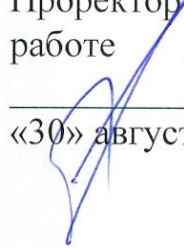


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ульяновский государственный педагогический университет  
имени И.Н. Ульянова»  
(ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»)

Факультет физико-математического и технологического образования  
Кафедра высшей математики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической  
работе

 И.О. Петрищев  
«30» августа 2017 г.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ**

Программа учебной дисциплины вариативной части

для направления подготовки

06.03.01 Биология

направленность (профиль) образовательной программы

Экономика природопользования и экологический менеджмент

(очная форма обучения)

Составитель:

Глухова Н.В., к.б.н, доцент кафедры  
высшей математики

Рассмотрено и утверждено на заседании ученого совета факультета физико-математического и технологического образования, протокол от «04» июля 2017 г. № 11

Ульяновск, 2017

### 1. Наименование дисциплины

Дисциплина «Математические методы в биологии» включена в вариативную часть Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Экономика природопользования и экологический менеджмент», очной формы обучения.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью освоения дисциплины является повышения уровня фундаментальной математической подготовки студентов с усилением ее прикладной направленности, а также подготовка к статистической обработке результатов исследований, современный обзор возможностей методов математического моделирования в исследовательской деятельности.

В результате освоения программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения

Этап формирования	Теоретический	модельный	практический
Компетенции	Знает	Умеет	владеет
Способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов (ПК-4)	основные математические методы, используемые для обработки биологической информации; основные методы обработки биологической информации и требования к научным отчетам и проектам	осуществлять статистическое оценивание и проверку гипотез для обработки биологических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы; обосновывать полученные результаты; представлять числовую информацию различными способами (таблица, массив, график, диаграмма и пр.); использовать полученные знания для обработки биологической информации и составления отчетов и проектов; использовать современные методы обработки, анализа и синтеза полевой и лабораторной биологической информации	навыками применения элементов математического анализа для решения биологических задач; методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований; основными способами обработки информации и регламентами составления отчетов.

### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Математические методы в биологии» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 06.03.01 Биология, направленность (профиль) образовательной программы «Экономика природопользования и экологический менеджмент», очной формы обучения (Б1.В.ОД.7 Математические методы в биологии).

Для освоения дисциплины бакалавры используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения учебных курсов и дисциплин «Математика». Дисциплина является основой для изучения дисциплины «Основы фитоценологии» «Биологические основы агрономии», а также практик и итоговой аттестации.

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

Номер семестра	Учебные занятия						Форма итоговой аттестации
	Всего		Лекции, час	Лабораторные занятия, час	Практические занятия, час	Самостоятельная работа, час	
	Трудоемкость						
	Зачет. ед.	Часы					
3	2	72	12	-	20	40	Зачет
Итого:	2	72	12	-	20	40	

**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1. Указание тем (разделов) и отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий, оформленных в виде таблицы:**

№ п/п	Наименование разделов и тем	Количество часов по формам организации обучения			
		Лекционные занятия	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа
1.	Статистические методы в биологии	2	-	4	10
2.	Комбинаторные и вероятностные методы в генетике	2	-	2	10
3.	Линейное программирование в биологии	4	-	6	10
4.	Дифференциальные уравнения в математическом моделировании биологических процессов.	4		8	10
<b>Итого</b>		12		20	40

**Краткое описание содержания тем (разделов) дисциплины**

№ п/п	Наименование Темы (раздела)	СОДЕРЖАНИЕ
1.	Статистические методы в биологии	Математическая обработка данных в экспериментальных исследованиях. Элементы биометрии. Среднее значение и среднее квадратичное отклонение. Доверительный интервал. Корреляционный анализ. Критерии достоверности оценок. Определение достоверности различий. Т-критерий Стьюдента. Уравнение регрессии. Метод наименьших квадратов. Интерактивная форма: Соревнование
2.	Комбинаторные и вероятностные методы в	Необходимые формулы комбинаторики и теории вероятностей. Определение вероятностей

	генетике	наследования признаков. Закон Харди-Вайнберга. Анализ генотипов популяций. Интерактивная форма: лабораторная работа на составление генетических задач.
3.	Линейное программирование в биологии	Понятие о методах линейного программирования, целевой функции, системах ограничений. Составление моделей. Методы линейного программирования в составлении диет и пищевых рационов. Оптимизационные методы использования природных ресурсов. Интерактивная форма: решение задач линейного программирования с помощью стандартных программных пакетов.
4.	Дифференциальные уравнения в математическом моделировании биологических процессов.	Моделирование изменений численности популяций. Модель «Хищник – жертва». Схема гибели и размножения. Простейшие численные методы решения дифференциальных уравнений. Роль и значение моделирования сложных биологических систем в биологии и экологии. Моделирование нервных процессов. Равновесный потенциал. Уравнение Нернста. Ионные токи и мембранный потенциал. Интерактивная форма: работа с компьютерными моделями.

#### **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Общий объем самостоятельной работы студентов по дисциплине включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу студентов в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения самостоятельных и контрольных работ по дисциплине.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в формах:

- подготовки рефератов
- подготовки к устным докладам (мини-выступлениям) по тематике рефератов;
- домашних заданий для самостоятельного решения (см. п. 10).

#### ***Материалы, используемые для текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине***

##### ***Самостоятельные работы.***

##### ***ОС-1.***

Вариант 1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 2. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	7	4	8	6	8

Вариант 3. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

Вариант 4. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	8	11	6	4	10

Вариант 5. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	7	4	8	6	8
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 6. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	8	11	6	4	10
ПОСЛЕ воздействия	23	24	25	21	18

Вариант 7. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

Вариант 8. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	7	4	8	6	8

Вариант 9. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 10. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	8	11	6	4	10
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

Вариант 11. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
----------------	---	---	---	---	---

ПОСЛЕ воздействия	5	6	4	7	6

Вариант 12. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	7	4	8	6	8
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 13. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
ПОСЛЕ воздействия	8	11	6	4	10

Вариант 14. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	25	27	22	20	20
ПОСЛЕ воздействия	9	8	5	8	9

Вариант 15. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
ПОСЛЕ воздействия	5	6	4	7	6

Вариант 16. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	7	12	10	3	7
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

Вариант 17. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 18. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	7	4	8	6	8

Вариант 19. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
----------------	----	----	----	----	----

ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20
-------------------	----	----	----	----	----

Вариант 20. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	8	11	6	4	10

Вариант 21. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	7	4	8	6	8
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 22. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	8	11	6	4	10
ПОСЛЕ воздействия	23	24	25	21	18

Вариант 23. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

Вариант 24. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	7	4	8	6	8

Вариант 25. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

Вариант 26. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	8	11	6	4	10
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

Вариант 27. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	5	6	4	7	6

## ОС-2. Самостоятельная работа

Вариант 1. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	0	1	2	3	4
Y	2,1	3,9	6,2	8,1	9,6

Вариант 2. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2,2	3,1	4	5,5
Y	3,2	5,9	9,2	12,3	16,5

Вариант 3. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2	3	4	5
Y	0,5	1,1	1,4	2,1	5,6

Вариант 4. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1,1	2,3	3,5	4,1	5
Y	1,5	4,9	5,2	6,3	9,5

Вариант 5. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2	3	4	5	6
Y	2,1	3,9	6,2	8,1	9,6

Вариант 6. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2	3,2	4,1	5	6,5
Y	3,1	5,9	9,2	12,3	16,5

