

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 12.09.2021 20:54:56  
Уникальный программный ключ:  
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной и методической работе  
\_\_\_\_\_ Б.В.Пекаревский  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**БАЗОВЫЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОТЕХНОЛОГИИ**

Направление подготовки  
**19.03.01 Биотехнология**

Направленность образовательной программы  
**Биотехнология**

Квалификация  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **химической и биотехнологии**  
Кафедра **технологии микробиологического синтеза**

Санкт-Петербург  
2019

Б.1.В.ДВ.02.01

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчик		доцент Г.В.Козлов

Рабочая программа дисциплины «Базовые статистические методы в биотехнологии»  
обсуждена на заседании кафедры технологии микробиологического синтеза  
протокол от .2019 №  
И.о.заведующего кафедрой

М.М. Шамцян

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии  
протокол от .2019 №

Председатель

М.В.Рутто

## СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Биотехнология»		доцент Т.Б.Лисицкая
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....	05
3. Объем дисциплины .....	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий .....	06
4.2. Занятия лекционного типа .....	06
4.3. Занятия семинарского типа .....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия .....	08
4.3.2. Лабораторные занятия .....	09
4.4. Самостоятельная работа .....	10
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	11
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины .....	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии .....	12
10.2. Программное обеспечение .....	13
10.3. Информационные справочные системы .....	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	14

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими компетенциями:

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-10	владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов	Знать: основные методы обработки экспериментальных данных Уметь: составлять план эксперимента и определять достаточное количество вариант опыта в зависимости от предполагаемого способа обработки данных и исходя из специфики объекта исследования Владеть: методиками первичной обработки и группировки данных в ранжированный вариационный ряд; вычисления степенных и отыскания структурных средних; расчета основных показателей вариации; проверки гипотезы о соответствии распределения определенному закону; расчетов доверительных интервалов, t-критерия Стьюдента, F-критерия Фишера; расчета X-критерия Ван-дер-Вардена, U-критерия Уилкоксона (Манна-Уитни), критерия знаков Z, T-критерия Уилкоксона; одно- и двухфакторного дисперсионного анализа; расчета эмпирического коэффициента корреляции, коэффициента корреляции Фехнера и коэффициента корреляции знаков; построения уравнений линейной регрессии
ПК-11	готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ	Знать: возможности базовых программных продуктов, имеющих функции статистической обработки данных Уметь: корректно группировать данные для обработки и обосновано выбирать функции для их обработки Владеть: статистическими функциями программы Excel
ПК-9	<b>владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области</b>	Знать: нюансы экспериментальной работы с основными объектами биотехнологии и особенности измерений их основных параметров Уметь: осуществлять подбор методик измерения в соответствии с задачами и спецификой экспериментальной работы Владеть: техникой первичных измерений наиболее часто описываемых биологических признаков (геометрические размеры, масса и т.д. объектов биотехнологии)

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части (Б1.В.ДВ.02.01) и изучается на 2 курсе в 3 семестре.

Обучающиеся должны иметь знания по общей биологии в объёме школьной программы, дисциплина так же опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Общая биология». Данная дисциплина является основой для изучения таких дисциплин как «Биохимия», «Общая биотехнология», «Промышленная биотехнология», «Молекулярная биология», умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе бакалавра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	4/144
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>64</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	<b>36</b>
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	0
курсовое проектирование (КР или КП)	КР(8)
КСР (т.ч. КР)	10 (8)
другие виды контактной работы	0
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>53</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП , зачет, экзамен)	КР, экзамен(27)

## 4 Содержание дисциплины

#### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Основные понятия и определения.	2	4	-	-	ПК-10 ПК-11 ПК-9
2.	Основные характеристики варьирующих объектов	1	2	-	-	ПК-10 ПК-11
3.	Законы распределения	4	8	-	15	ПК-10 ПК-11
4.	Выборочный метод и оценка генеральных параметров	2	4	-	-	ПК-10 ПК-11
5.	Непараметрические критерии	1	2	-	-	ПК-10 ПК-11
6.	Дисперсионный анализ	2	4	-	20	ПК-10 ПК-11
7.	Корреляционный анализ	2	4	-	8	ПК-10 ПК-11
8.	<u>Регрессионный анализ</u>	2	4	-	10	ПК-10 ПК-11
9.	Вопросы планирования исследований	2	4	-	-	ПК-10 ПК-9

