ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

 **«ЛЕНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**А.С. ПУШКИНА»**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической

работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ С.Н. Большаков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**Б1.В.ДВ.04.01 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В БИОЛОГИИ**

Направление подготовки **19.03.01 Биотехнология**

Направленность (профиль) **молекулярная биология**

(год начала подготовки – 2022)

Санкт-Петербург

2022

**1. ПЕРЕЧЕНЬПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПОДИСЦИПЛИНЕ:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индекс компетенции | Содержание компетенции (или ее части) | Индикаторы компетенций (код и содержание) |
| ПК-6 | Проведение подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ | ПК-6.1 Обеспечивает соблюдение стандартных процедур для ~~осуществления~~ проведения подготовительных и вспомогательных работ в биотехнологическом процессе получения БАВ. |
| ПК-6.2 Демонстрирует способность определять условия и последовательность проведения подготовительных работ для осуществления биотехнологического процесса получения БАВ. |

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП:**

Цель дисциплины: сформировать представление об основных принципах и теоретических положений математической статистики и реализацией ее методов при решении биологических задач.

Задачи:

* ознакомить с основными понятиями математических методов;
* изложить сведения о теории оценки достоверности различий;
* ознакомить с основными методами анализа биологических данных;
* раскрыть основы теории планирования экспериментов.

Дисциплина «Математические методы в биологии» является одной из составляющих профессионального образования при подготовке бакалавров в сфере биотехнологии. Дисциплина входит в состав вариативной части в структуре ОПОП направления 19.03.01. Биотехнология, профиль подготовки Молекулярная биология.

Как учебная дисциплина она взаимосвязана с «Биометрия», «Основы биоинформатики», «Геномные, транскрипторные и протеомные базы данных».

После изучения дисциплины обучающиеся смогут использовать сформированные компетенции в процессе выполнения выпускной квалификационной работы (ВКР).

**3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ**

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 академических часов (*1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам*).

*Очная форма обучения*

|  |  |
| --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость в акад.час |
| **Контактная работа (аудиторные занятия) (всего):** | 58 |
| в том числе: |  |
| Лекции | 20 |
| Лабораторные занятия (в т.ч. зачет с оценкой\*) | 38 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | 86 |
| **Вид промежуточной аттестации (зачет с оценкой):** |  |
| **Общая трудоемкость дисциплины (в час. /** **з.е.)**  | 144/4 |

\* Зачет проводится на последнем занятии.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

При проведении учебных занятий обеспечивается развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств (включая при необходимости проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых организацией, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

**4.1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ И ТЕМ**

**Тема 1. Введение.**

Биометрия как наука. Значение биометрии в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов-биологов. Роль работ У. Петти, Дж. Гранта, П.-С. де Лапласа, П. Пуассона, П. Л. Чебышева, А. Кетле, К. Ф. Гаусса, Ф. Гальтона, К. Пирсона, У. Госсета, Р. Фишера и других ученых в развитии биометрии.

**Тема 2. Переменные в статистике.**

Понятие о наименьшей выборочной единице (единице наблюдения) и данных в биологии. Переменные (признаки). Генеральная совокупность и выборка. Количественные переменные: дискретные и непрерывные. Качественные переменные. Ранговая шкала измерений. Производные переменные: пропорции, индексы, интенсивности протекания процессов.

**Тема 3. Описательная статистика.**

Группировка данных в вариационный ряд. Способы графического изображения вариационного ряда: полигон (кривая) распределения, гистограмма. Теоретические распределения случайных величин и их свойства: биномиальное распределение, распределение Пуассона, нормальное распределение. Коэффициенты асимметрии и эксцесса.

Средние величины: средняя арифметическая, взвешенная средняя, геометрическая средняя. Меры разброса единиц совокупности: дисперсия и стандартное отклонение. Коэффициент вариации.

Мода. Медиана и процентили. 25-й и 75-й процентили (квартили).

Расчет параметров описательной статистики при качественной изменчивости.

Оценка репрезентативности выборочных показателей при помощи стандартной ошибки. Центральная предельная теорема. Закон больших чисел. Определение достаточного объема выборки. Доверительные интервалы для средней арифметической и для доли. Способы представления средних величин, мер разброса, стандартных ошибок и доверительных интервалов в научных публикациях.

