

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 президиума Ученого совета ННГУ
протокол от
«30» ноября 2022 г. № 13

Рабочая программа дисциплины

Научное программирование

**Уровень высшего образования
магистратура**

**Направление подготовки / специальность
02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии»**

**Направленность образовательной программы
Искусственный интеллект**

**Форма обучения
очная**

Нижний Новгород
2023 год

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Научное программирование» реализуется на языке Python, ставшем сегодня де факто стандартом научного программирования. Она относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» направления подготовки 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии», направленность «Искусственный интеллект».

Цель данной дисциплины состоит в освоении продвинутого уровня языка программирования Python и его приложений в научных задачах в объеме, достаточном для успешного начала работ в области научного программирования. Излагаемый набор знаний и умений составляет теоретическую основу для методов разработки решений задач, возникающих в ходе научных исследований и их программной реализации. Изучение курса поддерживается лабораторным практикумом.

№ Варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) Часть, формируемая участниками образовательных отношений. Дисциплина по выбору	Дисциплина Б1.В.ДВ.03.01 «Научное программирование» относится к части ООП направления подготовки 02.04.02 Фундаментальная информатика и информационные технологии, формируемой участниками образовательных отношений.

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-8. Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	ПК-8.1. Знает инструменты и методы разработки новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	<i>ЗНАТЬ</i> Методику разработки программ на языке Python, анализа их эффективности и подходы к ее повышению для решения задач научной деятельности.	собеседование
	ПК-8.2. Умеет разрабатывать новые алгоритмические, методические и технологические решения в конкретной сфере профессиональной деятельности	<i>УМЕТЬ</i> Применять на практике технологии Scipy, Numpy, Pandas, Matplotlib для разработки программ для решения задач научной деятельности.	Проект (текущий контроль)

	ПК-8.3. Имеет практический опыт разработки новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности	ВЛАДЕТЬ Навыками настройки PyCharm для разработки программ на языке Python, использования технологий Scipy, Numpy, Pandas, Matplotlib для решения задач производственно-технологической деятельности.	Проект (текущий контроль)
--	---	---	------------------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1. Трудоемкость дисциплины

Общая трудоемкость	3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	108
в том числе:	
аудиторные занятия (контактная работа):	65
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа	32
- занятия лабораторного типа	
- текущий контроль (КСР)	1
самостоятельная работа	43
Промежуточная аттестация - зачет	

3.2 Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	Всего (часы)	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы				Самостоятельная работа студента часы
		из них				
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего контактных часов	
Введение в язык программирования Python. Основы программирования на Python в Python Notebook.	14	4	4		8	6
Введение в программирование с использованием формул, циклов, списков, функций, массивов (библиотека NumPy), строк, словарей. Введение в классы и ООП. Разработка модульных приложений в среде PyCharm.	24	8	8		16	8
Различные способы представления и визуализации научных данных с использованием Matplotlib и	16	4	4		8	8

NumPy. Генерация случайных чисел. Методы Монте-Карло. Символьные вычисления с использованием SymPy.						
Обзор возможностей NumPy, SciPy, Pandas. Применение машинного обучения к научным задачам. Кластеризация, классификация, регрессионный анализ. Использование статистических возможностей библиотек для анализа данных.	14	4	4		8	6
Обработка изображений (SciPy). Анализ графов (библиотека igraph). Использование матричных вычислений. Преобразование Фурье.	24	8	8		16	8
Разработка параллельных приложений. Задачи оптимизации и дифференциального исчисления. Аппроксимация функций. Кроссвалидация. Анализ эффективности разработанного кода. Алгоритмы и структуры данных. Регулярные выражения.	15	4	4		8	7
Текущий контроль (КСР)	1				1	
Итого	108	32	32	0	65	43
Промежуточная аттестация - Зачет						

Практические занятия (семинарские занятия) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает: Разработка модульных приложений в среде PyCharm; Разработка программ с применением машинного обучения к научным задачам; Разработка параллельных приложений.

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 32 часа.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с профилем ОП: Разработка, тестирование, оптимизация программного обеспечения (ПО). Разработка технической документации на продукцию в сфере ИТ.

- компетенций – ПК-8: Способен к разработке новых алгоритмических, методических и технологических решений в конкретной сфере профессиональной деятельности (ПК-8.3: Имеет практический опыт управления разработкой и развитием ИТ-решений на основе анализа современного состояния науки и информационных технологий в области профессиональной деятельности)

Текущий контроль успеваемости реализуется в формах проверки работ на занятиях лабораторного типа. Промежуточная аттестация проходит в традиционных формах (зачет).