#### 4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1.	<u>Основные понятия и определения</u> Место биологической статистики в системе биологических наук, предмет и основные понятия биологической статистики, признаки и их свойства, причины варьирования результатов наблюдений, способы группировки первичных данных (таблицы и статистические ряды).	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
2.	<u>Основные характеристики варьирующихся объектов</u> Средние величины (степенные и структурные) и показатели вариации. Коэффициент вариации и нормированное отклонение.	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
3.	<u>Законы распределения</u> Характерные черты варьирования, вероятность и её свойства, биномиальное распределение, распределение Пуассона, параметры дискретных распределений, нормальное (Гауссово) распределение, проверка гипотезы о законе распределения при помощи критерия Пирсона, использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия
4.	<u>Выборочный метод и оценка генеральных параметров</u> Способы отбора, точечные оценки, статистические ошибки, доверительный интервал, критерии достоверности оценок, t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
5.	<u>Непараметрические критерии</u> Х-критерий Ван-дер-Вардена, U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни), критерий знаков Z, T-критерий Уилкоксона	1	Слайд-презентация, групповая дискуссия
6.	<u>Дисперсионный анализ</u> Суть метода и условия его применимости. Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов. Схема анализа двух и трехфакторных комплексов.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
7.	<u>Корреляционный анализ</u> Параметрические показатели связи, коэффициент ковариации, эмпирический коэффициент корреляции, оценка разности между коэффициентами корреляции, коэффициент детерминации, $z$ – преобразование Фишера, оценка разности между $z$ -коэффициентами, множественная и частная корреляция, непараметрические показатели связи, коэффициент корреляции Фехнера, коэффициент корреляции знаков.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
8.	<u>Регрессионный анализ</u> Понятие регрессии, построение и выравнивание эмпирических рядов регрессии, способ скользящей средней, линейная регрессия, нелинейная (параболическая и гиперболическая) регрессия.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
9.	<u>Вопросы планирования исследований</u> Приближенные оценки основных статистических показателей, определение необходимого объема выборки, типичные ошибки.	2	

### 4.3. Занятия семинарского типа.

#### 4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Основные понятия и определения</u> Студенты получают данные биологических экспериментов в необработанном виде и проводят их первичную обработку и группируют в вариационные ряды.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия
2.	<u>Основные характеристики варьирующихся объектов</u> По ранее полученным вариационным рядам студенты вычисляют степенные и отыскивают структурные средние. Производят расчет дисперсии и среднего квадратического отклонения.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия



№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3.	<u>Законы распределения</u> На основании данных, обработанных на предыдущем занятии, либо предоставленных преподавателем с использованием критерия $\chi^2$ (Пирсона), а так же коэффициента асимметрии и показателя эксцесса студенты проверяют гипотезу о нормальном распределении, либо проверяют гипотезы о соответствии распределения биномиальному закону или закону Пуассона.	8	Слайд-презентация, групповая дискуссия
4.	<u>Выборочный метод и оценка генеральных параметров</u> Студенты производят расчет двух средних величин и оценивают их разность с использованием t-критерия Стьюдента, предварительно оценив его применимость к обрабатываемым данным.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия -
5.	<u>Непараметрические критерии</u> Студенты проводят оценку разности средних непараметрическими критериями, обосновывая выбор того или иного критерия в зависимости от обрабатываемых данных.	2	Слайд-презентация, групповая дискуссия
6.	<u>Дисперсионный анализ</u> Студенты проводят дисперсионный анализ численных данных, предоставленных преподавателем, либо полученных самостоятельно в ходе НИРС, предварительно оценив применимость метода дисперсионного анализа к указанным численным данным.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия
7.	<u>Корреляционный анализ</u> Студенты рассчитывают параметрические или непараметрические коэффициенты корреляции по данным, предоставленным преподавателем, либо полученным самостоятельно в ходе НИРС, предварительно оценив применимость расчетных формул к указанным численным данным.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
8.	<u>Регрессионный анализ</u> На основании полученных в ходе лабораторных работ по профильным предметам или в результате НИРС данных, а так же по данным, предоставленным преподавателем студенты составляют уравнение калибровочного графика для фотоэлектрокалориметра (линейная регрессия).	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия
9.	<u>Вопросы планирования исследований</u> Студенты под руководством преподавателя планируют и производят обработку данных, полученных в ходе НИР по тематикам своих курсовых работ по другим предметам.	4	Слайд-презентация, групповая дискуссия

#### 4.3.2 Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены.

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	Распределение Шарле	4	Устный опрос
3	Критерий Ястремского	4	Устный опрос
3	Оценка трансгрессии рядов	4	Устный опрос
3	Проверка сомнительных вариант	3	Устный опрос
6	Анализ иерархических комплексов	20	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
7	Коэффициент корреляции рангов (коэффициент корреляции Спирмена)	4	Устный опрос
7	Коэффициент ассоциации	4	Устный опрос
8	Множественная линейная корреляция	10	Устный опрос

#### 4.4.1. Примерные темы курсовых работ

Курсовой работой является измерение простейших биологических параметров (геометрические размеры, масса, число структурных элементов) микроорганизмов, растений, гербарных образцов, семян, построение статистического ряда и изучение характера распределения закона распределения. Примерные темы курсовых работ приведены в приложении 1.