**Тема 4. Статистическая гипотеза.**

Понятие о статистической гипотезе. Нулевая и альтернативная гипотезы. Статистические критерии (тесты). Вероятность справедливости нулевой гипотезы (уровень значимости). Статистические ошибки I и II типа. Мощность критерия (теста). Понятие о параметрических и непараметрических критериях (тестах). Способы трансформации данных для приведения их к нормальному распределению: логарифмирование, извлечение квадратного корня, преобразование Бокса-Кокса, угловое преобразование.

**Тема 5. Доверительные интервалы.**

Доверительные интервалы для средней и доли. Доверительные интервалы дл разности средних и разности долей. Проверка значимости доверительных интервалов.

**Тема 6. Критерии значимости. Анализ количественных переменных.**

Назначение дисперсионного анализа (ANOVA). Нулевая гипотеза при дисперсионном анализе. Расчет внутри- и межгрупповой дисперсий при однофакторном анализе с равномерным дисперсионным комплексом. F-критерий Фишера. Определение внутри- и межгруппового числа степеней свободы. Однофакторный дисперсионный анализ повторных измерений. Понятие о многофакторном дисперсионном анализе.

Эффект множественных сравнений. Апостериорный (post-hoc) анализ и его методы: тесты Нюмена-Кейлса, Даннета.

Непараметрические аналоги однофакторного дисперсионного анализа: Н-тест Крускала-Уоллиса и тест Фридмана.

Сравнение двух групп. Тест Стьюдента как частный случай дисперсионного анализа. t-распределение. Тест Стьюдента для парных измерений. Использование доверительных интервалов для проверки гипотезы о равенстве двух средних. Введение поправки Бонферрони для t-критерия при проведении множественных сравнений средних. Непараметрические аналоги критерия Стьюдента: U-тест Манна-Уитни, тест Уилкоксона,

**Тема 7. Критерии значимости. Анализ качественных переменных.**

z-критерий для сравнения двух выборочных долей и условие его применимости. Анализ таблиц сопряженности при помощи χ2-критерия. Поправка Йетса на непрерывность. Использование критерия χ2 для определения нормальности распределения данных. Определение числа степеней свободы при анализе таблиц сопряженности. Точный критерий Фишера. Одностороннее и двустороннее значения точного критерия Фишера.

**Тема 8 Корреляционный анализ.**

Понятие о функциональной и корреляционной зависимостях. Степень и направление корреляционной зависимости. Коэффициент корреляции Пирсона и оценка его статистической значимости. Коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

**Тема 9.Регрессионный анализ.**

Назначение регрессионного анализа. Общий вид регрессионного уравнения. Связь коэффициента регрессии с коэффициентом корреляции. Оценка параметров регрессионного уравнения по выборке с помощью метода наименьших квадратов. Статистическая значимость регрессии. Проверка нулевой гипотезы о равенстве коэффициента регрессии нулю. Стандартные ошибки параметров регрессионного уравнения. Коэффициент детерминации. Анализ остатков. Оценка величины остаточной дисперсии с помощью F-критерия. Нахождение доверительной области для линии регрессии. Понятие о нелинейной и множественной регрессионной зависимости.

**Тема 10. Элементы теории планирования исследований.**

Сплошное и выборочное обследование совокупностей. Важность случайного (рандомизированного) отбора единиц наблюдения при формировании выборок. Понятие о репрезентативной и смещенной выборках. Полностью случайный отбор и его реализация при помощи таблиц случайных чисел. Стратифицированный отбор. Систематический отбор.

**4.2. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ РАБОТ (ПРОЕКТОВ)**

Курсовая работа по дисциплине не предусмотрена учебным планом.

