


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный
университет, НГУ)

Факультет естественных наук



подпись

Согласовано
Декан ФЕН
Резников В.А.

«10» октября 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ДИСКРЕТНУЮ МАТЕМАТИКУ

направление подготовки: 06.03.01 Биология

направленность (профиль): Биология

Форма обучения: очная

Разработчики:

д.ф.-м.н., профессор Евдокимов А.А.

Зав.каф. информационной биологии
академик РАН, Колчанов Н.А.

Руководитель программы:

д.б.н., профессор Л.В. Шестопалова

Новосибирск, 2020

Содержание

| | |
|--|---|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы..... | 3 |
| 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы..... | 3 |
| 3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося | 4 |
| 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий..... | 4 |
| 5. Перечень учебной литературы | 5 |
| 6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся .. | 6 |
| 7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины | 6 |
| 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине | 6 |
| 9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 6 |
| 10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине..... | 7 |

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

| Результаты освоения образовательной программы (компетенции) | В результате изучения дисциплины обучающиеся должны: | | |
|--|--|---|---|
| | знать | уметь | владеть |
| ОК-7 Способность к самоорганизации и самообразованию | - методы решения экстремальных задач на графах, алгоритмы раскраски вершин и ребер графа, - способы задания множеств, основные операции над ними, отношения между элементами множеств, их свойства и виды отношений | - употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений между объектами, - самостоятельно искать методы решения практических и теоретических задач, применение различных методов познания | |
| ПК-4 Способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов | - основные математические методы, используемые для обработки биологической информации | - доказывать основные теоремы теории множеств выполнять операции над множествами, применять аппарат теории множеств для решения задач, исследовать бинарные отношения на заданные свойства, - решать оптимизационные задачи на графах. | - практическим опытом решения задач теории множеств, математической логики, комбинаторных и теоретико-графовых задач, - навыками применения языка и средств дискретной математики при решении биологических и биоинформатических задач |

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины

Введение в дискретную математику:

- Высшая алгебра;
- Математический анализ;
- Математическая статистика.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо для освоения дисциплины **Введение в дискретную математику:**

- Информационные технологии и языки программирования – 1;
- Многомерный анализ биологических данных;
- При подготовке дипломной работы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 3 з.е. (108 ч)

Форма промежуточной аттестации: 7 семестр – дифференцированный зачет

| № | Вид деятельности | Семестр |
|----|---------------------------------------|---------|
| | | 7 |
| 1 | Лекции, ч | 30 |
| 2 | Практические занятия, ч | 10 |
| 3 | Лабораторные занятия, ч | |
| 4 | Занятия в контактной форме, ч, из них | 42 |
| 5 | из них аудиторных занятий, ч | 40 |
| 6 | в электронной форме, ч | |
| 7 | консультаций, час. | |
| 8 | промежуточная аттестация, ч | 2 |
| 9 | Самостоятельная работа, час. | 66 |
| 10 | Всего, ч | 108 |

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

7 семестр
Лекции (30 ч)

| Наименование темы и их содержание | Объем, час |
|--|------------|
| Раздел 1 Комбинаторика отображений и дискретные структуры. | |
| 1. Системы счисления и кодирование натуральных чисел. | 2 |
| 2. Отображения конечных множеств, их кодирование и подсчет числа | 2 |
| 3. Способы представления, порождения и перечисления комбинаторных объектов. | 2 |
| 4. Рекуррентные уравнения и производящие функции. | 2 |
| 5. Дискретные метрические пространства. Булевы и k-значные гиперкубы. Метрики на множестве слов и символьных последовательностей. Суффиксные деревья. Префиксные коды. | 2 |
| 6. Универсальные слова. Задачи восстановления символьных последовательностей по их фрагментам. Коды без перекрытий. Комбинаторная сложность слов. Последовательности де Брейна. Приложение принципов кибернетики к теоретическому описанию явлений жизни | 2 |
| 7. Модель синтеза генов и задачи быстрой сборки слов. Алгоритмы сборки и сложность индивидуальных последовательностей. Повторы подслов в символьных последовательностях | 2 |