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

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

#### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена и защиты курсовой работы.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) и комплексная задача (для проверки умений и навыков).

При сдаче экзамена, студент получает один вопрос из перечня вопросов и одну задачу из перечня задач, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

**Пример варианта вопросов на экзамене:**

Вариант № 1

1. Распределение Пуассона.

2. Задача

Частота пульса и максимальное артериальное давление  
у детей разного возраста

x	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Вычислить коэффициент корреляции

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

### а) основная литература:

1. Математическая статистика: Учебник для вузов / **В. Б. Горяинов, И. В. Павлов, Г. М. Цветкова, О. И. Тескин**; под ред. **В. С. Зарубина, А. П. Крищенко**. - 3-е изд., испр. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2008. - 423 с.

### б) дополнительная литература:

2. **Шипачев, В.С.** Высшая математика : Учебник для вузов / **В. С. Шипачев**. - 9-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2008. - 479 с.

3. **Боровков, А.А.** Математическая статистика : учебник / **А. А. Боровков**. - 4-е изд., стер. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2010. - 703 с.

4. **Воскобойников, Ю.Е.** Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad : Учебное пособие / **Ю. Е. Воскобойников**. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2011. - 224 с.

### в) вспомогательная литература:

5. **Гмурман, В.Е.** Теория вероятностей и математическая статистика : учебное пособие для вузов / **В. Е. Гмурман**. - 12-е изд., перераб. - М. : Высшее образование, 2006. - 479 с.

6. **Лакин, Г.Ф.** Биометрия : Учебное пособие для биол. спец. Вузов / **Г.Ф. Лакин**. - 4-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1990.- 352 с.

7. **Терентьев, П.В.** Практикум по биометрии. Учебное пособие / **П.В. Терентьев, Н.С. Ростова**. - Л. : Изд-во ЛГУ, 1977. - 152 с.

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:  
<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

Scirus <http://www.scirus.com>

Sciencedirect <http://www.sciencedirect.com>

PubMed, PubMedCentral, Biomedcentral <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>

<http://www.pubmedcentral.nih.gov> <http://www.biomedcentral.com>

CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org>

<http://www.pubs.acs.org>

CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>

CSA <http://www.csa.com>

Сайты международных издательств научной литературы (ACS, RSC, J. Wiley IS, M. Dekker, Elsevier, Taylor & Francis Web site, CRC Press Web site).

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Общая биология» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 047-2008 КС УКДВ. Система стандартов безопасности труда. Организация обучения студентов безопасности труда при проведении учебных лабораторных работ.

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходиться, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.**

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office (Microsoft Excel)

### **10.3. Информационные справочные системы.**

- CAS <http://www.cas.org> <http://www.chemport.org> <http://www.chemistry.org> <http://www.pubs.acs.org>
- CiteXplore <http://www.ebi.ac.uk/citexplore>
- CSA <http://www.csa.com>

## **11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

Минимально необходимый перечень материально-технического обеспечения включает в себя компьютеры, принтеры, сканеры, для измерения микроорганизмов необходимы микроскопы с окуляр-микрометрами.

Лекции и семинарские занятия сопровождается демонстрацией презентаций с применением мультимедийной техники.

Семинарские занятия проводятся на базе лаборатории клеточной биотехнологии СПбГТИ (ТУ) и микробиологической лаборатории кафедры технологии микробиологического синтеза СПбГТИ (ТУ).

## **12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.**

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Базовые статистические методы в биотехнологии»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Компетенции</b>		
<b>Индекс</b>	<b>Формулировка</b>	<b>Этап формирования</b>
ПК-10	владением планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов	Промежуточный
ПК-11	готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ	Промежуточный
ПК-9	<b>владением основными методами и приемами проведения экспериментальных исследований в своей профессиональной области</b>	Промежуточный

**2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.**

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Раздел 1	Знать: способы первичной группировки данных Уметь: группировать данные в таблицы и статистические ряды Владеть: методиками первичной обработки и группировки данных в ранжированный вариационный ряд;	Правильные ответы на вопросы № 1-3	ПК-10
	Знать: возможности программы Excel по статистической обработке данных Уметь: ранжировать полученные данные Владеть: статистическими функциями программы Excel	Правильное решение задачи № 46	ПК-11



Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>Знать: нюансы экспериментальной работы с основными объектами биотехнологии и особенности измерений их основных параметров</p> <p>Уметь: осуществлять подбор методик измерения в соответствии с задачами и спецификой экспериментальной работы, для обеспечения необходимой точности измерения</p> <p>Владеть: техникой первичных измерений наиболее часто описываемых биологических признаков</p>	Выполнение и защита курсовой работы	ПК-9
Раздел 2	<p>Знать: структурные и степенные средние, основные показатели вариации</p> <p>Уметь: вычислять указанные величины по выборке и вариационному ряду</p> <p>Владеть: методиками вычисления степенных и отыскания структурных средних; расчета основных показателей вариации</p>	Правильные ответы на вопросы № 4-7	ПК-10
	<p>Знать: возможности программы Excel по статистической обработке данных</p> <p>Уметь: вычислять среднее арифметическое, дисперсию и среднее квадратическое отклонение с использованием Excel</p> <p>Владеть: вычислениями средних и показателей вариации в программе Excel</p>	Правильное решение задач № 47-50	ПК-11
Раздел 3	<p>Знать: законы биномиального, пуассонова и гауссова (нормального) распределения</p> <p>Уметь: проверять гипотезы о законах распределения</p> <p>Владеть: методиками проверки гипотезы о соответствии распределения определенному закону критерием Пирсона и с использованием асимметрии и эксцесса</p>	Правильные ответы на вопросы № 8-15	ПК-10
	<p>Знать: возможности программы Excel по статистической обработке данных</p> <p>Уметь: находить теоретические частоты</p> <p>Владеть: статистическими функциями программы Excel по вычислению указанных критериев</p>	Правильное решение задач № 1,3-5,7,14-17	ПК-11

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Раздел 4	Знать: параметрические критерии Уметь: определять выполнение условий применимости критериев Владеть: методиками t-критерия Стьюдента, F-критерия Фишера	Правильные ответы на вопросы №16-20	ПК-10
	Знать: возможности базовых программных продуктов, имеющих функции статистической обработки данных Уметь: осуществлять проверку условий применимости указанных критериев с использованием ЭВМ Владеть: статистическими функциями программы Excel, позволяющим вычислять указанные критерии	Правильное решение задач № 2,6,8-13	ПК-11
Раздел 5	Знать: непараметрические критерии Уметь: определять применимость критериев Владеть: методиками расчетов доверительных интервалов, t-критерия Стьюдента, F-критерия Фишера; расчета X-критерия Ван-дер-Вардена, U-критерия Уилкоксона (Манна-Уитни), критерия знаков Z, T-критерия Уилкоксона	Правильные ответы на вопросы № 21-25	ПК-10
	Знать: возможности базовых программных продуктов, имеющих функции статистической обработки данных Уметь: корректно группировать данные для обработки Владеть: математическими функциями программы Excel, используемыми для упрощения расчетов указанных критериев	Правильное решение задачи № 51	ПК-11
Раздел 6	Знать: условия применимости дисперсионного анализа Уметь: составлять дисперсионный комплекс Владеть: методиками одно- и двухфакторного дисперсионного анализа	Правильные ответы на вопросы № 26-28, 45	ПК-10
	Знать: возможности программы Excel по статистической обработке данных Уметь: группировать данные в дисперсионный комплекс для обработки на ЭВМ Владеть: возможностями программы Excel, которые можно использовать для упрощения расчетов при дисперсионном анализе	Правильное решение задач № 18,23,28,29,31	ПК-11

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Раздел 7	Знать: условия применимости корреляционного анализа Уметь: осуществлять их проверку Владеть: методиками расчета эмпирического коэффициента корреляции, коэффициента корреляции Фехнера и коэффициента корреляции знаков;	Правильные ответы на вопросы № 29-30	ПК-10
	Знать: возможности программы Excel по расчету коэффициента корреляции Уметь: группировать данные в дисперсионный комплекс для обработки на ЭВМ Владеть: возможностями программы Excel по вычислению коэффициентов корреляции	Правильное решение задач № 19,20,24-27,30,32-40	ПК-11
Раздел 8	Знать: условия применимости регрессионного анализа Уметь: осуществлять их проверку Владеть: методиками расчета уравнения линейной регрессии	Правильные ответы на вопросы № 39-42	ПК-10
	Знать: возможности программы Excel по регрессионному анализу Уметь: группировать данные в дисперсионный комплекс для обработки на ЭВМ Владеть: возможностями программы Excel по построению уравнений линейной регрессии	Правильное решение задач № 41-45	ПК-11
Раздел 9	Знать: базовые способы планирования эксперимента Уметь: осуществлять планирование эксперимента Владеть: методиками расчета необходимого количества вариантов	Правильные ответы на вопросы № 43, 44	ПК-10
	Знать: нюансы планирования экспериментальной работы с основными объектами биотехнологии и особенности измерений их основных параметров Уметь: осуществлять подбор методик измерения в соответствии с задачами и спецификой экспериментальной работы и проверять применимость планируемых методов статистической обработки Владеть: техникой первичных измерений наиболее часто описываемых биологических признаков.	Выполнение курсовой работы	ПК-9

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015 г.

промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, результат оценивания –

«неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.**

#### **а) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-10**

1. Место биологической статистики в системе биологических наук, предмет, основные понятия и определения.
2. Статистические ряды. Техника построения вариационного ряда.
3. Степенные средние.
4. Структурные средние.
5. Показатели вариации.
6. Коэффициент вариации
7. Нормированное отклонение.
8. Случайное событие. Случайная величина.
9. Вероятность и её свойства.
10. Биномиальное распределение.
11. Распределение Пуассона
12. Параметры дискретных распределений
13. Нормальное (Гауссово) распределение.
14. Критерий Пирсона
15. Использование асимметрии и эксцесса для проверки соответствия распределения нормальному закону.
16. Способы отбора,
17. Точечные оценки
18. Доверительный интервал.
19. t-критерий Стьюдента.
20. F-критерий Фишера.
21. Непараметрические критерии
22. X-критерий Ван-дер-Вардена.
23. U-критерий Уилкоксона (Манна-Уитни).
24. Критерий знаков Z.
25. T-критерий Уилкоксона.
26. Дисперсионный анализ- суть метода и условия его применимости.
27. Схема дисперсионного анализа однофакторных комплексов.
28. Схема дисперсионного анализа двухфакторных комплексов.
29. Корреляционный анализ – суть метода и условия его применимости.
30. Коэффициент ковариации.
31. Эмпирический коэффициент корреляции.
32. Оценка разности между коэффициентами корреляции.
33. Коэффициент детерминации.
34. z – преобразование Фишера.
35. Множественная корреляция.
36. Частная корреляция.
37. Непараметрические показатели связи - коэффициент корреляции Фехнера.
38. Непараметрические показатели связи - коэффициент корреляции знаков.
39. Понятие регрессии, построение эмпирических рядов регрессии.

40. Выравнивание эмпирических рядов регрессии способом скользящей средней.
41. Линейная регрессия.
42. Нелинейная регрессия.
43. Приближенные оценки основных статистических показателей.
44. Определение необходимого объема выборки.
45. Задачи дисперсионного анализа.

**б) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-11  
решение контрольных задач с использованием ЭВМ**

**Задача 1** Изучали соотношение распределений числа смертей в день среди мужчин в возрасте 77 лет.

$f_1$	336	397	233	92	27	64	1
$f_2$	376	218	89	33	13	2	1

Распределение подчиняется закону Пуассона.

Сравнить  $f_1$  и  $f_2$  критериально.

**Задача 2** Изучалась фоточувствительность двух штаммов гриппа к УФ-облучению:

$x_1$	0,23	0,27	0,28	0,28	0,29	0,29	0,30
	0,31	0,31	0,32	$n_1=10$			
$x_2$	0,34	0,36	0,42	0,43	0,50	$n_2=5$	

Различаются ли штаммы по чувствительности к УФ?

**Задача 3** Сравнить эмпирическое распределение ( $f_1$ ) растений гороха на участках с теоретическим ( $f_2$ ).  $f_2$  - нормальное распределение.

$f_1$	336	397	233	92	27	64	1
$f_2$	376	218	89	33	13	2	1

**Задача 4** Изучали основной вид очанки ( $f_1$ -*E. pral*) и одну из ее разновидностей ( $f_2$  - *E. curta*). Анализ вида производили по числу растений, зацветающих с одного или иного узла. Оценить различие между основным видом и его разновидностью.

$f_1$	336	397	233	92	27	64	1
$f_2$	376	218	89	33	13	2	1

**Задача 5**

Сравнить распределение (эмпирическое  $f_1$ ) числа зерен в пробах с теоретическим ( $f_2$ ).  $f_2$  - распределение Пуассона.

