МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением Ученого совета ННГУ
(протокол от 14.12.2021 г. №4)

Рабочая программа дисциплины

Комбинаторика

Уровень высшего образования
бакалавриат

Направление подготовки / специальность

01.03.01 Математика

Направленность образовательной программы
Общий профиль

Форма обучения
Очная

Нижний Новгород

2020 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины (модули) Б1.0.22.

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Обязательная часть	Дисциплина Б1.0.22, «Комбинаторика», относится к обязательной части ООП направления подготовки 01.03.01 Математика

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	**Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции**		**Наименование оценочного средства**
	Индикатор достижения компетенции* (код, содержание индикатора)	**Результаты обучения по дисциплине****	
ПК-3. Способен активно участвовать в исследовании новых математических моделей в естественных науках	ПК-3.1. Знать классические математические модели задач естествознания, численные методы решения базовых математических задач, математические методы обработки информации	*Знать постановку классических комбинаторных задач.*	*Зачет*
	ПК-3.2. Уметь самостоятельно и корректно решать задачи естественнонаучного содержания, корректно использовать математические методы в конкретной предметной области, применять численные методы решения базовых математических задач и классических задач естествознания в практической деятельности	*Уметь по постановке задачи определять, какие результаты комбинаторики подходят для её решения.*	
	ПК-3.3. Владеть навыками использования математических методов обработки информации, полученной в результате экспериментальных	*Владеть основными формулами, теоремами и методами доказательства в комбинаторике.*	

	исследований или производственной деятельности		

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

	Очная форма обучения
Общая трудоемкость	**2 ЗЕТ**
Часов по учебному плану	**72**
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа): **- занятия лекционного типа** **- занятия семинарского типа** **- текущий контроль (КСР)** **- контроль**	**17** **16** **1**
самостоятельная работа	**55**
Промежуточная аттестация – экзамен/зачет	**Зачет**

3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	*Часов*					
	Всего (часы)	*В том числе*				
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы. Из них				**Самостоятельная работа обучающегося, часы**
		Занятия лекционного типа	*Занятия семинарского типа*	*Занятия лабораторного типа*	*Всего*	
1.Классические комбинаторные объекты. Основные вопросы перечислительной комбинаторики (вопрос о числе комбинаций определённого вида и вопрос об алгоритме составления списка всех комбинаций). «Правило суммы» и «правило произведения». Кортеж, инъективный кортеж. Размещения, перестановки, сочетания и формулы для вычисления их чисел. Биномиальная формула.	10		2		2	8
2.Соединения с повторениями. Число сочетаний с повторениями, его свойства, рекуррентная формула, таблица чисел сочетаний с	18		4		4	14

повторениями, факториальная формула. Число перестановок с повторениями, полиномиальная формула. Число сюръективных кортежей, его свойства, рекуррентная формула, таблица чисел сюръективных кортежей.						
3.Разбиения. Упорядоченные и неупорядоченные разбиения чисел и теоремы об их количествах. Упорядоченные и неупорядоченные разбиения множеств и теоремы об их количествах. Числа Стирлинга 2-го рода. Разбиение подстановок на циклы. Числа Стирлинга 1-го рода. Интерпретация комбинаторных чисел как чисел отображений разного вида.	22		4		4	18
4.Производящие функции. Подводящий пример: экспонента как степенной ряд. Определение производящей функции как формального степенного ряда. Алгебраические операции над производящими функциями. Теорема об обратной функции.	13		3		3	10
5.Производящие функции для классических последовательностей: для постоянной последовательности; для чисел Фибоначчи. Произведение Адамара. Призводящая последовательность для чисел Каталана.	8		3		3	5
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Итого	72		16		1	55

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Промежуточная аттестация проходит в форме зачета.

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Ниже приводятся виды самостоятельной работы студентов, порядок их выполнения и контроля, приводится учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы по ее отдельным видам и разделам дисциплины.

Виды самостоятельной работы студентов:

- проработка теоретического материала семинарских занятий;
- подготовка к семинарским занятиям;
- подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета.

4.1. Проработка теоретического материала семинарских занятий

Выполняется самостоятельно с использованием материала семинарских занятий и литературных источников (список обязательной и дополнительной литературы приводится).

4.2. Подготовка к семинарским занятиям

Подготовка к семинарским занятиям состоит в разборе и повторении материала предыдущего семинарского занятия и ознакомления с новым материалом по литературе по указаниям преподавателя.