**4.3. ПЕРЕЧЕНЬ ЗАНЯТИЙ, ПРОВОДИМЫХ В АКТИВНОЙ И ИНТЕРАКТИВНОЙ ФОРМАХ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РАЗВИТИЕ У ОБУЧАЮЩИХСЯ НАВЫКОВ КОНТАКТНОЙ РАБОТЫ, МЕЖЛИЧНОСТНОЙ КОММУНИКАЦИИ, ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ЛИДЕРСКИХ КАЧЕСТВ**

Учебным планом не предусмотрены

**5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**5.1 ТЕМЫ КОНСПЕКТОВ:**

1. Место статистических методов в научной работе.
2. Переменные в статистике.
3. Описательная статистика.
4. Статистические гипотезы.
5. Доверительные интервалы.
6. Критерии значимости.
7. Анализ количественных икачественных переменных.
8. Корреляционный и регрессионный анализ.
9. Элементы теории планирования исследований

**5.2 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ:**

1. Подготовить данные эксперимента для статистического анализа с помощью программы Microsoft Excel. Для этого ввести в заданной форме две выборки значений.

2. На основе подготовленного файла оценить нормальность распределения данных каждой выборки. Представить графические и численные доказательства.

3. Провести дисперсионный анализ данных каждой выборки. Как с помощью встроенного модуля программы, так и с помощью введения соответствующих формул. Объяснить, что показывает каждое полученное значение.

4. Найти средние величины, стандартные ошибки и доверительные интервалы выборок. Оценить репрезентативность выборок.

5. Оценить существует ли связь между переменными путем расчёта коэффициента корреляции.

6. Гистограмма. Эмпирическая функция распределения. Графики этих функций на примере.

**5.3 Решение типовых задач**

**Задача 1**

Пусть для исследования загрязнения воды нитратами был проведен анализ 20 проб. Результаты анализа приведены в табл.1.1. Требуется рассчитать числовые характеристики полученной выборки.

**Табл. 1.1.** Результаты анализа воды на загрязнение нитратами

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ пробы** | **Концентрация нитратов, мг/л** | **№ пробы** | **Концентрация нитратов, мг/л** | **№ пробы** | **Концентрация нитратов, мг/л** |
| 1 | 19,2 | 8 | 18,1 | 15 | 18,8 |
| 2 | 18,4 | 9 | 20,3 | 16 | 19,5 |
| 3 | 16,5 | 10 | 19,0 | 17 | 17,5 |
| 4 | 17,2 | 11 | 17,1 | 18 | 18,6 |
| 5 | 18,0 | 12 | 19,9 | 19 | 18,2 |
| 6 | 17,7 | 13 | 18,5 | 20 | 17,9 |
| 7 | 16,6 | 14 | 17,9 |  |  |

**Задача 2**

С помощью инструмента MSExcel**Гистограмма** по исходным данным задачи 1 постройте отсортированную диаграмму Парето и график интегрального распределения частот.

**Задача 3**

С помощью инструмента Описательная статистика или с помощью функций MSExcel обработайте результаты измерений засоренности поля осотом полевым, приведенные в табл.1.3.

**Табл.1.3** Засоренность поля осотом полевым

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ участка** | **Засоренность, шт./м2** | **№ участка** | **Засоренность, шт./м2** | **№ участка** | **Засоренность, шт./м2** |
| 1 | 4 | 5 | 2 | 9 | 3 |
| 2 | 6 | 6 | 5 | 10 | 5 |
| 3 | 7 | 7 | 4 | 11 | 4 |
| 4 | 5 | 8 | 6 | 12 | 5 |

**Задача 4**

С помощью инструмента MSExcel**Гистограмма** постройте гистограмму и таблицу распределения частот для упражнения 2.

**Задача 5**

В эксперименте изучалась адсорбция ртути из водной фазы йодированным активированным углем. Количество ртути (Hg2+) в водной фазе до и после добавления йодированного активированного угля приведены в табл. 5.3. Определите количество адсорбированной из раствора ртути, рассчитайте НСР0,05 и постройте доверительный интервал для доверительной вероятности 95%.