| | |
|--|---|
| Раздел 2 Булевы функции, их представления и вычисление | |
| 1. Булевы функции. Нормальные формы. Представления многочленами. К-значные функции. Полнота систем функций. Схемы из функциональных элементов | 2 |
| 2. Конечные автоматы и сети. Дискретная модель регуляторного контура генной сети. | 2 |
| 3. Методы поиска и перебора вариантов. Метод ветвей и границ. Динамическое программирование. Понятие об алгоритмической сводимости и универсальных переборных задачах. | 2 |
| Раздел 3. Элементы теории информации | |
| 1. Случайные символьные последовательности. Стационарные и марковские модели порождения последовательностей. Марковские цепи. Эргодическая теорема. | 2 |
| 2. Энтропия и информация. Сравнение вероятностного, комбинаторного и алгоритмического подхода к понятиям информации и сложности. | 2 |
| 3. Элементы теории кодирования. Побуквенное и блочное кодирование. Неравенство Крафта-Макмиллана. Стоимость и избыточность кодирования. Кодирование Шеннона и Шеннона-Фано. Оптимальное кодирование, код Хаффмана | 2 |
| 4. Универсальное кодирование и граница его эффективности. Предсказание и сравнение последовательностей. Предсказание стационарной символьной последовательности. Взаимная информация и расстояние между последовательностями | 2 |
| 5. Скрытые марковские модели. Построение модели по выборке. Алгоритм Витерби | 2 |

Практические занятия (10 ч)

| Содержание практического занятия | Объем, час |
|----------------------------------|------------|
| Решение задач по разделу 1. | 4 |
| Решение задач по разделу 2. | 3 |
| Решение задач по разделу 3. | 3 |

Самостоятельная работа студентов (66 ч)

| Перечень занятий на СРС | Объем, час |
|---|------------|
| Подготовка к практическим занятиям. | 52 |
| Подготовка к дифференцированному зачету | 14 |

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
2. Виленкин Н.А., Виленкин А.Н., Виленкин П.А. Комбинаторика. М.: «Фима» МЦНМО, 2006.
3. Гаврилов Г.П., Сапоженко А.А. Задачи и упражнения по дискретной математике. М.: Физматлит, 2004.
4. Яблонский С.В. Введение в дискретную математику. – М.: Высшая школа, 2008.
5. Пападимитриу Х., Стайглиц К. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность. М.: Мир, 1985.
6. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К. Алгоритмы. Построение и анализ. М.: Издательский дом "Вильямс", 2005.

5.2 Дополнительная литература

8. Дискретная математика и математические вопросы кибернетики, Т. I, под редакцией С.В. Яблонского. М.: Наука, 1974.
9. Ландо С.К. Лекции о производящих функциях. - МЦНМО, 2007
10. Липский В. Комбинаторика для программистов. М.: Мир, 1988.
11. Редькин Н.П. Дискретная математика. Санкт-Петербург, Москва, Краснодар. Лань, 2003.
12. Рейнгольд Э., Нивергельт Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. М.: Мир, 1980.
13. Рыбников К.А. Введение в комбинаторный анализ. М.: Изд-во МГУ, 1985.
14. Сачков В.Н. Введение в комбинаторные методы дискретной математики. М.: Наука, 1982.

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

15. Бородин О.В. Дискретная математика: Учебное Пособие. Часть 1. Новосибирск: НГУ, 2009.
16. Комбинаторный анализ. Задачи и упражнения: Учебное пособие / Под ред. Рыбникова К.А./ М.: Наука, 1982.
17. Косточка А. В., Соловьева Ф. И. Дискретная математика: Учеб. пособие/ Новосиб. гос. ун-т, Мех.-мат. фак., Каф. теорет. кибернетики. - Новосибирск: НГУ, 2001.

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

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения

–WindowsиMicrosoftOffice

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины **Введение в дискретную математику** используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине **Введение в дискретную математику** и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «**Введение в дискретную математику**» является контроль посещаемости занятий, сдача домашних заданий и написание контрольных работ.

В конце каждого лекционного занятия студентам даётся список заданий, которые необходимо решить до следующего занятия. В конце следующей за выдачей домашнего задания лекции студенты сдают преподавателю задачи, заданные на дом. Кроме того, возможна сдача домашних заданий по электронной почте.

За время обучения студенты пишут две контрольные работы. Каждая контрольная работа включает задачу и теоретический вопрос. Контрольная работа оценивается по пятибалльной шкале.

Промежуточная аттестация:

Промежуточная аттестация проходит в форме устного дифференцированного зачета, оценивается по пятибалльной шкале.

Для того, чтобы быть допущенным к зачету, студент должен выполнить следующее:

- в ходе обучения посетить не менее 70 % занятий;
- сдать все домашние задания;
- написать на положительные оценки две контрольные работы.