Вариант 7. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	3	4	5	6	7
Y	0,6	1,1	1,4	2,1	5,6

Вариант 8. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2,1	3,3	4,5	5,1	6
Y	1,5	4,9	5,2	6,3	9,5

Вариант 9. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2	3	4	5
Y	2,1	3,9	6,2	8,1	9,6

Вариант 10. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1,1	2,3	3,5	4,1	5
Y	3,2	5,9	9,2	12,3	16,5

Вариант 11. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	0	1	2	3	4
Y	0,5	1,1	1,4	2,1	5,6

Вариант 12. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	0,9	2,2	3,4	4,2	5,1
Y	1,5	4,9	5,2	6,3	9,5

Вариант 13. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	3	4	5	6	7
Y	2,1	3,9	6,2	8,1	9,6

Вариант 14. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2,1	3,1	4,2	4,9	6,5
Y	3,2	5,9	9,2	12,3	16,5

Вариант 15. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	4	5	6	7	8
Y	0,6	1,1	1,4	2,1	5,6

Вариант 16. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2	3,1	4,6	5,2	6
Y	1,5	4,9	5,2	6,3	9,5

Вариант 17. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	0	1	2	3	4
Y	2,1	3,9	6,2	8,1	9,6

Вариант 18. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2,2	3,1	4	5,5
Y	3,2	5,9	9,2	12,3	16,5

Вариант 19. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2	3	4	5
Y	0,5	1,1	1,4	2,1	5,6

Вариант 20. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$



X	1.1	2.3	3.5	4.1	5
Y	1,5	4,9	5.2	6.3	9.5

Вариант 21. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2	3	4	5	6
Y	2,1	3,9	6.2	8.1	9.6

Вариант 22. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2	3.2	4.1	5	6.5
Y	3,1	5,9	9.2	12.3	16.5

Вариант 23. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	3	4	5	6	7
Y	0,6	1,1	1.4	2.1	5.6

Вариант 24. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	2.1	3.3	4.5	5.1	6
Y	1,5	4,9	5.2	6.3	9.5

Вариант 25. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2	3	4	5
Y	2,1	3,9	6.2	8.1	9.6

Вариант 26. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1.1	2.3	3.5	4.1	5
Y	3,2	5,9	9.2	12.3	16.5

Вариант 27.. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	0	1	2	3	4
Y	0,5	1,1	1.4	2.1	5.6

### ОС- 3. Подготовка реферата и выступление с мини-докладом

#### Примерные темы рефератов

1. Закон Харди-Вайнберга
2. Генетические алгоритмы в программировании
3. Моделирование в геномике
4. Задачи на наследование сцепленное с полом.
5. Регрессионный анализ
6. Многомерная ранговая корреляция
7. Многофакторный дисперсионный анализ
8. Вероятности и их применение в схеме гибели и размножения.
9. Молекулярно-генетических системы и генные сети
10. Протеомика и математика.
11. Современные проблемы, изучаемые биоинформатикой
12. Геномные и протеомные базы данных
13. Моделирование генетических сетей
14. Математические проблемы современной генетики.
15. Методы составления статистических прогнозов

### ОС-4. Работа с прикладными пакетами для решения задач линейного программирования.

Требуется составить модель и найти решение

а. Некий водоём заселяется каждой весной окунями и карасями. Средняя масса окуня составляет 0,8 кг, карася – 0,4 кг. Имеется два вида пищи, ежедневный запас которой поддерживается для первого типа на уровне 500 кг, а второго – 900 кг. Один окунь в среднем за день потребляет 100 г пищи первого типа и 300 г пищи второго типа, для карася соответствующие величины составляют 200 и 100 г. Как следует заселить водоём, чтобы максимизировать суммарную биомассу рыб?

б. При производстве удобрений смешивают в различных соотношениях три химических вещества, а удобрения продаются в упаковках по 10 кг. Три этих вещества стоят соответственно 20, 15 и 5 рублей за килограмм. В любой смеси должно присутствовать не менее 2 кг первого вещества, а содержание третьего вещества не должно превышать количества второго. Как следует составить смесь, чтобы стоимость упаковки удобрения была минимальной.

в. Средний дневной рацион хищника составляет 10 ед. пищи А, 12 ед. пищи В, 12 ед. пищи С. Эти потребности удовлетворяются двумя видами жертвы. Первый вид даёт 5 ед. пищи вида А, 2 ед. пищи В и 1 ед. пищи С. Для второго вида соответствующие величины составляют 1, 2, и 4 ед. На поимку жертвы первого вида требуется в среднем 3 ед. энергии, а второго – 2 ед. энергии. Поедание какого числа жертв обеспечит хищнику удовлетворение его потребностей с наименьшими затратами энергии?

г. Пища для собак готовится из говядины, конины и печени. 1 кг говядины стоит 150 рублей и содержит 0,2 кг белка и 0,5 кг углеводов. Конина стоит 100 рублей за кг и содержит 0,1 кг белка и 0,6 кг углеводов. Наконец, печень стоит 200 рублей за кг и содержит 0,4 кг углеводов и 0,3 кг белка. Составить оптимальный рацион для собаки, минимальные потребности которой в углеводах составляют 6 кг углеводов и 3,1 кг белка в месяц.

д. Завод может производить продукцию по одному из двух типов технологий. При применении первого типа технологий на каждую 1000 выпущенных единиц продукции осуществляется выброс 3 м<sup>3</sup> загрязняющих веществ в атмосферу, а также используется 2 тонны нефти, при применении второй технологии используется 1 тонна нефти на тысячу единиц продукции, однако выбросы в атмосферу увеличиваются до 5 м<sup>3</sup>. Завод не должен использовать более 600 тонн нефти в неделю. Составьте оптимальный план использования имеющихся технологий с целью минимизации выбросов в атмосферу, если в неделю необходимо производить не менее 400 тыс. единиц продукции.

е. В ситуации, описанной в задаче (д), введено ограничение на выбросы в атмосферу – не более 1500 м<sup>3</sup> в неделю. Предложите новый план использования технологий, чтобы расходы нефти были минимальными.

ж. Составьте ежедневный рацион кормления птицы так, чтобы обеспечить ее необходимым количеством питательных веществ А, В и С и так, чтобы это было наиболее дешевый рацион. Необходимые данные приведены в таблице.

Питательные вещества	содержание веществ в единице массы корма, ед.		требуемое количество в смеси, ед.
	корм I	корм II	
А	1	4	1
В	1	2	4
С	1	-	1
цена единицы массы корма, р	2	4	

з. Из четырех видов сырья необходимо составить смесь наименьшей стоимости, в состав которой входит не менее 26 ед. химического вещества А, не менее 30 единиц вещества В, не менее 24 ед. вещества С. Количество единиц химического вещества в 1 кг сырья, а также цена 1 кг сырья указаны в таблице

Вещество	Количество единиц вещества в 1 кг сырья вида i			
	1	2	3	4
А	1	1	-	4
В	2	-	3	5
С	1	2	4	6
Цена 1 кг сырья (руб)	50	60	70	40

#### ОС-5. Самостоятельная работа



### Критерии оценки

- верно составлена формула (4 балла);
- найдена скорость размножения (4 балла);
- найден верный ответ (4 балла);

### ОС-6. Интерактивная работа с готовой математической моделью нервного импульса

Рассмотрите модель нервного импульса для миелинизированных волокон амфибий Б. Франкенгейзера и А. Хаксли и определите, что будет происходить с нервным импульсом:

- при увеличении концентрации калия до 10 ммоль/л без изменения потенциала покоя мембраны
- при таком же увеличении концентрации ионов калия и сопутствующей деполяризации мембраны от  $-70$  мВ до  $-45$  мВ.
- при полном блокировании калиевой (натриевой) проницаемости
- при двукратном увеличении калиевой проницаемости
- при воздействии тетродотоксином и тетраэтиламмонием?

