

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 № 11 от 25.12.2024 г.

Рабочая программа дисциплины

Популяционная генетика

Уровень высшего образования
Магистратура

Направление подготовки / специальность
02.04.01 - Математика и компьютерные науки

Направленность образовательной программы
Математика и компьютерные науки

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2025 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.02 Популяционная генетика относится к части, формируемой участниками образовательных отношений образовательной программы.

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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
<i>ПК-2: Способен разрабатывать и анализировать концептуальные и теоретические модели решаемых научных проблем и задач</i>	<p><i>ПК-2.1: Знает методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</i></p> <p><i>ПК-2.2: умеет применять методы разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</i></p> <p><i>ПК-2.3: Имеет навыки разработки и анализа концептуальных и теоретических моделей решаемых научных проблем и задач</i></p>	<p><i>ПК-2.1: ЗНАТЬ</i></p> <p><i>Базовые понятия и методы популяционной генетики, условия их применимости к решению научных проблем и задач.</i></p> <p><i>ПК-2.2: УМЕТЬ</i></p> <p><i>Определять и профессионально применять математические методы популяционной генетики для решения научных проблем и задач, анализировать полученные результаты.</i></p> <p><i>ПК-2.3: ВЛАДЕТЬ</i></p> <p><i>Навыками программной реализации вычислительных методов и алгоритмов популяционной генетики для решения научных проблем и задач.</i></p>	<i>Задания</i>	<i>Зачёт: Контрольные вопросы</i>

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	3

Часов по учебному плану	108
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	16
- КСР	1
самостоятельная работа	59
Промежуточная аттестация	0 Зачёт

3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	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 (практические занятия/лабораторные работы), часы	Всего	
Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	Ф Ф Ф	
Популяционная генетика. Введение	26	8	4	12	14
Естественный отбор. Математические принципы.	27	8	4	12	15
Мутации и отбор.	27	8	4	12	15
Эволюционные игры	27	8	4	12	15
Аттестация	0				
КСР	1			1	
Итого	108	32	16	49	59

Содержание разделов и тем дисциплины

Популяционная генетика. Введение
 Естественный отбор. Математические принципы.
 Мутации и отбор.
 Эволюционные игры

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

Изучение учебной литературы (см. перечень образовательных материалов).

5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:

5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Задания) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Задание 1

В исследуемой популяции 82 человека из 410 имели рецессивный признак. Рассчитайте частоту генотипа в долях единицы.

Задание 2

В популяции известны частоты аллелей $p = 0,8$ и $q = 0,2$. Определите частоты генотипов.

Задание 3

Для игры Γ_A , $A = \begin{pmatrix} 3 & -1 & 0 \\ 4 & 2 & 1 \\ -2 & 5 & 6 \end{pmatrix}$ найдите $K(i,j)$ для ситуаций (1;3), (3;2), (2;1).

Задание 4

Найдите \bar{v} и \bar{v} в игре Γ_A :

$$\begin{array}{ccc} \text{а)} & \text{б)} & \text{в)} \\ A = \begin{pmatrix} 3 & 1 & 2 \\ 4 & 0 & 5 \\ 2 & 7 & 3 \end{pmatrix}, & A = \begin{pmatrix} 6 & 7 & 5 & 8 \\ 0 & 9 & 4 & 10 \\ 8 & 8 & 6 & 7 \end{pmatrix}, & A = \begin{pmatrix} 6 & 8 & 0 & 4 \\ 5 & 5 & 3 & 8 \\ 4 & 6 & 5 & 3 \\ 7 & 1 & 2 & 5 \end{pmatrix}. \end{array}$$

Критерии оценивания (оценочное средство - Задания)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Работа выполнена в полном объеме и в срок, результаты работы алгоритма корректные на тестовых примерах, проведены вычислительные эксперименты на трудоемких тестовых данных, результаты работы представлены преподавателю.
не зачтено	Работа не выполнена или выполнена не в полном объеме (программа работает некорректно на тестовых примерах, не проведены вычислительные эксперименты на трудоемких тестовых данных, результаты работы не представлены преподавателю).

5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Шкала оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне выше предусмотренного программой

	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
не зачтено	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Популяционная генетика: размножение, генотипы, аллели, частотности. Факторы изменения частотностей генотипов.
2. Условия и закон Харди-Вайнберга. Равновесия Харди-Вайберга.
3. Конечные популяции. Биномиальное распределение. Модель Райта-Фишера.
4. Фундаментальная теорема естественного отбора. Математические модели, отображение.
5. Две аллели. Неподвижные точки.
6. Фундаментальная теорема о естественном отборе. Упрощенное доказательство.
7. Теорема о сходимости. Теорема Линбиха. Неподвижные точки.
8. Три и более аллелей. Теорема о стационарных точках.
9. Функции Ляпунова. Теорема Ляпунова. Внутренняя неподвижная точка. Устойчивость частичного полиморфизма.
10. Мутации и отбор для двух аллелей.
11. Недоминирующий отбор, N аллелей.
12. Частотности особых мутаций. Неоккупирующие неподвижные точки и теорема Браувера.
13. Отбор и рекомбинация. Аддитивная приспособленность. Мультипликативная приспособленность.

14. Эволюционные игры. Эволюционно устойчивые стратегии. Игра Хоука-Доува.
15. Модель процентного соотношения полов.
16. Эволюционно-устойчивая стратегия. Равновесие Нэша.
17. Локальные стратегии превосходства. Теорема об эволюционно-устойчивой стратегии и равновесии Нэша.
18. Наилучшие ответы. Теорема Нэша.
19. Теорема о строгом равновесии.
20. Классификация игр 2x2. Теорема об отрицательно определенных играх.
21. Динамика репликатора. Основные свойства репликатора.
22. Теорема о равновесии Нэша и состояниях равновесия репликатора. Игры 2x2. Игры 3x3.
23. Положительно-определенные игры. Асимметричные (биматричные) игры.
24. Динамика репликатора для биматричных игр. Динамика конкуренции полов.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Студент дает полный ответ на все теоретические вопросы, возможно с незначительными неточностями в определении понятий, процессов и т.п.
не зачтено	Студент дает ошибочные ответы, как на теоретические вопросы, так и на наводящие вопросы экзаменатора.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Кайданов Леонид Зиновьевич. Генетика популяций : учеб. для вузов по направлению "Биология" и специальностям "Биология" и "Генетика" / под ред. Инге-Вечтомова С. Г. ; прил. Храмова-Борисова Н. Н. - М. : Высшая школа, 1996. - 320 с. : ил. - 16.00., 12 экз.

Дополнительная литература:

1. Стронгин Роман Григорьевич. Исследование операций : Модели экономического поведения : учеб. для студентов, обучающихся по направлению 510200 - Прикладная математика и информатика и по специальности 010200 - Прикладная математика и информатика /

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : Изд-во ННГУ, 2002. - 244 с. : ил., табл. - В надзаг.: Нац. фонд подгот. кадров. - ISBN 5-85746-682-2 : 100.00., 108 экз.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

- Стронгин Р.Г. Исследование операций. Модели экономического поведения. Электр. ресурс. Режим доступа свободный, <http://www.intuit.ru/department/algorithms/opres>.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 02.04.01 - Математика и компьютерные науки.

Автор(ы): Заикин Алексей Анатольевич, кандидат физико-математических наук.

Заведующий кафедрой: Иванченко Михаил Васильевич, доктор физико-математических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 02.12.2024, протокол № 5.