**Табл. 5.3.** Количество ртути в водной фазе до и после добавления йодированного активированного угля.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пробы** | **Количество ртути (Hg2+), мг** | **№ пробы** | **Количество ртути (Hg2+), мг** |
| **исходное** | **после адсорбции** | **исходное** | **после адсорбции** |
| 1 | 2,12 | 0,78 | 6 | 2,35 | 0,73 |
| 2 | 1,69 | 0,16 | 7 | 1,77 | 0,30 |
| 3 | 2,15 | 0,42 | 8 | 2,05 | 0,32 |
| 4 | 2,16 | 0,51 | 9 | 2,14 | 0,53 |
| 5 | 2,22 | 0,71 | 10 | 1,97 | 0,43 |

**Задача 6**

На основе спор гриба *Beauveriabassiana* получили 15 образцов пасты с концентрацией спор, указанной в табл. 5.4. В этой же таблице приведена концентрация спор в образцах после недели хранения при температуре 4°C. Оцените стабильность пасты с помощью t-теста при уровне значимости 5%, вычислите НСР0,05 и доверительный интервал разности средней концентрации спор для доверительной вероятности 95%

**Табл. 5.4.** Концентрация спор *Beauveriabassiana* в пасте до и после недели хранения при температуре 4°C

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ образца** | **Концентрация спор, 109спор/мл** | **№ образца** | **Концентрация спор, 109спор/мл** |
| **начальная** | **через неделю** | **начальная** | **через неделю** |
| 1 | 2,7 | 1,8 | 9 | 5,7 | 6,1 |
| 2 | 4,8 | 4,6 | 10 | 5,6 | 5,4 |
| 3 | 5,0 | 4,8 | 11 | 4,0 | 3,2 |
| 4 | 5,9 | 6,1 | 12 | 9,0 | 7,3 |
| 5 | 6,2 | 6,2 | 13 | 3,1 | 3,6 |
| 6 | 4,4 | 4,9 | 14 | 2,8 | 3,8 |
| 7 | 7,9 | 7,6 | 15 | 5,2 | 3,6 |
| 8 | 4,1 | 3,6 |  |  |  |

**Задача 7**

Для оценки применимости экспресс-метода определения концентрации нитратов был проведен анализ 16 проб воды. Каждую пробу анализировали стандартным методом и экспресс-методом. Результаты измерений приведены в табл. 5.4. Сравните полученные данные при уровне значимости 5%, а также рассчитайте НСР0,05 и постройте доверительный интервал для разности средних концентраций нитратов, измеренных обоими методами (доверительная вероятность 95%).

**Табл. 5.5.** Результаты анализа воды на загрязнение нитратами стандартным методом и экспресс-методом

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ пробы** | **Концентрация нитратов, мг/л** | **№ пробы** | **Концентрация нитратов, мг/л** |
| **Стандартный метод** | **Экспресс-метод** | **Стандартный метод** | **Экспресс-метод** |
| 1 | 17,9 | 19,0 | 9 | 18,4 | 20,0 |
| 2 | 19,9 | 23,1 | 10 | 16,5 | 15,2 |
| 3 | 18,8 | 18,1 | 11 | 17,8 | 16,9 |
| 4 | 19,0 | 19,6 | 12 | 20,6 | 21,6 |
| 5 | 18,5 | 19,6 | 13 | 17,1 | 18,0 |
| 6 | 19,0 | 18,7 | 14 | 19,3 | 19,9 |
| 7 | 19,3 | 17,7 | 15 | 18,4 | 18,8 |
| 8 | 18,4 | 19,9 | 16 | 17,7 | 17,6 |

**5.4 ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМУ:**

1. Предмет и основные понятия биологической статистики.

2. История биометрии.

3. Группировка данных, совокупность и вариационный ряд.

4. Совокупность, примеры различных совокупностей.

5. Отличие выборочной совокупности от генеральной совокупности.

6. Принципы группировки данных при качественной дискретной и непрерывной изменчивости.

7. Вариационный ряд.

8. Особенности распределения вариант в вариационном ряду.

9. Графическое изображение вариационного ряда.

10. Статистические показатели для характеристики совокупности.

11. Размах вариационного ряда и лимиты.

12. Мода и медиана.

13. Средняя арифметическая и ее свойства.

14. Формулы для вычисления.

15. Варианса и среднее квадратическое отклонение.

16. Понятие степень свободы.

17. Средняя геометрическая.

18. Формулы для вычисления средней геометрической.

19. Коэффициент вариации, его отличие от среднего квадратического отклонения.

20. Закономерности случайной вариации.

21. Вероятность.

22. Формулы для вычисления вероятности.

23. Нормальная вариационная кривая и ее характеристика. Нормированное отклонение.