### ОС-7. Контрольная работа

Вариант 1.

1. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	0	1	2	3	4
Y	2,1	3,9	6,2	8,1	9,6

2. Из трех видов сырья необходимо составить смесь наименьшей стоимости, в состав которой входит не менее 26 ед. химического вещества А, не менее 30 единиц вещества В, не менее 24 ед. вещества С. Количество единиц химического вещества в 1 кг сырья, а также цена 1 кг сырья указаны в таблице

	Количество единиц вещества в 1 кг сырья вида $i$		
Вещество	1	2	3
А	1	1	-
В	2	-	3
С	1	2	4
Цена 1 кг сырья (руб)	5	6	7

Вариант 2.

1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

2. Фабрика может производить продукцию по одному из двух типов технологий. При применении первого типа технологий на каждые 100 выпущенных единиц продукции осуществляется выброс  $6 \text{ м}^3$  загрязняющих веществ в атмосферу, а также используется 4 тонны нефти, при применении второй технологии используется 2 тонны нефти на сотню

единиц продукции, однако выбросы в атмосферу увеличиваются до  $10 \text{ м}^3$ . Завод не должен использовать более 1200 тонн нефти в неделю. Составьте оптимальный план использования имеющихся технологий с целью минимизации выбросов в атмосферу, если в неделю необходимо производить не менее 40 тыс. единиц продукции.

Вариант 3.

1. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2.2	3.1	4	5.5
Y	3,2	5,9	9.2	12.3	16.5

2. Имеется три вида кормов для животного. Минимальные суточные потребности животного в белках, жирах и углеводах составляют соответственно 70, 60 и 50 г. Содержание белков, жиров и углеводов в пакете корма и цена пакета представлены в таблице. Составьте суточный рацион животного наименьшей стоимости, удовлетворяющий минимальные потребности животного.

Вещество	Количество вещества в пакете корма		
	1	2	3
белки	10	10	20
жиры	10	40	20
углеводы	10	20	50
Цена пакета корма (руб)	5	4	3

Вариант 4. 1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	7	4	8	6	8

2. Для истребления грызунов-вредителей на исследуемой территории было решено дополнительно запустить на территорию лисиц и сов. Одна лиса способна истребить 16 грызунов, а одна сова – 12 грызунов. Кроме того данные хищники могут истреблять и три не вредных вида. Максимально допустимое количество пищи первого вида – 180 единиц, второго 240, третьего 426 (выход за данные рамки не безопасен для экосистемы). Лиса в среднем потребляет 2 единицы пищи первого вида, 4 второго и 6 третьего, сова – 3 единицы первого, одну единицу второго и 7 единиц третьего. Определить сколько лис и сов можно запустить на данную территорию, чтобы общее количество истребленных грызунов вредителей было максимальным, а количество потребленной не вредной пищи не превысило безопасные нормы. Сколько вредных грызунов они истребят?

Вариант 5.

1. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

X	1	2	3	4	5
Y	0,5	1,1	1.4	2.1	5.6

2. Из трех видов сырья необходимо составить смесь наименьшей стоимости, в состав которой входит не менее 5 ед. химического вещества А, не менее 6 единиц вещества В, не

менее 3 ед. вещества С. Количество единиц химического вещества в 1 кг сырья, а также цена 1 кг сырья указаны в таблице

Вещество	Количество единиц вещества в 1 кг сырья вида i		
	1	2	3
А	2	1	4
В	1	4	2
С	1	2	1
Цена 1 кг сырья (евро)	5	4	3

Вариант 6.

1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	23	24	25	21	18
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

2. Завод может производить продукцию по одному из двух типов технологий. При применении первого типа технологий на каждые 100 выпущенных единиц продукции осуществляется выброс  $6 \text{ м}^3$  загрязняющих веществ в атмосферу, а также используется 4 тонны нефти, при применении второй технологии используется 2 тонны нефти на сотню единиц продукции, однако выбросы в атмосферу увеличиваются до  $10 \text{ м}^3$ . Составьте оптимальный план использования имеющихся технологий с целью минимизации использования нефти, если в неделю необходимо производить не менее 40 тыс. единиц продукции, так чтобы выбросы в атмосферу не превышали 3 тыс. кубометров в неделю.

Вариант 7. 1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	8	11	6	4	10
ПОСЛЕ воздействия	23	24	25	21	18

2. Для истребления грызунов-вредителей на исследуемой территории было решено дополнительно запустить на территорию лисиц и сов. Одна лиса способна истребить 24 грызунов, а одна сова – 21 грызуна. Кроме того данные хищники могут истреблять и три не вредных вида. Максимально допустимое количество пищи первого вида – 150 единиц, второго 200, третьего 426 (выход за данные рамки не безопасен для экосистемы). Лиса в среднем потребляет 2 единицы пищи первого вида, 4 второго и 6 третьего, сова – 3 единицы первого, одну единицу второго и 7 единиц третьего. Определить сколько лис и сов можно запустить на данную территорию, чтобы общее количество истребленных грызунов вредителей было максимальным, а количество потребленной не вредной пищи не превысило безопасные нормы. Сколько вредных грызунов они истребят?

Вариант 8.

1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	5	6	4	7	6
----------------	---	---	---	---	---

ПОСЛЕ воздействия	8	11	6	4	10

2. В озере выращивают промысловых рыб. Одна рыба первого вида весит 8 кг, а второго – 7 кг. Они питаются тремя видами пищи. Максимально допустимое количество пищи первого вида – 150 единиц, второго 200, третьего 426 (выход за данные рамки не безопасен для экосистемы). Первая рыба в среднем потребляет 2 единицы пищи первого вида, 4 второго и 6 третьего, вторая же рыба – 3 единицы первого, одну единицу второго и 7 единиц третьего. Определить какое количество промысловых рыб следует запустить в озеро, чтобы их суммарная биомасса была максимальна, а количество потребленной пищи не превысило допустимые нормы.

Вариант 9.

1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	7	4	8	6	8
ПОСЛЕ воздействия	7	12	10	3	7

2. Завод может производить продукцию по одному из двух типов технологий. При применении первого типа технологий на каждые 100 выпущенных единиц продукции осуществляется выброс  $6 \text{ м}^3$  загрязняющих веществ в атмосферу, а также используется 4 тонны нефти, при применении второй технологии используется 2 тонны нефти на сотню единиц продукции, однако выбросы в атмосферу увеличиваются до  $10 \text{ м}^3$ . Завод не должен использовать более 1200 тонн нефти в неделю и допустить более 3 тыс. кубометров выбросов. Составьте оптимальный план использования имеющихся технологий с целью максимизации количества продукции.

Вариант 10.

1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	9	8	5	8	9
ПОСЛЕ воздействия	25	27	22	20	20

2. Имеется 18 Га почвы первого типа, и 12 Га - второго. Имеется также семена пшеницы, которых достаточно на 13 Га, ржи на 7 Га, овса на 10 Га. Средний сбор урожая для почвы первого типа с одного Га приносит прибыль 60 тыс. рублей, если поле было засеяно пшеницей, 50 тыс. рублей – рожью, 30 тыс. рублей – овсом. Для второго типа почвы с учетом урожайности прибыли составят 40 тыс. рублей для пшеницы, 70 тыс. рублей для ржи, 20 тыс. рублей для овса. Составить оптимальный план посева. Чему равна максимальная прибыль?

