. Моделирование развития и угасания эпидемии
11. Внутривидовая конкуренция в популяции с дискретным размножением
12. Определение остаточного объема левого желудочка с использованием математических моделей
13. Математическое моделирование однофазных потоков
14. Создание математических моделей сердечнососудистой системы
15. Определение рабочего диаметра аорты с использованием математической модели

Указания для студентов:

Темы можно видоизменять и предлагать новые - в пределах основных тем курса (при этом значительные изменения тем и создание новых – только по согласованию с преподавателем, а литературную правку названий или сужение тем можете выполнять самостоятельно).

При рассказе о конкретных ученых можно и даже желательно кратко рассказать об их биографии, о событиях, определивших их научные интересы, об истории их важнейших открытий (при наличии соответствующего материала). Однако не желательно посвящать биографии более 1-2 страниц. Для получения высокой оценки крайне желательно привлечь материалы, выходящие за пределы лекций и учебника, и выстроить связное и информативное изложение. Поскольку доклад должен быть выстроен логичным образом без существенных пробелов, некоторого повторения материала лекций и учебника вам не избежать (можете начинать от этих базовых сведений и далее развивать их).

Материалы для доклада ищите самостоятельно! Можете частично ориентироваться на Список литературы. Не забывайте, что для первичной ориентировки в проблеме очень полезен Интернет! Однако полагаться на Интернет следует с осторожностью – в нем очень много недостоверных сведений! Внимание: как математические знания, так и их интерпретация сильно изменились за последнее время, поэтому следует критически относиться к некоторым

книгам, опубликованным до 1990 г. (а также и к более новым книгам, перепечатавающим старые материалы). Если вы выбрали материал и все равно сомневаетесь в том, что он отражает тему реферата – заблаговременно покажите преподавателю черновик или план. Если вам совсем не удастся подобрать литературу, то тему доклада можно будет изменить (но только по согласованию с преподавателем!)

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Доклад – устное выступление студента, являющееся результатом его самостоятельной подготовки по заранее полученной теме и в соответствии с требованиями к «Самостоятельной работе студентов».

Выступление во время доклада, как правило, рассчитано на 6-7 минут, не может превышать установленное время, должно строго соответствовать объявленной теме. Приветствуются доклады с дополнительным использованием презентаций и мультимедийной техники.

Во время выступления студент может использовать свободную речь близко к тексту доклада, однако вправе зачитывать подготовленный им текст, демонстрируя владение материалом. Речь должна быть четкая, громкая, выразительная и эмоциональная.

Обязательным элементом процедуры доклада является его обсуждение. Студентам группы предлагается задавать докладчику вопросы по теме доклада, что вправе сделать и преподаватель. В завершении возможна дискуссия.

в) описание шкалы оценивания:

Домашняя (внеаудиторная) подготовка доклада оценивается до 2-х баллов, выступление и ответы на вопросы до 2-х баллов. Итого за выполнение данного задания студент может получить до 4-х баллов.

Критерии оценки устного выступления.

2 балла (максимальная оценка) – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, легко воспринимается аудиторией, при ответе на вопросы выступающий демонстрирует глубину владения представленным материалом, ответы формулируются аргументировано, обосновывается собственная позиция в проблемных ситуациях.

1,5 балла – выступление (доклад) отличается последовательностью, логикой изложения, но обоснование сделанных выводов не достаточно аргументировано, неполно раскрыто содержание проблемы.

1 балл – выступающий передает содержание проблемы, но не демонстрирует умение выделять главное, существенное, выступление воспринимается аудиторией сложно, ответы на вопросы поверхностные, либо вызывают у докладчика затруднение.

0 баллов – доклад краткий, поверхностный, несамостоятельный, докладчик не разбирается в сути вопроса, не может представить его в аудитории.