24. Уровни значимости.

25. Связь между уровнем значимости и вероятностью.

26. Доверительные вероятности или доверительный интервал.

27. Оценка достоверности статистических показателей.

28. Выборочные и генеральные совокупности.

29. Средние ошибки, ошибки выборочности. Формулы вычисления.

30. Критерий Стьюдента, случаи и примеры его использования.

31. Нулевая гипотеза. Сущность нулевой гипотезы.

32. Формулы для определения необходимого объема выборочной совокупности. Охарактеризуйте основные предпосылки выборочного метода.

33. Измерение связи. Корреляция.

34. Понятие о корреляции.

35. Положительная и отрицательная корреляция.

36. Коэффициент корреляции. Формулы для его вычисления.

37. Выборочность коэффициента корреляции. Оценка его достоверности.

38. Понятие о регрессии. Односторонняя и двусторонняя регрессия.

39. Коэффициент регрессии. Ошибка коэффициента регрессии и его достоверность.

40. Статистический анализ вариации по качественным признакам.

41. Альтернативная вариация. Средняя арифметическая и среднее квадратическое отклонение при альтернативной вариации.

42. Средняя ошибка при альтернативной вариации. Доверительные границы для доли

43. Дисперсионный анализ. Сущность дисперсионного анализа.

44. Общая схема дисперсионного анализа при однофакторном опыте.

45. Установление достоверности влияния изучаемого фактора. Фактические и табличные значения F.

46. Изучение степени соответствия фактических данных теоретически ожидаемым.

47. Критерий соответствия хи-квадрат. Формулы для его вычисления.

48. Закономерности распределения χ2. Понятие вероятности и значимости в применении χ2.

49. Фактические данные и нулевая гипотеза.

50. Области отбрасывания нулевой гипотезы.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ**

**6.1. Текущий контроль**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | наименование блока (раздела) дисциплины | Форма текущего контроля |
| 2. | Тема 2. Переменные в статистике. | Проработка конспекта.Устный опрос в виде коллоквиума |
| 3. | Тема 3. Описательная статистика.  | Решение типовых задач |
| 4. | Тема 4. Статистическая гипотеза. | Проработка конспекта.Устный опрос в виде коллоквиума |
| 5. | Тема 5. Доверительные интервалы. | Решение типовых задач.Устный опрос в виде коллоквиума |
| 6. | Тема 6. Критерии значимости. Анализ количественных переменных. | Проработка конспекта.Устный опрос в виде коллоквиума |
| 7. | Тема 7. Критерии значимости. Анализ качественных переменных. | Решение типовых задач.Устный опрос в виде коллоквиума |
| 8. | Тема 8 Корреляционный анализ. | Решение типовых задач. Устный опрос в виде коллоквиума |
| 9. | Тема 9.Регрессионный анализ. | Решение типовых задач.Устный опрос в виде коллоквиума |
| 10. | Тема 10. Элементы теории планирования исследований. | Проработка конспекта  |

**6.2. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

***Темы конспектов.***

Представлены в разделе 5.1.

***Задания для лабораторных занятий.***

1. Подготовить данные эксперимента для статистического анализа с помощью программыMicrosoftExcel. Для этого ввести в заданной форме две выборки значений.
2. На основе подготовленного файла оценить нормальность распределения данных каждой выборки. Представить графические и численные доказательства.
3. Провести дисперсионный анализ данных каждой выборки. Как с помощью встроенного модуля программы, так и с помощью введения соответствующих формул. Объяснить, что показывает каждое полученное значение.
4. Найти средние величины, стандартные ошибки и доверительные интервалы выборок. Оценить репрезентативность выборок.
5. Оценить существует ли связь между переменными путем расчёта коэффициента корреляции.
6. Гистограмма. Эмпирическая функция распределения. Графики этих функций на примере.

***Вопросы для подготовки к коллоквиуму.***

Представлены в разделе 5.4.