**Перечень учебно-методических изданий кафедры по вопросам организации самостоятельной работы обучающихся**

1. Глухов В.П., Глухова Н.В., Евстигнеев Д.А., Кузнецова И.В. Математическое моделирование биологических процессов как реализация межпредметных связей на уроках математики и биологии: Учебно-методическое пособие. – Ульяновск: ИПКПРО, 2004. – 28 с.

2. Элементы теории вероятностей, математической статистики и анализа систем массового обслуживания. Часть 1. Введение в теорию вероятностей. Краткий исторический экскурс: учебное пособие для подготовки бакалавров и магистров нематематических направлений / сост. Н.А. Волкова, Н.В. Глухова. – Ульяновск: УлГПУ, 2017. – 96 с.

3. Теория вероятностей с элементами математической статистики и анализа систем массового обслуживания. Часть 2. Математическая статистика. Элементы теории случайных процессов и теории массового обслуживания. Учебное пособие для студентов специальности «Управление персоналом» / сост. Н.А. Волкова, Н.В. Глухова. – Ульяновск: УлГПУ, 2010. – 76 с.

4. Глухова Н.В., Череватенко О.И. Линейное программирование в управлении персоналом: учебное пособие для направления подготовки бакалавров 080400.62. – Ульяновск, УлГПУ, 2013. – 70 с.

5. Глухова Н.В. Математические модели для магистров-биологов: учебное пособие. – Ульяновск: УлГПУ, 2016. – 90 с. (Электронное учебное пособие).

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### Организация и проведение аттестации бакалавра

ФГОС ВО в соответствии с принципами Болонского процесса ориентированы преимущественно не на сообщение обучающемуся комплекса теоретических знаний, но на выработку компетенций – динамического набора знаний, умений, навыков и личностных качеств, которые позволят выпускнику стать конкурентоспособным на рынке труда и успешно профессионально реализовываться.

В процессе оценки обучающихся необходимо используются как традиционные, так и инновационные типы, виды и формы контроля. При этом постепенно традиционные средства совершенствуются в русле компетентного подхода, а инновационные средства адаптированы для повсеместного применения в российской вузовской практике.

**Цель проведения аттестации** – проверка освоения образовательной программы дисциплины-практикума через сформированность образовательных результатов.

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины; помогает оценить крупные совокупности знаний и умений, формирование определенных компетенций.

### 7.1. Перечень компетенций, с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы:

Компетенции	Этапы формирования компетенций	Показатели формирования компетенции - образовательные результаты (ОР)		
		Знать	Уметь	Владеть
Способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления	<b>Теоретический (знать)</b>	ОР-1. Знает основные математические методы, используемые для обработки биологической информации; основные методы обработки биологической информации и требования к научным отчетам и проектам		
	<b>Модельный</b>		ОР-2. Умеет осуществлять	



научно-технических проектов и отчетов (ПК-4)	(уметь)		статистическое оценивание и проверку гипотез для обработки биологических данных в соответствии с поставленной задачей, анализировать результаты расчетов и обосновывать полученные выводы; обосновывать полученные результаты; представлять числовую информацию различными способами (таблица, массив, график, диаграмма и пр.); использовать полученные знания для обработки биологической информации и составления отчетов и проектов;	
	Практический (владеть)			ОР-3.навыками применения элементов математического анализа для решения биологических задач; методами статистической обработки результатов экспериментальных исследований; основными способами обработки информации

**7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания:**

№ п /п	РАЗДЕЛЫ (ТЕМЫ) ДИСЦИПЛИНЫ	СРЕДСТВА ОЦЕНИВАНИЯ, используемые для текущего оценивания показателя формирования компетенции	Показатели формирования компетенции ПК-4 (ОР)		
			ОР-1	ОР-2	ОР-3
1.	Статистические методы	ОС-1.	*	*	*

	биологии				
		ОС-2.	*	*	*
2.	Комбинаторные и вероятностные методы в генетике	ОС-3	*	*	*
3.	Линейное программирование в биологии	ОС-4.	*	*	*
4.	Дифференциальные уравнения в математическом моделировании биологических процессов.	ОС-5	*	*	*
		ОС-6	*	*	*
		ОС-7	*	*	*
5.	Итоговая аттестация	ОС-8.	*	*	*

Оценочными средствами текущего оценивания являются: устные доклады, защита реферата, итоговой и текущих лабораторных работ, тест по теоретическим вопросам дисциплины. Контроль усвоения материала ведется регулярно в течение всего семестра на лабораторных занятиях.

### Критерии и шкалы оценивания

#### ОС-1. Самостоятельная работа

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает основные понятия статистического анализа в социальных исследованиях (формулы статистических характеристик)	Теоретический (знать)	3
Умеет вычислять основные статистические характеристики, оценивать достоверность различий, делать правильные выводы	Модельный (уметь)	6
Владеет приемами систематизации информации, оформлять и понимать данные, представленные в виде таблиц	Практический (владеть)	3

Максимально 12 баллов.

#### ОС-2. Самостоятельная работа

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает основные понятия статистического анализа в социальных исследованиях (формулы статистических характеристик), понимает смысл коэффициента корреляции	Теоретический (знать)	3
Умеет составлять простейшие модели	Модельный (уметь)	6

имеющихся взаимосвязей между статистическими данными в социальной сфере (составлять уравнения регрессии), умеет оценить наличие взаимосвязи между статистическими величинами.		
Владеет навыками вычисления основных статистических характеристик	Практический (владеть)	3

Максимально 12 баллов.

### ОС-3. Подготовка рефератов и выступление с мини-докладами

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает суть излагаемых вопросов, представляет роль математических методов а различных областях биологических знаний	Теоретический (знать)	4
Умеет находить и систематизировать информацию, оформлять письменный работы, выступать с краткими докладами, вычленять главное и второстепенное, умеет применять математические методы для решения практических задач по исследуемым вопросам.	Модельный (уметь)	4
Владеет навыками подбора и систематизации литературных источников, поиска информации, правильного оформления библиографических ссылок, оформления отчетной документации	Практический (владеть)	4

Максимально 12 баллов

### ОС-4. Решение задач линейного программирования с помощью стандартных пакетов программ

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает принципы построения моделей, правила определения целевой функции, умеет вводить управляемые переменные задавать целевую функцию, определять системы ограничений с учетом специфики деятельности	Теоретический (знать)	3
умение самостоятельно работать с программными пакетами, правильно интерпретировать результаты моделирования, понимает смысл расчетных результатов (На основании результата сделан правильный практический вывод)	Модельный (уметь)	12
Владеет навыками обработки	Практический	3

информации в табличной форме, работать с электронными данными	(владеть)	
--	-----------	--

Максимально 12 баллов

#### **ОС-5. Самостоятельная работа**

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает принципы построения моделей, правила составления дифференциальных уравнений	Теоретический (знать)	3
умение решать дифференциальные уравнения	Модельный (уметь)	4
Владеет навыками работать с формулами, правильно интерпретировать результаты расчетов	Практический (владеть)	5

Максимально 12 баллов

#### **ОС-6. Интерактивная работа с готовой математической моделью нервного импульса**

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает принципы построения моделей	Теоретический (знать)	3
Умеет пользоваться готовыми математическими моделями, интерпретировать результаты	Модельный (уметь)	<b>6</b>
Владеет навыками работы с компьютерными программами, электронными таблицами	Практический (владеть)	3

#### **ОС-7. Контрольная работа**

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает принципы математического моделирования, интерпретации результатов математического моделирования	Теоретический (знать)	12
Умеет составлять математические модели, проводить на их основании расчеты, работать с данными в разных форматах	Модельный (уметь)	10
Владеет навыками, статистической обработки и систематизации информации	Практический (владеть)	10

Максимально 32 балла.