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Введение в дискретную математику

Таблица 10.1

| Код компетенции | Результат обучения по дисциплине | Оценочное средство |
|-----------------|--|---|
| ОК-7 | Знание методов решения экстремальных задач на графах, алгоритмы раскраски вершин и ребер графа | Письменная контрольная работа Дифференцированный зачет |
| | Знание способов задания множеств, основные операции над ними, отношения между элементами множеств, их свойства и виды отношений | Письменная контрольная работа Дифференцированный зачет |
| | Умение употреблять специальную математическую символику для выражения количественных и качественных отношений между объектами. | Дифференцированный зачет |
| | Умение самостоятельно искать методы решения практических и теоретических задач, применение различных методов познания. | Дифференцированный зачет |
| ПК-4 | Знание основных математических методов, используемых для обработки биологической информации. | Дифференцированный зачет |
| | Умение доказывать основные теоремы теории множеств выполнять операции над множествами, применять аппарат теории множеств для решения задач, исследовать бинарные отношения на заданные свойства, | Письменная контрольная работа Дифференцированный зачет |
| | Умение решать оптимизационные задачи на графах. | Письменная контрольная работа Дифференцированный зачет |
| | Владение практическим опытом решения задач теории множеств, математической логики, комбинаторных и теоретико-графовых задач | Письменная контрольная работа Дифференцированный зачет |
| | Владение навыками применения языка и средств дискретной математики при решении биологических и биоинформатических задач | Дифференцированный зачет |

Таблица 10.2

| Критерии оценивания результатов обучения | Шкала оценивания |
|--|------------------|
| <p><u>Письменная контрольная работа:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – точность ответа на теоретический вопрос, отсутствие ошибок. – правильно решенная задача <p><u>Дифференцированный зачет:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> – владение теоретическим материалом, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. – правильно решенная задача | <i>Отлично</i> |

| | |
|--|-----------------------------------|
| <p>При изложении ответа на вопрос(ы) экзаменационного билета обучающийся мог допустить непринципиальные неточности.</p> | |
| <p><u>Письменная контрольная работа:</u> – не менее 80% ответа на теоретический должно быть правильными. – правильно решенная задача</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – владение теоретическим материалом, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных положений, – точность и корректность применения терминов и понятий дискретной математики при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок, – правильно решенная задача</p> | <p><i>Хорошо</i></p> |
| <p><u>Письменная контрольная работа:</u> – не менее 50% ответов на теоретический вопрос должны быть правильными. – правильно выбранный ход решения задачи</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – недостаточное владение теоретическим материалом, – частичное понимание и неполное изложение теоретического вопроса, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий дискретной математики, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы, – правильно выбранный ход решения задачи</p> | <p><i>Удовлетворительно</i></p> |
| <p><u>Письменная контрольная работа:</u> – присутствие многочисленных ошибок (более 70% ответов содержат ошибки) в ответе на теоретический вопрос, – неправильно выбранный ход решения задачи</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического материала, – непонимание причинно-следственных связей, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий дискретной математики, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы. – неправильно выбранный ход решения задачи</p> | <p><i>Неудовлетворительно</i></p> |

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

Примеры задач для контрольных работ:

1. Найти область определения функции: $y = \frac{1}{\sqrt{2-x}}$.
 2. Построить график функции: $y = \sqrt{4-x^2}$.
 3. Найти предел числовой последовательности: 0,12; 0,122; 0,1222; ...
- Найти пределы функций: а) $\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{5x^2 + 6x + 7}{4x^2 + 7x - 9}$; б) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 5x}{2x^2}$

Перечень теоретических вопросов к дифференцированному зачету по курсу «Введение в дискретную математику»

1. Понятие математической логики.
2. Логика высказываний.
3. Логика предикатов.
4. Определения двоичного набора и логической функции.
5. Элементарные логические функции.
6. Логические формулы.
7. Алгебра логических функций.
8. Дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы.
9. Булева алгебра и теория множеств.
10. Различные представления булевых функций.
11. Предполные классы.
12. Теорема Поста.
13. Минимальные и кратчайшие ДНФ.
14. Сокращенная ДНФ. Методы построения сокращенной ДНФ.
15. Сокращенная ДНФ монотонной функции.
16. Критерий поглощения (теорема Журавлёва).
17. ДНФ Квайна.
18. Регулярные интервалы.
19. ДНФ пересечения.
20. Методы построения тупиковых ДНФ.
21. Основные классы логических функций.
22. Теория Поста-Яблонского.
23. Понятие о минимальной логической функции.
24. Алгоритмы минимизации логической функции.
25. Определение предиката.
26. Операции над предикатами, кванторы существования и всеобщности.
27. Формулы логики предикатов.
28. Предмет комбинаторики. Правила суммы и произведения.
29. Производящие функции для сочетаний и перестановок.
30. Циклы перестановок.
31. Цикловые классы.
32. Принципы включений и исключений в комбинаторике.
33. Понятие о графе. Бинарные отношения и графы. Операции над графами.
34. Эйлеров цикл и критерий его существования.
35. Гамильтонов цикл и его свойства.
36. Понятие дерева.
37. Нормальный алгоритм Маркова.

38. Прimitивно-рекурсивные функции.
39. Общерекурсивные функции.
40. Тезис Чёрча.
41. Описание и примеры машин Тьюринга.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.