**7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ:**

**7.1. Основная литература**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| в научно-техническойбиблиотеке, экз | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Системная компьютерная биология: монография | Колчанов Н.А., Лихошвай В.А., Гончаров С.С., Иванисенко В.А. | Издатель: Сибирское отделение Российской академии наук | 2008 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=97735&sr=1) |
|  2. | Вероятность и статистика в примерах и задачах. Т. 1. Основные понятия теории вероятностей и математической статистики | Кельберт М. Я. , Сухов Ю. М. | М.: МЦНМО | 2010 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=69109&sr=1) |
|  3. | Роль микроорганизмов в функционировании живых систем: фундаментальные проблемы и биоинженерные приложения: монография | Редактор: Колчанов Н.А., Власов В.В., Дегерменджи А.Г. | Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук | 2010 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=98017&sr=1) |

**7.2. Дополнительная литература**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование | Авторы | Место издания | Год издания | Наличие |
| в научно-техническойбиблиотеке, экз | в ЭБС, адрес в сети Интернет |
| 1. | Методы и средства исследований: учебное пособие | Миронов М. М. , Джанбекова Л. Р. | Казань: КГТУ | 2009 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=258984&sr=1) |
| 2. | Системная компьютерная биология: монография | Редактор: Колчанов Н.А., Лихошвай В.А., Гончаров С.С., Иванисенко В.А.  | Новосибирск: Сибирское отделение Российской академии наук | 2008. |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=97735&sr=1) |
| 3. | Математические методы в биологии | Иванов В.И. | Кемерово: Кемеровский государственный университет | 2012 |  | [http://biblioclub.ru](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232506&sr=1) |

**8. РЕСУРСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

***Информационно-справочные ресурсы сети интернет:***

Интернет журнал «Коммерческая биотехнология». – Режим доступа: <http://cbio.ru/>

Общество биотехнологов России. – Режим доступа: <http://biorosinfo.ru/>

Интернет-портал по биотехнологии. – Режим доступа: <http://bio-x.ru/>

Журнал по биотехнологии. – Режим доступа: http://genetika.ru/

Проект «Вся биология». – Режим доступа: http://sbio.info/

Выставка биотехнология – Режим доступа: http://[www.](http://www.russia-open.com)biomos.ru/

***Электронные библиотеки:***

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека». – Режим доступа: http://biblioclub.ru

1. **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Важнейшим условием успешного освоения материала является планомерная работа обучающегося в течение всего периода изучения дисциплины, поэтому подготовку к итоговому зачету или экзамену по дисциплине следует начинать с первого занятия. Обучающемуся следует ознакомиться со следующей учебно-методической документацией: программой дисциплины; перечнем знаний и умений, которыми обучающийся должен владеть; тематическими планами лекций, занятий семинарского типа; видами текущего контроля; учебником, учебными пособиями по дисциплине; электронными ресурсами по дисциплине; перечнем экзаменационных вопросов /вопросов к зачету.

***Подготовка к лекционным занятиям***

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные и наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации по подготовке к занятиям семинарского типа и самостоятельной работе. В ходе лекционных занятий обучающемуся следует вести конспектирование учебного материала.

С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку:

− знакомит с новым учебным материалом;

− разъясняет учебные элементы, трудные для понимания;

− систематизирует учебный материал;

− ориентирует в учебном процессе.

При подготовке к лекции необходимо:

− внимательно прочитать материал предыдущей лекции;

− узнать тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по рабочей программе дисциплины);

− ознакомиться с учебным материалом лекции по рекомендованному учебнику и учебным пособиям;

− уяснить место изучаемой темы в своей профессиональной подготовке;

− записать возможные вопросы, которые обучающийся предполагает задать преподавателю.

***Подготовка к занятиям семинарского типа***

Этот вид самостоятельной работы состоит из нескольких этапов:

1) повторение изученного материала. Для этого используются конспекты лекций, рекомендованная основная и дополнительная литература;

2) углубление знаний по теме. Необходимо имеющийся материал в конспектах лекций, учебных пособиях дифференцировать в соответствии с пунктами плана занятия семинарского типа. Отдельно выписать неясные вопросы, термины. Лучше это делать на полях конспекта лекции;

3) выполнение практических заданий, упражнений, проверочных тестов, составление словаря терминов, развернутого плана сообщения и т.д.