4.1.4 Решение ситуационных задач:

а) Примерные типы ситуационных задач:

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Комплект заданий для решения ситуационных задач

по дисциплине Математическое моделирование биологических процессов
(наименование дисциплины)

а) Примерные типы ситуационных задач:

Задача 1. При обследовании группы спортсменов в отношении размеров окружности груди установлено, что у троих величина окружности груди составляет 88 см, у 4-х – 92 см, у 5-х – 96 см, у 6-х – 98 см, у 7-х – 100 см. Определить среднее значение размера окружности груди спортсменов по данным, полученным в ходе обследования.

Задача 2. Пусть имеются следующие данные о численности популяций представителей вида А по пяти местообитаниям: Местообитание 1 2 3 4 5 Численность популяции 21 18 20 22 19

Определите среднюю численность популяции.

б) Критерии оценивания компетенций:

- правильность рассмотрения ситуации
- четкое и верное трактование ситуации.

в) описание шкалы оценивания

Максимальное количество баллов 2. Каждый критерий оценивается в 1 балл.

4.1.5 Отчет по самостоятельной работе

а) Примерное типовое задание на занятии.

Тема 1.2. Типы распределения. Проверка нормальности распределения. Статистические оценки параметров распределения.

Работа 2.3. Анализ данных в пакете Statistica 6.0

Первичную обработку эмпирических данных можно провести, используя данные (файл) из папки StatSoft\STATISTICA 6\Examples, однако мы создадим новый файл (выборку).

Создание файла данных

Запустим программу Statistica и последовательно выполним команды *File*→*New*. Во всплывшем меню *Create New Document* заполним поля *Number of variable* – 1; *Number of cases* – 125; *As a stand-alone window*. Будет создана пустая таблица (файл данных), состоящая из одного столбца и 125 строк. Документ можно сохранить – *Save as* Lab_1.sta. Заполним таблицу данными, распределенными по закону $N(m_x, \sigma_x)$. Для этого правой клавишей мыши щелкнем по имени переменной. Во всплывшем меню выбираем опцию *Variable Specs....*, затем

в меню переменной в нижнем поле *Long name ...* зададим вид функции *Functions* распределения случайных данных:

=VNormal(Rnd(1);5;3) $N(5, 3);$

Можно задать другие законы распределения эмпирических данных, например:

=Rnd(100) равномерно распределенные на [0; 100];

= VExpon(Rnd(1);5) показательное распределение $\lambda = 5$.

Построение вариационного ряда

Для построения вариационного ряда нужно правой клавишей мыши щелкнуть по имени переменной и во всплывшем меню выбрать опцию *Sort Cases*. Не забудьте указать направление сортировки – от меньшего, к большему. При необходимости сохранить исходные данные, вариационный ряд можно построить в следующей переменной, предварительно скопировав в нее данные. К сожалению, анализировать вариационный ряд большой выборки достаточно сложно, поэтому применим группирование данных.

Группирование данных

В программе существуют различные модули для группирования данных и построения различных графиков. Прежде, чем группировать данные, качественно оценим, насколько наша выборка близка к нормальному распределению. С этой целью построим график на нормальной вероятностной бумаге. Выполним последовательно команды *Statistics→Basic Statistics/Tables→Descriptive Statistics→Normal probability plot; Variable – Normal* (см. рис. 1.1).

Для группирования данных воспользуемся командами *Graphs→Histograms→2D Histograms*. В открывшемся меню выберем опции *Variables – Normal*, *Graph type – Regular*, *Fit type – Normal*, *Categories – 50* (число интервалов группирования). Опция *Fit type* строит на гистограмме частот теоретическую кривую, имеющую те же параметры, что и исходные данные. Построенные графики можно отредактировать и сохранить (см. рис. 1.2).