$f_1$	9,0	21,8	26,4	21,3	12,9	6,3	2,5
$f_2$	6,0	24,0	32,0	18,0	9,0	6,0	6,0

**Задача 6** Частота пульса у детей с тяжелым отравлением до ( $x_1$ ) и после вливания кровезаменителя ( $x_2$ ). Сравнить выборки критериально:

$x_1$	48	120	100	62	60	46	74	65
	48	52						
$x_2$	115	130	100	120	108	65	110	
	125	102	96					

**Задача 7** Провести сопоставление, используя критерий различия эмпирических и теоретических значений числа фрагментов хромосом в клетке после действия ультразвука:

$f_{\text{эмп.}}$	877	63	47	7	4	11
$f_{\text{теор.}}$	819	164	16	1	1	00

распределение Пуассона

**Задача 8** Изучали качественную регуляцию тонуса кровеносных сосудов. Для этого животное подключали к системе искусственного кровообращения, измеряли артериальное давление -  $x_1$  затем прерывали и вновь возобновляли кровоток,

повторно измеряя давление –  $x_2$ . Можно ли говорить о восстановлении артериального давления?

X1	80	90	90	90	90	100	70	70	70	90	90	90
	80	80	90	90	90	90						
X2	85	77	95	70	80	85	75	70	70	85	85	88
	70	65	90	92	110	110						

**Задача 9** Сравнивались два метода определения крахмала в картофеле. Есть ли статистические различия между методами, если была взята одна серия клубней?

Метод 1	21,7	18,7	18,3	17,5	18,5	15,6	17,0	16,6	14,0	17,2
	21,7	18,6	17,9	17,7	18,3	16,6				
Метод 2	21,5	18,7	18,3	17,4	18,3	15,4	16,7	16,9	13,9	17,0
	21,4	18,6	18,0	17,6	18,5	16,5				

**Задача 10** Кровяное давление у 16 здоровых людей после приема кофеина (а) и ложной пилюли (б) составило:

а)	126	145	137	116	137	157	126	139	143	129	143
	145	153	135	163	133						
б)	121	143	115	106	135	157	117	130	135	123	141
	138	147	129	160	123						

**Задача 11** Получены следующие сроки зацветания двух опытных партий растений (в днях начиная с 1 июня):

А	5	7	7	7	7	10	11	20	22	23	23	25
	27											
Б	13	13	15	16	16	16	19	21	21	22		

Применяя не менее двух критериев оцените различия между партиями.

**Задача 12** Скорость кровотока у детей измеряли двумя различными методами:

А	9	5	6	12	8	75	0	11	811	5	6	
Б	11	4	11	9	13	8	4	12	14	9	10	7
	9											

Используя не менее двух критериев оцените различия между партиями.

**Задача 13** Даны РОЭ в двух группах людей:

А	3	56	45	31	46	38	47	7	45	58
Б	54	50	20	43	48	61	16	34	40	35

Сравните выборки по сводным показателям.

**Задача 14** Одинаковы ли распределения лепестков в цветках анемона из разных мест обитания?

X:	4	5	6	7	8	9	10
$f_1$ :	0	20	614	306	44	14	2
$f_2$ :	2	38	450	390	94	24	2

**Задача 15** Оцените различия в распределении (норм. закон) высот саженцев голубой ели на двух участках:

$f_1$ :	6	0	4	8	27	27	30	20	10	6	2
$f_2$ :	5	8	10	13	15	16	15	13	10	8	5

**Задача 16** Сравните эмпирические распределения (1) числа зерен с двумя зародышами в пробе с теоретическими значениями (2) /распределение Пуассона/:

$f_1$ :	6	24	32	18	9	6	6
$f_2$ :	9	21,8	26,4	21,3	12,9	6,3	2,5

**Задача 17** При облучении 2-х групп микроорганизмов частицами получено следующее распределение поражаемости клеток (расп. Пуассона):

$f_1$ :	112	168	130	68	32	5	1	1
$f_2$ :	108	160	128	66	25	8	2	1

Оцените различие между группами.

**Задача 18** Определялось количество сульфгидрильных групп сыворотки крови в различный период заболнвания /A/. Проведите дисперсионный анализ:

A1	41	31	38	39	38		
A2	32	22	40	32	32	24	30
A3	18	27	17	22	22	20	

**Задача 19** Количество рождений /x/ и смертей /y/ на 1000 человек составило:

X	18,5	16,4	15,5	14,3	13,2	8,0	5,1	4,9	1,7
y	9,4	8,9	8,7	7,7	6,0	4,3	4,4	2,2	2,1

Оцените коэффициент корреляции.

**Задача 20** Ширина раковины /x/ и число ребер на ней /y/ у ископаемого моллюска:

X	29,0	29,3	30,6	30,8	30,0	29,0	28,0
y	33	32	32	31	31	32	33

Вычислить коэффициент корреляции.