При подготовке к занятию семинарского типа рекомендуется с целью повышения их эффективности:

-уделять внимание разбору теоретических задач, обсуждаемых на лекциях;

-уделять внимание краткому повторению теоретического материала, который используется при выполнении практических заданий;

-осуществлять регулярную сверку домашних заданий;

-ставить проблемные вопросы, по возможности использовать примеры и задачи с практическим содержанием;

-включаться в используемые при проведении занятий семинарского типа активные и интерактивные методы обучения;

-развивать предметную интуицию.

При разборе примеров в аудитории или при выполнении домашних заданий целесообразно каждый шаг обосновывать теми или иными теоретическими положениями.

Для обеспечения систематической и регулярной работы по изучению дисциплины и успешного прохождения промежуточных и итоговых контрольных испытаний обучающемуся рекомендуется придерживаться следующего порядка обучения:

1) определить объем времени, необходимого для проработки каждой темы, ориентируясь на распределение часов, приведенное в основной части настоящей рабочей программы;

2) регулярно изучать каждую тему дисциплины, используя различные формы индивидуальной работы;

3) согласовывать с преподавателем виды работы по изучению дисциплины;

4) по завершении отдельных тем своевременно передавать выполненные индивидуальные работы преподавателю.

***Организация самостоятельной работы***

Для теоретического и практического усвоения дисциплины большое значение имеет самостоятельная работа обучающихся, которая может осуществляться индивидуально и под руководством преподавателя. Самостоятельная работа обучающегося является основным средством овладения учебным материалом во время, свободное от обязательных учебных занятий, что предполагает самостоятельное изучение отдельных тем, дополнительную подготовку к каждому занятию семинарского типа. Самостоятельная работа обучающихся является важной формой образовательного процесса. Она реализуется непосредственно в ходе аудиторных занятий, в контактной работе с преподавателем вне рамок расписания, а также в библиотеке, при выполнении обучающимся учебных заданий.

Цель самостоятельной работы обучающихся состоит в научении осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией. Правильно организованная самостоятельная работа позволяет заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию, что будет способствовать формированию профессиональных компетенций на достаточно высоком уровне. При изучении дисциплины организация самостоятельной работы обучающихся представляет собой единство трех взаимосвязанных форм:

1) внеаудиторная самостоятельная работа;

2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя при проведении занятий семинарского типа и во время чтения лекций;

3) творческая, в том числе научно-исследовательская работа. Это вид работы предполагает самостоятельную подготовку отчетов по выполнению практических заданий, подготовку презентаций, эссе, сообщений и т.д.

На занятиях семинарского типа необходимо выполнять различные виды самостоятельной работы (в том числе в малых группах), что позволяет ускорить формирование профессиональных умений и навыков.

***Подготовка к экзамену (зачету)***

Завершающим этапом изучения дисциплины является сдача зачета или экзамена в соответствии с учебным планом, при этом выясняется усвоение основных теоретических и прикладных вопросов программы и умение применять полученные знания к решению практических задач. При подготовке к экзамену учебный материал рекомендуется повторять по учебнику и конспекту. Зачет или экзамен проводится в назначенный день, по окончании изучения дисциплины. Во время контрольного мероприятия преподаватель учитывает активность работы обучающегося на аудиторных занятиях, качество самостоятельной работы, результативность контрольных работ, тестовых заданий и т.д.

**10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**10.1. Требования к программному обеспечению учебного процесса**

Для успешного освоения дисциплины, обучающийся использует следующие программные средства:

* **Microsoft Office 2016**

Лицензионный договор №159 на передачу не исключительных прав на программы для ЭВМ от 27 июля 2018 г.

* **Windows 7 x64**

Подписка: Microsoft Imagine Premium

Идентификатор подписки: 61b01ca9-5847-4b61-9246-e77916134874

Акт предоставления прав №Tr043209 от 06.09.2016

**10.2. Информационно-справочные системы**

Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online».

**11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие примерным программам дисциплин (модулей), рабочим учебным программам дисциплин (модулей).

Перечень необходимых материально-технических средств обучения, используемых в учебном процессе преподавателем на занятиях для освоения обучающимися дисциплины:

* компьютер преподавателя;
* компьютеры для обучающихся с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду;
* экран,;
* маркерная доска;
* меловая доска;
* столы и стулья обучающихся;
* стол и стул преподавателя;
* наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.