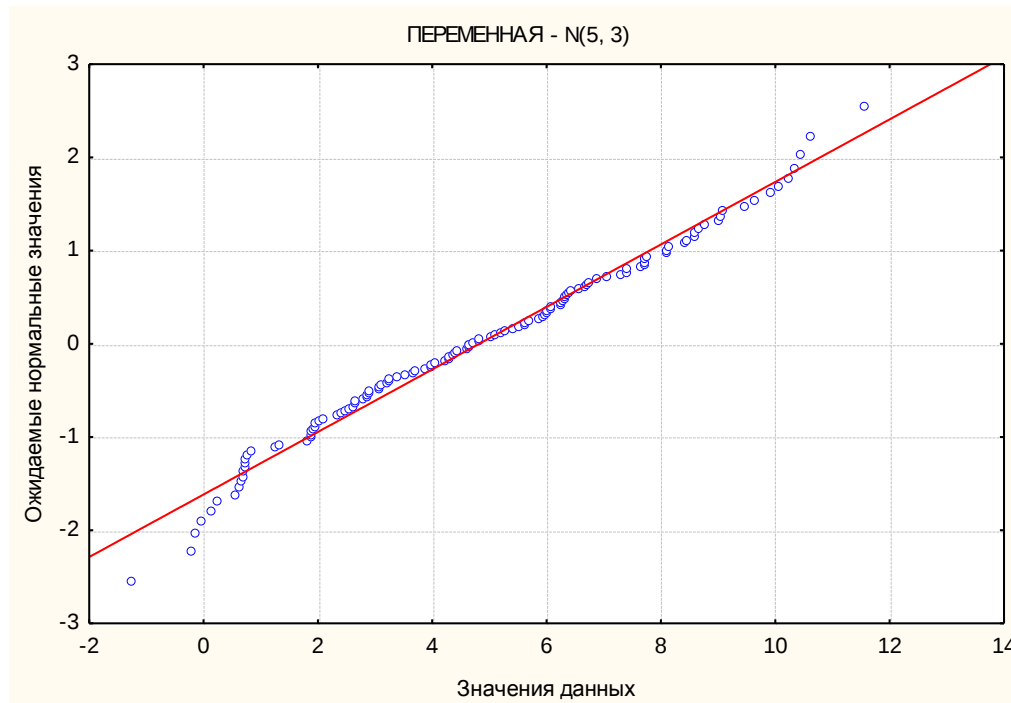


Рис. 1.1. График исходной выборки на нормальной вероятностной бумаге

При анализе графика следует учесть, чем ближе исходные данные к нормальному распределению, тем точнее они лягут на теоретическую прямую.