**Задача 23** Изучалось влияние возрастающих доз удобрения на урожайность.

Проведите дисперсионный анализ:

A1	30	35	34
A2	35	36	37
A3	37	36	38

**Задача 24** Даны частота пульса /x/ и максимальное артериальное давление /y/ у детей разного возраста:

X	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Проведите корреляционный анализ.

**Задача 25** Вычислите коэффициент корреляции для разных выборок и сравните их между собой: даны вес тела /x/ и вес головного мозга в % от веса тела /y/:

X1	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5
Y1	1,2	0,85	0,45	0,33	0,28	0,25	0,22
X2	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	
Y2	0,68	0,59	0,47	0,35	0,23	0,22	

**Задача 26** Вычислите коэффициент корреляции для разных выборок и сравните их между собой: дана полярографическая активность фильтрата сыворотки крови /x/ и количество сульфгидрильных групп /y/:

X1	80	61	51	108	79	141
Y1	36,0	43,0	45,2	30,6	39,0	21,5
X2	90	79	101	86	171	
Y2	31,0	37,2	35,3	31,8	23,35	

**Задача 27** Дан процент красностебельных растений в популяции нивяника /x/ и максимальная среднемесячная температура /y/:

X	15,3	15,5	16,1	16,4	16,6	17,1	17,8	18,0	19,2
Y	66,5	51,0	42,0	32,0	24,0	20,0	7,5	4,5	1,0

Проведите корреляционный анализ.

**Задача 28** Число колоний на чашках Петри полученных из различных участков почв /А/ составило:

A1	7	4	8	10	10	7	16	11	7
A2	5	10	9	4	7	5	1	11	12
A3	6	7	9	10	15	14	12	12	4
A3	7	7	11	10	8	8	12	7	12

Проведите дисперсионный анализ.

**Задача 29** Дан процент растений сои, пораженной раком стебля в зависимости от сорта сои /А/. Провести дисперсионный анализ.

A1	19,3	29,2	1,0	6,4
A2	10,1	34,7	14,0	5,6
A3	25,2	36,5	23,4	12,9
A4	14,0	30,2	7,2	8,9

**Задача 30**

Частота пульса в % от возрастной нормы /х/ и скорость кровотока /у/ у больных детей составила:

X	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Провести корреляционный анализ.

**Задача 31**

Дан процент растений сои, пораженной раком стебля в зависимости от сорта сои /А/. Провести дисперсионный анализ.

Порода	Процент гемоглобина					
A1	87	92	86	91	90	93
A2	91	90	88	89		
A3	85	82	85	86		
A4	82	82	85	83	81	

**Задача 32** Вес тела в кг /х/ и вес головного мозга в % от веса тела /у/ составил:

У	1,65	1,30	0,95	0,75	0,62	0,53	0,46	0,38	0,38
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Вычислить коэффициент корреляции.

**Задача 34** Вес тела в кг /х/ и вес

Ладо жск	X	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5
	Обыкновен ный тюлень	X	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
Y		4,10	2,24	1,12	0,85	0,68	0,55	0,55	0,50	0,43

Вычислить коэффициент корреляции.

**Задача 35** Количество рождений (x) и количество смертей (y) на 1000 человек населения Англии и Уэльса за 1881-1930 гг. (за каждые 5 лет)

x	18,5	16,4	15,5	14,3	13,2	8,6	5,1	4,9	1,7
y	9,4	8,9	8,7	7,7	6,0	4,3	4,4	2,2	2,1

Вычислить коэффициент корреляции



**Задача 36** Процент белка в молоке матери и (x) и число дней до удвоения веса (y) у детёнышей различных млекопитающих

Вид	y	x
Кролик	6	14,5
Собака	8	7,1
Овца	100	6,5
Свинья	18	5,0
Коза	19	4,3
Корова	47	3,5
Лошадь	60	2,0
Человек	180	1,6

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 37** Ширина раковины и число ребер на ней у ископаемого моллюска *Othambonites majuscula*

x	18,4	19,0	19,0	20,0	21,8	21,8	22,2	22,4	23,0
y	25	20	24	23	24	24	22	28	29
x	25,8	24,0	25,0	29,0	29,3	30,6	30,8	30,0	29,0
y	26	28	29	33	32	32	31	31	32
x	28,0								
y	33								

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 38** Вес(x) и рост(y) девушек 17-19 лет составляет

x	57	68	56	57	62	85	60	45	46
y	176	173	174	177	164	171	170	168	168
x	64	60	49	47	55	58	81	60	62
y	180	163	168	160	159	170	170	164	167
x	53	53	52	61					
y	164	160	162	169					

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 39** Рост(y) и размер обуви (z) девушек 17-19 лет составляет

y	176	173	174	177	164	171	170	168	168
z	39	40	38	38	38	41	39	37	37
y	180	163	168	160	159	170	170	164	167
z	39	38	37	36	37	38	40	38	38
y	164	160	162	169					
z	37	37	36	39					