#### **ОС-8. Зачет**

Критерий	Этапы формирования компетенций	Максимальное количество баллов
Знает принципы математического моделирования	Теоретический (знать)	12
Умеет составлять математические модели, проводить на их основании расчеты, применять их к практической	Модельный (уметь)	10

деятельности		
Владеет навыками интерпретации результатов математического моделирования, статистической обработки информации, навыками и систематизации информации	Практический (владеть)	10

Максимально 32 балла.

**7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:**

**ОС-8. Зачет**

Примерный перечень вопросов к зачёту:

1. Среднее значение и среднее квадратичное отклонение.
2. Доверительный интервал.
3. Коэффициенты корреляции и ковариации.
4. Критерии достоверности оценок.
5. Определение достоверности различий.
6. Т-критерий Стьюдента.
7. Проверка достоверности гипотезы о значимости коэффициента корреляции.
8. Методы аппроксимации и интерполирования.
9. Уравнение регрессии
10. Применения комбинаторики и теории вероятностей в генетике.
11. Модель «Хищник – жертва». Роль и значение математических моделей в экологии.
12. Схема гибели и размножения.
13. Значение методов математического моделирования в мембранологии, биофизике, физиологии.
14. Равновесный потенциал. Уравнение Нернста.
15. Ионные токи и мембранный потенциал. Их математическое моделирование.

**7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции.**

Краткая характеристика процедуры реализации текущего и промежуточного контроля для оценки компетенций обучающихся представлена в таблице.

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика процедуры оценивания компетенций	Представление оценочного средства в фонде
1.	Контрольная работа	Контрольная работа выполняется в письменной форме в течение одного аудиторного занятия и затем проверяется преподавателем.	Текст контрольной
2.	Доклад, устное сообщение (мини-выступление)	Доклад - продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-исследовательской или научной темы. Тематика докладов выдается на первых семинарских занятиях, выбор темы осуществляется студентом самостоятельно. Подготовка осуществляется	Темы докладов

		во внеаудиторное время. На подготовку дается одна-две недели. За неделю до выступления студент должен согласовать с преподавателем план выступления. Регламент – 3-5 мин. на выступление. В оценивании результатов наравне с преподавателем принимают участие студенты группы.	
3.	Защита реферата	Реферат соответствует теме, выдержана структура реферата, изучено 85-100 % источников, выводы четко сформулированы	Темы рефератов
4.	Зачет	Проводится в заданный срок, согласно графику учебного процесса. Компонент «знать» оценивается теоретическими вопросами по содержанию дисциплины, компоненты «уметь» и «владеть» - практическими задачами.	Комплект примерных вопросов

В конце изучения дисциплины подводятся итоги работы студентов на лекционных и лабораторных занятиях путем суммирования заработанных баллов в течение семестра.

№ п/п	Вид деятельности	Максимальное количество баллов за занятие	Максимальное количество баллов по дисциплине
1.	Посещение лекций	1	<b>6</b>
2.	Посещение лабораторных занятий	1	<b>10</b>
3.	Работа на занятии	12	<b>120</b>
4.	Контрольная работа	32	<b>32</b>
5.	Зачёт	32	<b>32</b>
<b>ИТОГО:</b>	2 зачетных единицы		<b>200</b>

### Формирование балльно-рейтинговой оценки работы обучающихся

		Посещение лекций	Посещение практических занятий	Работа на практических занятиях	Контрольная работа	Зачёт
<b>3 семестр</b>	Разбалловка по видам работ	6 x 1=6 баллов	10 x 1=10 Баллов	10 x 12=120 баллов	32 балла	32 балла
	Суммарный макс. балл	6 баллов max	16 баллов max	136 баллов max	168 баллов max	200 баллов max

### Критерии оценивания работы обучающегося по итогам семестра

По итогам изучения дисциплины «Информационно-коммуникационные технологии в образовании», трудоёмкость которой составляет 2 ЗЕ и изучается в 3 семестре, обучающийся набирает определённое количество баллов, которое соответствует «зачтено» или «не зачтено» согласно следующей таблице:

	Баллы (2 ЗЕ)
«зачтено»	более 60
«не зачтено»	60 и менее

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### *Основная*

1. Иванов В.И. Математические методы в биологии. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2012. – 196 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=232506](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=232506) )
2. Белько И.В., Морозова И.М., Криштапович Е.А. Теория вероятностей, математическая статистика, математическое программирование: Учебное пособие / - М.:НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. - 299 с. (<http://znanium.com/bookread2.php?book=542521>)
3. Крахоткина Е.В. Численные методы в научных расчетах: учебное пособие. – Ставрополь: СКФУ, 2015 – 162 с. ([http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=458055](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=458055) )
4. Баврин И.И. Краткий курс высшей математики для химико-биологических и медицинских специальностей. М.: Физматлит, 2011. (Электронный ресурс: «Университетская библиотека онлайн», режим доступа [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=67300](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=67300))
5. Баврин И.И. Краткий курс высшей математики для химико-биологических и медицинских специальностей. М.: Физматлит, 2003 <http://znanium.com/bookread2.php?book=544601>

### *Дополнительная литература*

1. Новоселов А.Л., Новоселова И.Ю. Модели и методы принятия решений в природопользовании: учебное пособие. – М.: Юнити-Дана, 2015. – 383 с. (Электронный ресурс. – Режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=115170](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=115170) )
2. Наац В. И., Наац И. Э. Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы. – М.: Физматлит, 2009. – 326 с. ([http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=76600](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=76600)).
3. Горелов С. В. , Горелов В. П. , Григорьев Е. А. Основы научных исследований: учебное пособие. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016 – 534 с. (Электронный ресурс: «Университетская библиотека онлайн», режим доступа: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=443846](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=443846))
4. Измаилов А. Ф., Солодков В. М. Численные методы оптимизации М: Физматлит, 2008. – 320 с. ([http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=69317](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=69317) )
5. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учебное пособие для вузов– М.: Высш. Шк., 2005. – 479 с. (Библиотека УлГПУ)6. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учебное пособие - М.: Высш. Шк., 1979. – 400 с. [https://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_view\\_red&book\\_id=458330](https://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=458330)

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

### *Интернет-ресурсы*

- Электронная библиотека <http://lib.mexmat.ru/books/75829> (свободный доступ)
- Электронная библиотека <http://www.razym.ru> (свободный доступ)
- On-line калькуляторы

### *Электронные библиотечные системы (ЭБС), с которыми сотрудничает «УлГПУ им. И.Н. Ульянова»*

№	Название ЭБС	№, дата	Срок	Количество
---	--------------	---------	------	------------

		договора	использования	пользователей
1	«ЭБС ZNANIUM.COM»	Договор № 2304 от 19.05.2017	с 31.05.2017 по 31.05.2018	6 000
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»	Договор № 1010 от 26.07.2016	с 22.08.2016 по 21.11.2017	6 000

### 10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Порядок расположения тем в курсе лекций и практических занятий не случаен, поскольку каждая последующая тема основана на понимании некоторых сведений из предыдущих тем. Аналогичная зависимость существует и в порядке изложения внутри каждой темы. Именно поэтому темы курса следует изучать строго в той последовательности, в какой они приведены в рабочей учебной программе.