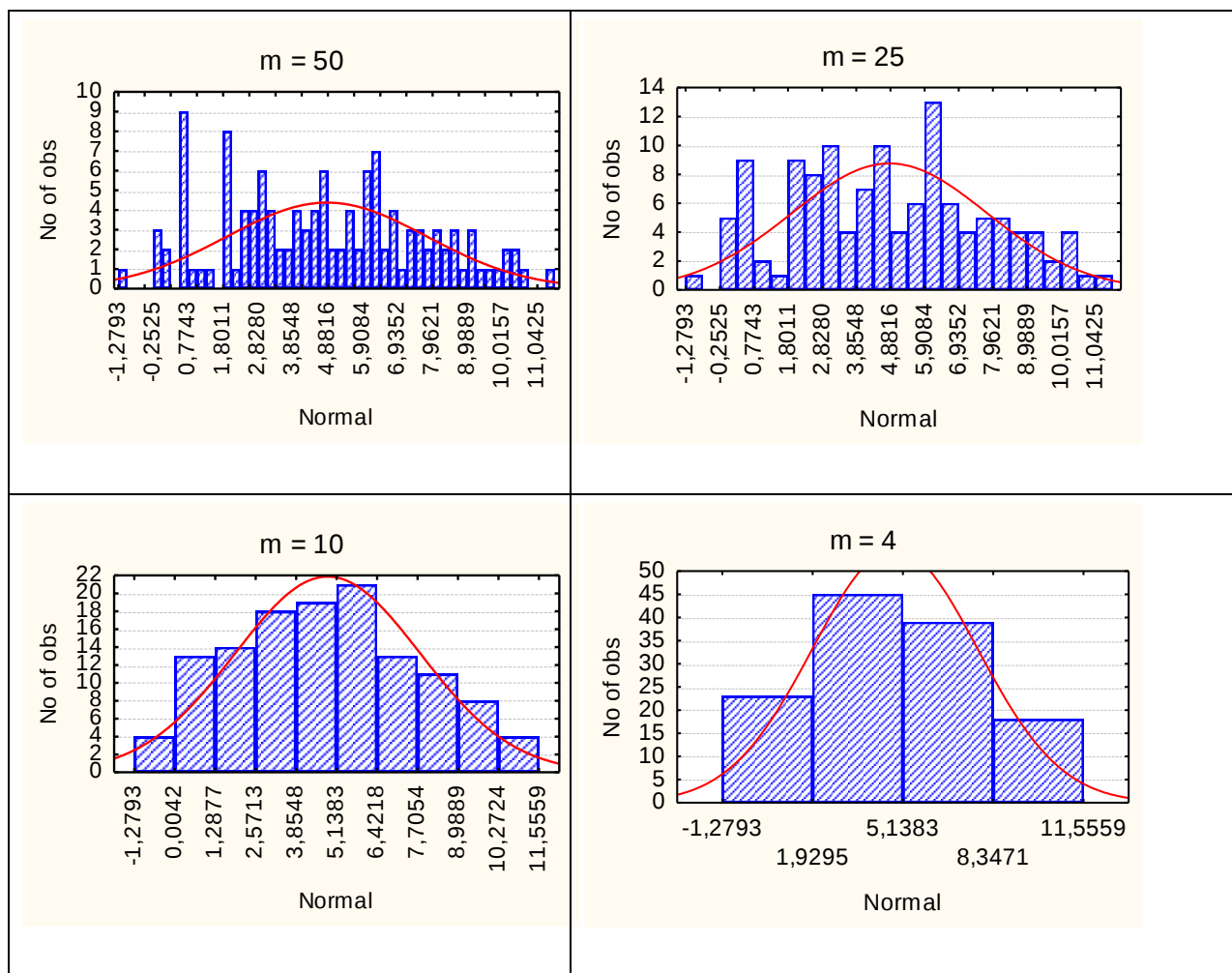


Рис. 1.2. Гистограмма частот (группированных)

На приведенных гистограммах (рис. 1.2) сплошной линией изображено нормальное распределение с параметрами равными выборочным характеристикам.

Числовые (точечные) характеристики выборки

Расчет характеристик выборки осуществим с помощью модуля *Basic Statistics/Tables* и процедуры этого модуля *Descriptive Statistics*. В открывшемся меню выберем имя переменной – Normal и перейдем на вкладку *Advanced*. Здесь можно выбрать интересующие нас характеристики, но, нажав клавишу *Select all stats*, выберем все. Отметим, что наряду с точечными характеристиками здесь рассчитываются границы доверительного интервала математического ожидания выборки при неизвестной дисперсии: *Interval – 95%*. По умолчанию доверительная вероятность равна 95 %, при необходимости этот параметр можно изменить. Все характеристики сведены в таблицу (рис. 1.3).

Variable	Descriptive Statistics (Lab_1.sta)								
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Geometric Mean	Harmonic Mean	Median	Mode	Frequency of Mode
Normal	125	4,82088	4,30299	5,33877		7,97978	4,64561	Multipl	1

Рис. 1.3. Выборочные характеристики исходных данных

Интервальное оценивание

Так как процедуры нахождения доверительного интервала для математического ожидания при известной дисперсии и нахождения доверительного интервал для оценки дисперсии по выборочной дисперсии для данных, распределенных по нормальному закону, в пакете Statistica не реализованы, проведем эти расчеты вручную:

- определение доверительный интервал для математического ожидания нормального распределения $N(m_x, \sigma_x)$ при известной дисперсии;

Согласно выражению (1.13) нам необходимо определить квантиль распределения $N(0, 1)$. Для этого воспользуемся калькулятором вероятности: *Statistica*→*Probability Calculator*→*Distributions*. В открывшемся окне выберем распределение Z (Normal), затем выберем опцию *Two-tailed*, а в окне *p*: – соответствующее значение доверительной вероятности и команду *Compute*. Соответствующее значение квантиля $U_{1-\alpha/2}$ получим в окне *X*:. При необходимости имеется возможность распечатать график распределения с соответствующими квантилями – *Create Graph, Send to Report*.