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 40** Вес(x) и рост(y) юношей составляет

x	87	97	75	82	63	81	92	87
---	----	----	----	----	----	----	----	----

y	185	180	179	185	180	181	186	176
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Вычислить коэффициент корреляции

**Задача 41** Рост(y) и размер обуви (z) юношей составляет

y	185	180	179	185	180	181	186	176
z	44	44	43,5	44	44	45	43	41

Построить уравнение регрессии

**Задача 42** Интенсивность миграции (x) и средняя жирность (y) зябликов на Куршской косе

x	360	280	210	220	190	240	170	170	170	110
y	4875	4103	3038	1307	840	506	351	196	162	73

Построить уравнение регрессии

**Задача 43** Скорость кровотока измеренная у детей кальциевым (x) и цититоновым (y) методами:

x	4	5	6	7	8	9	10	11	12
y	5,2	5,7	7,3	6,9	7,0	7,4	9,2	8,0	9,8
x	13	14	15						
y	9,9	11,4	19,0						

Построить уравнение регрессии

**Задача 44** Частота пульса в % от возрастной нормы (x) и скорость кровотока (y) у больных детей:

x	112	108	119	155	107	110	105	109	111
y	6	5	7	9	5	11	6	7	8
x	115	107	113						
y	11	14	15						

Построить уравнение регрессии

**Задача 45** Частота пульса и максимальное артериальное давление у детей разного возраста

x	121,8	119,2	111,3	113,3	98,3	93,8
y	99,5	103,0	103,1	106,8	99,1	99,2

Построить уравнение регрессии

**Задача 46** Составить вариационный ряд роста студентов в см.

168	169	156	171	175	159	167	169	170	156
168	169	164	172	171	174	176	170	173	171
169	155	174	176	160	172	172	182	163	187
172	161	176	164	166	163	172	175	156	164
167	177	183	163	172	172	173	163	166	178

169	167	172	171	165	175	171	186	165	164
163	173	173	177	173	156	173	160	176	171
169	163	163	172	178	166	164	171	163	163
172	163	172	163	169	164	164	170	176	163
179	176	182	169	159	169	166	165	167	173
170	170	169	164	177	173	166	161	162	190
160	165	156	157	174	168	176	170	173	168
164	164	172	170	164	173	165	167	173	184
163	179	161	162	158	171	177	164	166	171
174	170	174	164	174	170	164	162	166	168
169	169	163	178	166	168	168	180	163	165
163	158	171	175	170	165	184	169	167	167
179	165	173	161	166	165	159	175	169	172
172	167	160	156	161	174	167	174	167	168
168	167	167	171	168	162	174	173	173	165
167	172	176	174	171	169	161	173	170	176
171	166	171	167	156	167	166	167	173	169
176	168	163	169	164					

**Задача 47** Число лучей в коробочках мака *Papaver somniferum*

xi	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
f	1	2	8	31	94	170	111	37	11	3

Найти среднее арифметическое и дисперсию

**Задача 48** Максимальная длина тела у разных видов лягушек

Xi	2,5	7,5	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5
F	46	120	30	9	3	0	0	0	1

Найти среднее арифметическое и дисперсию

**Задача 49** Число лучей в хвостовом плавнике камбалы *Pleuronectes platessa*

Xi	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
F	5	2	13	23	58	96	134	126	111	74	37	16	4	2	1

Найти среднее арифметическое и дисперсию

**Задача 50** Число лучей в хвостовом плавнике ерша

Xi	11	12	13	14	15	16
F	1	2	189	1234	454	20

Найти среднее арифметическое и дисперсию

**Задача 51** Сравнить массу мышей в опыте и контроле

Опыт: 64,68,70,72,75,75,76,79,80,83

Контроль: 60,60,62,66,68,69,70,71,73,78,80

**в) Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-9:**

подготовка и защита курсовой работы

Примерные темы курсовых работ:

1. Изучение характера распределения длины хвои ели
2. Изучение характера распределения длины хвои лиственницы
3. Изучение характера распределения длины хвои сосны
4. Изучение характера распределения длины газонной травы
5. Изучение характера распределения массы зерен пшеницы
6. Изучение характера распределения массы зерен кукурузы
7. Изучение характера распределения длины ацидофильной палочки
8. Изучение характера распределения толщины человеческого волоса
9. Изучение характера распределения диаметра колоний микроорганизмов (по видам).
10. Изучение характера распределения роста.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает один вопрос и одну задачу из перечней, приведенных выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4 Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.