Основная форма контроля: проверка в форме беседы на семинарском занятии.

4.4. Подготовка к промежуточной аттестации в форме зачета и экзамена

Для подготовке к зачету рекомендуется проработать темы семинарских занятиям по собственным конспектам, а также по источникам, рекомендованным в списке литературы.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	**Шкала оценивания сформированности компетенций**	
	Не зачтено	Зачтено
Знания	Отсутствие знаний основных понятий и формул комбинаторики. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа.	Достаточное знание основных понятий и формул комбинаторики.
Умения	Отсутствие минимальных умений формулировки комбинаторных теорем и решения стандартных комбинаторных задач. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	Продемонстрировано умение применять комбинаторные результаты к решению стандартных комбинаторных задач.
Навыки	Отсутствие базовых общематематических навыков и знаний. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	Имеются достаточные навыки комбинаторных доказательств и решения стандартных задач.

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка	**Уровень подготовки**
Зачтено	Компетенция, на формирование которой направлена дисциплина, сформирована на достаточном уровне.
Не зачтено	Компетенция, на формирование которой направлена дисциплина, сформирована на уровне «неудовлетворительно» или «плохо».

5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

5.2.1 Контрольные вопросы к зачету

Вопросы	*Код формируемой компетенции*
1. Два типа задач перечислительной комбинаторики.	ПК-3
2. «Правило суммы» и «правило произведения».	ПК-3
3. Понятия «кортеж», «инъективный кортеж», число инъективных кортежей данной длины.	ПК-3
4. Число сочетаний и его свойства.	ПК-3
5. Биномиальная формула. Свойства биномиальных коэффициентов. Треугольник Паскаля.	ПК-3
6. Число мультиподмножеств данной длины и его свойства, дающие возможность составить таблицу значений.	ПК-3
7. Число сюръективных мультиподмножеств данной длины.	ПК-3
8. Перестановки мультимножеств. Полиномиальная формула.	ПК-3
9. Количество упорядоченных разбиений числа на заданное число слагаемых.	ПК-3

10. Количество неупорядоченных разбиений числа на заданное число слагаемых и его простые свойства.	ПК-3
11. Рекуррентные формулы для количества неупорядоченных разбиений.	ПК-3
12. Числа Стирлинга 2-го рода (свойства и рекуррентное соотношение для составления таблицы).	ПК-3
13. Разбиение подстановок на циклы. Числа Стирлинга 1-го рода.	ПК-3
14. Выражение чисел отображений разного вида через комбинаторные числа.	ПК-3
15. Понятие производящей функции. Алгебраические операции над производящими функциями и их свойства.	ПК-3
16. Операция подстановки для производящих функций. Теорема об обратной функции.	ПК-3
17. Последовательность Фибоначчи и её производящая функция как суперпозиция элементарных производящих функций.	ПК-3
18. Вывод явной формулы для чисел Фибоначчи.	ПК-3
19. Произведение Адамара. Рациональность произведения Адамара рациональных производящих функций.	ПК-3
20.Числа Каталана. Рекуррентное соотношение для чисел Каталана.	ПК-3
21.Производящая функция последовательности Каталана и вывод явной формулы для чисел Каталана.	ПК-3

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Шульц, М. М. Комбинаторика: спецкурс : учеб. пособие. — Н. Новгород: Изд-во ННГУ, 2009. — 167 с. 70 экз.

2. Ландо С.К.. Лекции о производящих функциях. - М.: МЦНМО, 2007. Режим доступа: https://www.mccme.ru/free-books/lando/lando-genfunc.pdf

б) Дополнительная литература:

1. Виленкин Н.Я. Комбинаторика. – М.: Наука, 1968. Режим доступа: http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/mathematics/other.htm

в) Интернет-ресурсы:

1. Университетская библиотека ONLINE http://www.biblioclub.ru
2. Библиотека "Лань" http://e.lanbook.com/

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения: доска, мел, тряпка для стирания с доски.

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

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ 01.03.01 Математика.

Автор (ы) *к. ф.-м. н., доцент* *Полотовский Г.М.*

Рецензент (ы) _____

Заведующий кафедрой АГДМ *д.ф-м.н, профессор* *Кузнецов М.И.*

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 01.12.2021 №2.