- нахождение доверительного интервала для оценки дисперсии по выборочной дисперсии;

Для нахождения доверительного интервала (1.21) необходимо найти квантили распределения $\chi^2_{1-\alpha/2, k}$ и $\chi^2_{\alpha/2, k}$. Как и ранее воспользуемся калькулятором вероятности и выберем распределение *Chi?* – “хи-квадрат”. В поле *df*: – число степеней свободы $k = n - 1$, в поле *p*: – соответствующее значение, равное половине уровня значимости $\alpha/2$ и команду *Compute*. Для нахождения второго квантиля необходимо в поле *p*: – набрать значение равное $1 - \alpha/2$ команду *Compute*. Второй квантиль можно найти, не изменяя поле *p*:, а выделив поля *Invers* и (1-Cumulative *p*), затем выполним команду *Compute*.

Теперь, используя инженерный калькулятор (Windows Калькулятор Плюс), по формулам (1.12) и (1.21) определим границы соответствующих интервалов.

3. Задание

1. Изучить основные модули системы Statistica 6.0.
 - Ознакомиться с графическими возможностями программы, визуализацией исходных данных и результатов анализа.
 - Научиться автоматически создавать отчет в системе Statistica.
2. Провести первичный статистический анализ случайных данных:
 - получить случайную выборку заданного объема с заданным законом распределения;
 - исследовать различные способы группирования данных;
 - вычислить (получить) основные выборочные (точечные) характеристики;
 - считая случайную выборку распределенной по нормальному закону, вычислить доверительные интервалы для математического ожидания и дисперсии при заданной доверительной вероятности.

Конкретные задания для каждого варианта приведены в табл. 1.1. В таблице приняты следующие обозначений:

$N(m_x, \sigma_x)$ – гауссово распределение с соответствующим математическим ожиданием и средним квадратическим отклонением;

$R[l, u]$ – равномерное распределение на интервале от l до u ;

$E(\lambda)$ – показательное (экспоненциальное распределение) с соответствующим параметром λ .

Таблица 1.1

№	Распределение	n	β	№	Распределение	n	β
1	N(5,3)	105	0.9	14	R[-5, -1]	160	0.83
2	R[1, 5]	110	0.91	15	E[0.333]	166	0.84

3	E[5]	125	0.92	16	N(-2,10)	175	0.85
4	N(2,10)	115	0.93	17	R[40, 100]	170	0.86
5	R[4, 10]	122	0.94	18	E[0.111]	177	0.87
6	E[0.2]	130	0.95	19	N(15,25)	134	0.88
7	N(15,2)	135	0.96	20	R[35, 60]	143	0.89
8	R[5, 20]	140	0.97	21	E[10]	177	0.9
9	E[1]	137	0.98	22	N(11,11)	144	0.91
10	N(12,1)	145	0.99	23	R[0, 1]	155	0.92
11	R[4, 15]	147	0.80	24	E[3.33]	180	0.93
12	E[0.1]	150	0.81	25	N(-5,1)	185	0.94
13	N(-5,3)	111	0.82	26	R[-5, 5]	190	0.95

4. Контрольные вопросы

1. Каковы основные задачи математической статистики?
2. Как связан объем выборки с возможностью группирования данных?
3. Как необходимо увеличить объем выборки для увеличения оптимального количества интервалов вдвое, согласно формуле "Стерджесса"?
4. Каковы свойства эмпирической функции распределения?
5. Какими свойствами обладают "хорошие оценки"?
6. Можно ли задать значение доверительной вероятности равным единице?
7. Как связан параметр λ с числовыми характеристиками показательного распределения?