При изучении каждой темы следует

- внимательно прочитать текст лекции (раздела);
- разобрать приведенные в лекции примеры;
- постараться воспроизвести основные определения и формулировки (предложения, свойства, классификации), которые встречаются в лекции, в письменной форме, не заглядывая в лекционный материал. Следует помнить, что объём одновременно запоминаемого материала у каждого человека различен, но его можно существенно нарастить путём регулярных тренировок. Поэтому, если не удастся сразу воспроизвести весь требуемый материал, то следует разбить его на доступные части – это может быть одно определение, или даже несколько первых слов в определении, затем воспроизвести выученный отрезок, затем выучить следующий отрезок и воспроизвести его, а затем оба сразу и т.д. На каждом следующем шаге доступный для запоминания отрезок можно удлинять, но в конечном итоге нужно добиться воспроизведения всего материала (не правильно выучить первое определение, а затем более к нему не возвращаться; нужно выучивать каждое следующее определение, а затем повторять все предыдущие). Кроме того важно знать – понимание запоминаемого материала, его логическое осмысление в десятки раз увеличивает скорость запоминания.
- сравнить полученные результаты с лекционным материалом, в случае возникновения расхождений проанализировать их (в чём состоят ошибки, какие примеры могли бы подойти под ошибочное определение, но не подходят под настоящее, какие объекты пришлось бы исключить, если бы было принято ошибочное определение, к каким последствиям могла бы привести неправильная формулировка и т.п.);
- решить практические задания (домашнее задание).

При изучении разделов дисциплины, предусмотренных для самостоятельного изучения, а также разделов пропущенных по уважительным причинам, вначале нужно ознакомиться с программой дисциплины по данному разделу. Руководствуясь программой, необходимо приступить к последовательному и глубокому усвоению материала, изложенного в рекомендуемой литературе. При этом следует составлять краткий конспект материала по основным положениям, вынесенным в программу. После усвоения учебного материала дисциплины выполняется контрольное задание.

### Планы лабораторных (практических) занятий

**ЗАНЯТИЕ № 1.** 1. Из таблицы 1 возьмите подряд 100 чисел, начиная с номера  $4N$ , где  $N$  – номер вашего варианта (дойдя до конца таблицы, перейдите в ее начало). Возьмите в качестве интервалов группировка интервалы  $(0,20), (20,40) \dots (80,100)$  и напишите таблицу эмпирического распределения для этих интервалов. По этой таблице постройте гистограмму и полигон, сосчитайте эмпирическое среднее значение, дисперсию, эмпирическое среднеквадратическое отклонение.



**Таблица №1 Амплитуды экспериментально регистрируемых потенциалов действия**

10	09	73	25	33	76	52	01	35	86	34	67	35	48	76	80	95	90	91	17
37	54	20	48	05	64	89	47	42	96	24	80	52	40	37	20	63	61	04	02
08	42	26	89	53	19	64	50	93	03	23	20	90	25	60	15	95	33	47	64
99	01	90	25	29	09	37	67	07	15	38	31	13	11	65	88	67	67	43	97
12	80	79	99	70	80	15	73	61	47	64	03	23	66	53	98	95	11	68	77
66	06	57	47	17	34	07	27	68	50	36	69	73	61	70	65	81	33	98	85
31	06	01	08	05	45	57	18	24	06	35	30	34	26	14	86	79	90	74	39
85	26	97	76	02	02	05	16	56	92	68	66	57	48	18	73	05	38	52	47
22	15	67	16	01	76	72	52	73	62	79	88	03	40	47	40	99	58	39	51
05	94	66	77	42	77	53	12	97	87	01	95	47	73	83	68	41	90	12	26

2. (д/з) Из таблицы 2 возьмите подряд 100 чисел, начиная с номера  $4N$ , где  $N$  – номер вашего варианта (дойдя до конца таблицы, перейдите в ее начало). Возьмите в качестве интервалов группировка интервалы  $(-3, -2), (-2, -1) \dots (2, 3)$  и напишите таблицу эмпирического распределения для этих интервалов. По этой таблице постройте гистограмму и полигон, сосчитайте эмпирическое среднее значение, дисперсию, эмпирическое среднее квадратическое отклонение.

**Таблица №2. Экспериментально наблюдаемые отклонения измеряемого pH раствора от нейтрального в процессе проведения эксперимента**

0,414	0,011	0,666	-1,132	-0,410	-1,077	1,484	-0,340	0,789	-0,494	0,364
-1,237	-0,044	-0,111	-0,210	0,931	0,616	-0,377	-0,433	1,048	-0,037	0,759
0,609	-2,043	-2,290	0,404	-0,543	0,486	0,869	0,347	2,816	-0,464	-0,632
-1,614	0,372	-0,074	-0,916	1,314	-0,038	0,673	0,563	-0,107	0,131	-1,808
0,284	0,458	1,307	-1,625	-0,629	-0,504	-0,0056	-0,131	0,048	1,879	-0,952
0,360	-0,119	2,331	1,672	-1,053	0,840	0,246	-0,237	-1,312	1,603	-0,986
-0,566	1,600	0,465	1,951	0,110	0,251	0,116	-0,957	0,190	1,479	-0,402
1,249	1,934	0,070	-1,358	-1,246	-0,959	-1,297	-0,722	0,925	0,783	0,682
0,619	1,826	1,272	-0,945	0,494	0,050	-1,696	1,876	0,063	0,132	1,927
0,544	-0,417	-0,666	-0,104	-0,253	-2,543	-1,133	1,987	0,668	0,360	-1,319
1,183	1,211	1,765	0,035	-0,359	0,193	-1,023	-0,222	-0,616	-0,060	0,209
-0,785	-0,430	-0,298	0,248	-0,088	-1,379	0,295	-0,115	-0,621	-0,618	0,748
0,979	0,906	-0,096	-1,376	1,047	-0,872	-2,200	-1,384	1,425	-0,812	-1,016
-1,095										

3. Построить дискретный вариационный ряд и начертить полигон для следующего распределения размеров  $45 + 2N$  (для вариантов 1-15) или  $13 + 2N$  (для вариантов 16-30) количества особей, наблюдаемых на исследуемом участке за единицу времени (дойдя до конца таблицы, перейдите в ее начало):  
 39 41 40 42 41 40 42 44 40 43 42 41 43 39 42 41 42 39 41 37 43 41 38 43 42 41 40 41 38 44 40 39 41 40 42 40 41 42 41 43 38 39 41 41 42  
 Найдите моду и медиану, среднее значение и среднее квадратическое отклонение.
4. Интерактивная форма: Построить таблицу дискретного вариационного ряда, начертить полигон распределения  $45 - N$  (микрогруппа 1) ( $53 - N$  микрогруппа 2) (микрогруппа 3) количества полных дыхательных циклов у спортсменов за минуту, регистрируемых через 10 минут после тренировки. Найти эмпирическую моду, медиану, среднее значение и среднее квадратическое отклонение:  
 20 19 22 24 21 18 23 17 20 16 15 23 21 24 21 18 23 21 19 20 24 21 20 18 17 22 20 16 22 18 20 17 21 17 19 20 20 21 18 22 23 21 25 22 20 19 21 24 23 21 19 22 21 19 20 23 22 25 21 21.

## **ЗАНЯТИЕ № 2. Статистический анализ взаимосвязей.**

Задача 1. В результате проведения исследования, в котором измерялись два показателя, были получены следующие пары данных  $(0,5; 1,6), (0,7; 1,9), (1; 2,8), (1,5; 4,6), (2,1; 4,1), (2,5; 7), (3; 8,8), (3; 9,2), (3,2; 10), (2,6; 7,5)$ . Установить коррелированы ли величины, если да, то составить уравнение линейной регрессии. Проверить соответствие полученного результата на чертеже.

Задача 2. В результате проведения исследования, в котором измерялись два показателя, были получена таблица данных. Выяснить, коррелированы ли величины  $x$  и  $y$ . Подобрать к ним нелинейное уравнение регрессии переходом к полулогарифмическому масштабу.

$x$	0	1	2	3	4	5
$y$	1,1	7,2	54	404	2980	21000

Задача 3. В результате проведения исследования, в котором измерялись два показателя, были получены таблица данных. Выяснить, коррелированы ли величины  $x$  и  $y$ . Если да, то подобрать к ним уравнение регрессии

$x$	1	1,5	3	4	5
$y$	1,25	1,4	1,5	1,75	2,25

Задания для самостоятельной работы:

1. В таблице приведены данные о влиянии некоторого воздействия на исследуемый показатель. Проверить гипотезу о достоверности различий

ДО воздействия	25	27	22	20	20
ПОСЛЕ воздействия	9	8	5	8	9

2. Дана таблица измеряемых величин  $x$  и  $y$ . Написать уравнение регрессии (зависимости)  $y$  от  $x$

$X$	1.1	2.3	3.5	4.1	5
$Y$	1,5	4,9	5.2	6.3	9.5

### **ЗАНЯТИЕ №3. Гинетические задачи**

Задача 1. Найдите вероятность того, что при скрещивании растений с розовыми цветками с белыми появятся а) белые цветки; б) розовые цветки.

Задача 2. Для семян гороха жёлтый цвет (А) доминантный, зелёный (а) – рецессивный, гладкие семена (В) – доминантны, морщинистые (b) рецессивны. Найти вероятность появления жёлтых морщинистых семян при самоопылении гороха с генотипом АаВb.

Задача 3. Особи, наследующие генотип АА погибают при рождении, особи наследующие генотип Аа имеют яркую окраску, аа – бледную. При скрещивании особей с короткой шерстью появляются особи как с короткой, так и с длинной шерстью, а при скрещивании особей с длинной шерстью – только с длинной шерстью. Скрещиваются особи с яркой окраской и короткой шерстью и яркой окраской и длинной шерстью. Найдите расщепление по фенотипу среди выживших особей (общее соотношение особей с короткой шерстью и длинной шерстью в популяции составляет 3 : 1).

Задача 4. У пшеницы безостость (А) доминирует над остистостью (а), красная окраска колоса (В) - над белой (b). Определите внешний вид потомства от скрещиваний АаВb с Аabb.

Задача 5. При скрещивании чёрного быка с красной коровой родился чёрный телёнок, а при скрещивании с чёрной – красный, определите генотипы всех животных.

Задача 6. С какой вероятностью у мужчины, страдающего гемофилией и женщины, у матери которой никто из родственников не страдал гемофилией, а отец страдал гемофилией, родятся дети, больные гемофилией.

Задача 7. У мышей коричневая шерсть – доминантный признак, серая рецессивный. Определите какие потомки будут при скрещивании чистой линии мышей с коричневой шерстью с чистой линией мышей с серой шерстью. Какими будут генотипы и фенотипы потомков гибридов первого поколения.

Задача 8. У дрозофилы ген длины крыльев и окраски глаз сцеплен с полом. Нормальная длина крыльев и красные глаза доминируют над миниатюрными крыльями и белыми глазами. Каким будет потомство в первом и втором поколении при скрещивании самца с миниатюрными крыльями и красными глазами с гомозиготной самкой с нормальными крыльями и белыми глазами?

### **ЗАНЯТИЕ № 4. Задачи линейного программирования (ЗЛП)**

Задача № 1.1. Составьте математические модели следующих ситуаций.

а. Некий водоём заселяется каждой весной окунями и карасями. Средняя масса окуня составляет 0,8 кг, карася – 0,4 кг. Имеется два вида пищи, ежедневный запас которой поддерживается для первого типа на уровне 500 кг, а второго – 900 кг. Один окунь в среднем за день потребляет 100 г пищи первого типа и 300 г пищи второго типа,

для карася соответствующие величины составляют 200 и 100 г. Как следует заселить водоём, чтобы максимизировать суммарную биомассу рыб?

б. При производстве удобрений смешивают в различных соотношениях три химических вещества, а удобрения продаются в упаковках по 10 кг. Три этих вещества стоят соответственно 20, 15 и 5 рублей за килограмм. В любой смеси должно присутствовать не менее 2 кг первого вещества, а содержание третьего вещества не должно превышать количества второго. Как следует составить смесь, чтобы стоимость упаковки удобрения была минимальной.

в. Средний дневной рацион хищника составляет 10 ед. пищи А, 12 ед. пищи В, 12 ед. пищи С. Эти потребности удовлетворяются двумя видами жертвы. Первый вид даёт 5 ед. пищи вида А, 2 ед. пищи В и 1 ед. пищи С. Для второго вида соответствующие величины составляют 1, 2, и 4 ед. На поимку жертвы первого вида требуется в среднем 3 ед. энергии, а второго – 2 ед. энергии. Поедание какого числа жертв обеспечит хищнику удовлетворение его потребностей с наименьшими затратами энергии?

г. Пища для собак готовится из говядины, конины и печени. 1 кг говядины стоит 150 рублей и содержит 0,2 кг белка и 0,5 кг углеводов. Конина стоит 100 рублей за кг и содержит 0,1 кг белка и 0,6 кг углеводов. Наконец, печень стоит 200 рублей за кг и содержит 0,4 кг углеводов и 0,3 кг белка. Составить оптимальный рацион для собаки, минимальные потребности которой в углеводах составляют 6 кг углеводов и 3,1 кг белка в месяц.

### **ЗАНЯТИЕ № 5. Переход к двойственным задачам**

1. Составьте ежедневный рацион кормления птицы так, чтобы обеспечить ее необходимым количеством питательных веществ А, В и С и так, чтобы это было наиболее дешёвый рацион. Необходимые данные приведены в таблице.

Питательные вещества	содержание веществ в единице корма, ед.		требуемое количество в смеси, ед.
	корм I	корм II	
А	1	4	1
В	1	2	4
С	1	-	1
цена единицы массы корма, р	2	4	

2. Из четырех видов сырья необходимо составить смесь наименьшей стоимости, в состав которой входит не менее 26 ед. химического вещества А, не менее 30 единиц вещества В, не менее 24 ед. вещества С. Количество единиц химического вещества в 1 кг сырья, а также цена 1 кг сырья указаны в таблице

Вещество	Количество единиц вещества в 1 кг сырья вида i			
	1	2	3	4
А	1	1	-	4
В	2	-	3	5
С	1	2	4	6
Цена 1 кг сырья (руб)	50	60	70	40

### **ЗАНЯТИЕ № 6.**

#### **Решение задач линейного программирования с помощью стандартных пакетов программ**

Разбираются вопросы в домашнем задании, выполняются те задания, которые не были разобраны на занятии 3, с помощью программы Excel решаются задачи индивидуального

домашнего задания, проверяются ответы, делаются выводы.