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1)самостоятельность выполнения задания
- 2)правильность оформления задания
- 3)умение анализировать и обсуждать результаты задания
- 4)умение формулировать выводы/заключение

в) описание шкалы оценивания

Бальная: от 0 до 3 баллов

Работа считается выполненной, в случае если студент набрал 2,5 балла.

Выполнение критериев 1, 2 - является обязательным, выполняются самостоятельно.

Каждый критерий оценивается в 1 балл.

В критериях 3, 4 допустимы недочеты. Процесс представления результатов допускает формулировку правильного ответа в ходе собеседования с преподавателем.

Каждый критерий оценивается в 0,5 баллов

Студенты, не посещавшие лабораторные занятия, отрабатывают их в индивидуальном порядке в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

4.1.5 Зачет

Зачетный билет состоит из двух теоретических вопросов. Список вопросов прилагается.

а) Вопросы к зачету:

1. Первичная обработка экспериментальных данных.
2. Прямые и косвенные измерения
3. Проверка статистических гипотез.
4. Оценка случайных погрешностей.
5. Определение величины дисперсии
6. Представление о генеральной и выборочной совокупности: методы сбора вариантов в выборку.
7. Законы распределения случайных величин.
8. Вариационный ряд и его графическое изображение; интервальный и безинтервальный вариационный ряд.
9. Асимметрия и эксцесс. Средние величины: степенные и структурные средние.
10. Показатели вариации выборочной совокупности.
11. Статистические оценки генеральных параметров.
12. Интервальные оценки генеральных параметров.
13. Статистические сравнения; критерии достоверности различий между выборками: (t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера).
14. Корреляция, коэффициент корреляции. Описание корреляции между качественными признаками.
15. Корреляционный анализ.
16. Регрессионный анализ.
17. Кластерный анализ.
18. Характеристика процесса анализа данных в программных продуктах: Statistica, MS Excel.
19. Специфика моделирования живых систем
20. Динамика популяций Проблемы динамики численности популяций в современной биологии
21. Модели биологических систем, описываемые одним дифференциальным уравнением первого порядка
22. Непрерывные во времени модели численности популяции.
23. Модель Мальтуса. популяционного взрыва.
24. Модель Ферхюльса.
25. Модель конкурирующих рисков
26. Основные распределения случайных величин: нормальное, Пуассона, Бернулли.
27. Оценка зависимости «доза – эффект» без учета индивидуальной дозы.
28. Оценка зависимости «доза – эффект» с учетом индивидуальной дозы.
29. Профиль функции максимального правдоподобия
30. Модель относительного риска
31. Модель абсолютного риска
32. Риск: спонтанная частота определенного процесса, избыточный абсолютный риск, избыточный относительный риск, атрибутивный риск
33. Основные принципы оценки экологических рисков
34. Оценка интенсивности биологических процессов
35. Модель взаимодействия «Хищник – жертва»

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Ответ оценивается по следующим критериям:

- правильность, полнота и логичность построения ответа;
- умение оперировать специальными терминами;
- использование в ответе дополнительного материала;
- умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к экзамену по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на экзамене – 20, максимальный – 40.

Оценку «зачтено» получают следующие студенты:

- отчитавшиеся о выполнении лабораторных работ за семестр;
- получившие положительную оценку за ответы во время устного опроса;
- получившие оценку «зачтено» за ответы на задания текущего контроля;
- давшие правильный (полный, логичный, с употреблением соответствующей терминологии и примерами) устный ответ на вопросы к зачету.

Оценку «не зачтено» получают следующие студенты:

- пропустившие лабораторные занятия без уважительной причины;
- не отчитавшиеся о выполнении лабораторных работ за семестр;