### **ЗАНЯТИЕ № 7. Моделирование численности популяции с помощью одного дифференциального уравнения**

Задача № 1. Через 6 часов после начала опыта численность бактерий в популяции возросла в 2 раза. Во сколько раз увеличится количество бактерий через сутки?

Задача № 2. В начале эксперимента имелось 200 бактерий, а через 12 ч их стало 600. Во сколько раз увеличится количество бактерий спустя 24 ч после начала эксперимента?

Задача № 3. Через 3 ч после начала опыта численность водорослей в популяции возросла в 125 раз по сравнению с начальной. В какой момент времени их численность превышала начальную в 25 раз?

Задача № 4. В начале эксперимента имелось 100 клеток одноклеточной водоросли, а через 2 ч их стало 3600. Во сколько раз увеличится количество клеток спустя 3 ч после начала эксперимента?

Задача № 5. Через 5 часов после начала опыта численность бактерий в популяции возросла в 2 раза. Во сколько раз увеличится количество бактерий через 20 ч?

Задача № 6. В начале эксперимента имелось 100 бактерий, а через 6 ч их стало 500. Во сколько раз увеличится количество бактерий спустя 24 ч после начала эксперимента?

Задача № 7. Через 2 ч после начала опыта численность водорослей в популяции возросла в 16 раз по сравнению с начальной. В сколько раз вырастет их численность через 3 ч?

### **ЗАНЯТИЕ № 8. Модель хищник жертва.**

Постройте с помощью программы *Excel* графики численности жертв и хищников в модели «хищник – жертва»:

$$\frac{dx}{dt} = \alpha x - \beta xy$$
$$\frac{dy}{dt} = \gamma xy - \lambda y$$

а) при  $\alpha = 20$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\gamma = 0,2$ ,  $\lambda = 10$ , начальном количестве жертв  $x_0 = 40$  и начальном количестве хищников  $y_0 = 50$ , шаг интегрирования  $h = 0,001$ , результат сравните с графиком при  $h = 0,002$ .

б) при  $\alpha = 20$ ,  $\beta = 0,3$ ,  $\gamma = 0,2$ ,  $\lambda = 30$ , начальном количестве жертв  $x_0 = 300$  и начальном количестве хищников  $y_0 = 100$ , шаг интегрирования  $h = 0,001$ . Какова численность жертв на втором пике их численности? Какова численность хищников в тот же момент времени? Какова численность хищников на втором их пике? Результат сравните с графиком при  $h = 0,003$ .

в) при  $\alpha = 40$ ,  $\beta = 2$ ,  $\gamma = 2$ ,  $\lambda = 100$ , начальном количестве жертв  $x_0 = 100$  и начальном количестве хищников  $y_0 = 50$ , шаг интегрирования  $h = 0,001$ . Какова численность жертв и хищников на вторых пиках их численности?

г) при  $\alpha = 20$ ,  $\beta = 1$ ,  $\gamma = 1$ ,  $\lambda = 100$ , начальном количестве жертв  $x_0 = 100$  и начальном количестве хищников  $y_0 = 50$ , шаг интегрирования  $h = 0,001$ .

д) сравните результаты вычислений при двукратном уменьшении всех параметров задачи (в) по отдельности (например, провести расчеты при  $\alpha = 20$  и сравнить их с результатами при  $\alpha = 40$ , остальные параметры оставить без изменений), сделайте выводы.

### **ЗАНЯТИЕ № 9. Модель нервного импульса**

Задача № 1. Вычислите равновесный потенциал для ионов калия, если концентрация ионов калия во внутреннем растворе равна 120 ммоль/л, а с наружной стороны мембраны составляет а) 20 ммоль/л, б) 40 ммоль/л, в) 120 ммоль/л. Температура 30 °С.

Задача № 2. Вычислите равновесный потенциал для ионов натрия, если концентрация ионов натрия во внутреннем растворе равна 18 ммоль, а с наружной стороны мембраны составляет а) 114 ммоль/л, б) 57 ммоль, в) 36 ммоль. Температура 36 °С.

Задача № 3. Установлено, что в наружном растворе, содержащем 40 ммоль/л калия, калиевый равновесный потенциал составил 40 мВ. Определите примерную концентрацию ионов калия во внутреннем растворе, если измерения проводились при температуре 27° С.

Задача № 4. На сколько изменится натриевый равновесный потенциал при замене раствора, омывающего клетку и содержащего 114 ммоль/л натрия, на раствор, содержащий 57 ммоль/л натрия при температуре 17 °С ?

### **Занятие № 10. Контрольная работа (см. ОС-7)**

**11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

- \* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
- \* Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №1110 от 15.12.2014 г., действующая лицензия.
- \* Операционная система WindowsPro 7 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Open License: 47357816, договор №17-10-оаэ ГК от 29.10.2010 г., действующая лицензия.
- \* Офисный пакет программ Microsoft Office Standard 2010 OLP NL Academic, OpenLicense: 60696830, договор №200712-1Ф от 20.07.2012 г., действующая лицензия.
- \* Программа для просмотра файлов формата DjVu Win DjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
- \* Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
- \* Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.

**12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Аудитория № 105	Посадочные места - 100 Мультимедийный комплекс для аудитории в составе: Компьютер, проектор, акустическая система, интерактивный проектор. Ин. №ВА0000005238. Комплект аудиторной мебели – 1 шт. Стол преподавателя – 1 шт. Витрина – 3 шт. Трибуна – 1 шт. Тумба стеклянная – 1 шт. Сплит-система – 1 шт. Жалюзи – 3 шт. Доска магнитно-маркерная – 1 шт. Доска учебная одностворчатая – 1 шт.	* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №260916-ЛД от 12.12.2016 г., действующая лицензия. * Операционная система Windows 7 Pro, договор 0368100013813000025-0003977-01 от 17.06.2013 г., действующая лицензия. * Офисный пакет программ Office Standard 2013 RUS OLP NL Acdmc, договор 0368100013813000025-0003977-01 от 17.06.2013 г., действующая лицензия. * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано. * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная

		лицензия, пролонгировано. * Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.
Аудитория № 417	<p>Посадочные места – 50          Преподавательский стол – 1 шт.          Столы ученические двухместные – 14шт.          Столы ученические трехместные – 8 шт.          Тумба под компьютер – 1шт.          Встроенные шкафы – 2 шт.          Стулья – 50 шт.          Мультимедийный класс в составе: интерактивная система SMART Boaro SB 685. Ноутбук HP Pavilion g6-2364. Ин. номе ВА0000005863.          Доска – 1 шт.          Жалюзи – 3 шт.          Стул из кожи черный – 1 шт</p>	<p>* Архиватор 7-Zip, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.          * Антивирус ESET Endpoint Antivirus for Windows, лицензия EAV-0120085134, контракт №260916-ЛД от 12.12.2016 г., действующая лицензия.          * Операционная система Windows 7 Pro, договор 0368100013813000025-0003977-01 от 17.06.2013 г., действующая лицензия.          * Офисный пакет программ Office Standard 2013 RUS OLP NL Acdmc, договор 0368100013813000025-0003977-01 от 17.06.2013 г., действующая лицензия.          * Программа для просмотра файлов формата DjVu WinDjView, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.          * Программа для просмотра файлов формата PDF Adobe Reader XI, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.          * Браузер Google Chrome, открытое программное обеспечение, бесплатная лицензия, пролонгировано.</p>