4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов подразделяется на следующие категории:

– Изучение учебной литературы (см. перечень образовательных материалов).

– Выполнение лабораторных работ на следующие темы: настройка среды разработки и проекта в PyCharm и Anaconda для запуска пакетов scikit-learn, numpy, pandas, matplotlib, решение систем линейных уравнений, визуализация научных данных, аппроксимация функций, численное решение дифференциальных уравнений, решение задач оптимизации, применение машинного обучения для классификации и регрессии фенотипов пациентов с синдромом Дауна, статистический анализ характеристик кальциевых событий, построение и анализ паренхитических графов, частотный анализ кальциевых событий, автоматическая разметка медицинских данных, симуляция хемотаксиса бактерий.

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, включающий:

5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности 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 незначительных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	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.	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения., Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальный набор	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	---	--	--	--	--------------------------------------

Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	Превосходно	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно»
	Отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	Очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	Хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «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», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	Плохо	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

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

5.2.1. Контрольные вопросы

Вопрос	Код компетенции
1. Способы представления и визуализации научных данных	ПК-8

2. Использование объектов array и matrix. Решение задач матричной алгебры.	ПК-8
3. Примеры использования списков, словарей, строк	ПК-8
4. Основные операторы Python, использование функций в Python, рекурсия, передача и возврат функций в качестве параметров, обработка последовательностей и итераторы, генераторы	ПК-8
5. Возможности библиотеки igraph для анализа графов. Примеры задач	ПК-8
6. Методы повышения эффективности работы программ, разработанных на Python	ПК-8
7. Способы организации параллельных вычислений в Python	ПК-8
8. Алгоритмы машинного обучения библиотеки SciPy. Примеры задач	ПК-8
9. Методы аппроксимации функций в библиотеке SciPy	ПК-8
10. Разбор регулярными выражениями текста в Python	ПК-8
11. Обработка изображений с помощью SciPy	ПК-8
12. Алгоритмы кроссвалидации	ПК-8

5.2.2. Типовые темы лабораторных работ для оценки сформированности компетенции ПК-8

- 1) Применение метода Ньютона для решения уравнений.
- 2) Аппроксимация данных суммой трёх экспонент.
- 3) Найти параметры модели светимости сверхновой звезды типа I нелинейным методом наименьших квадратов.
- 4) Подобрать модель, аппроксимирующую данные солнечной активности.
- 5) Укладка без пересечений n конгруэнтных кругов в один круг с максимальным радиусом.

5.2.3. Типовые темы лабораторных работ для оценки сформированности компетенции ПК-8

- 1) Вычислить сумму первых n членов ряда Тейлора для заданной функции.
- 2) Используя правило прямоугольников, трапеций и Симпсона с помощью вычисления значения интеграла найти приближение числа Π .
- 3) Построение полиномиальной интерполяции искусственно сгенерированных данных.
- 4) Провести серию экспериментов, тестирующую функции `linalg.solve` и `linalg.cond` на матрицах специального вида.
- 5) Сравнить алгоритм Штрассена и обычный алгоритм умножения матриц.
- 6) Экспериментально найти все качественно различные фазовые траектории в модели Вольтерра-Лотке простой экосистемы.
- 7) Смоделируйте полёт камня Робин Гуда, бросающего его через бойницу крепостной стены в открытое окно, стоящего за ней замка.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Язык программирования Python. Открытый курс Intuit. [<http://www.intuit.ru/studies/courses/49/49/info>]
2. Лидия Городняя. Основы функционального программирования. ИНТУИТ: <http://www.intuit.ru/studies/courses/29/29/info>
3. Лутц М. Изучаем Python. - 3-е изд. - СПб: Символ-плюс, 2009. - 848 с. (2000 экз.) — ISBN 978-5-93286-138-7
4. Лутц М. Программирование на Python. — 2-е изд. — СПб: Символ-плюс, 2002. — 1136 с. (2000 экз.) — ISBN 5-93286-036-7
5. Magnus Lie Hetland Beginning Python: From Novice to Professional. — Apress, 2005. — ISBN 1-59059-519-X
6. Hans Petter Langtangen A Primer on Scientific Programming with Python. — Springer, 2009. — ISBN 978-3-642-02474-0
7. Sandro Tosi Matplotlib for Python Developers. — Packt Publishing, 2009. — ISBN 978-1-847197-90-0
8. Jaan Kuisalaas Numerical Methods in Engineering with Python. — Cambridge University Press, 2005. — ISBN 978-0-521-85287-6
9. Robert Johansson, Numerical Python: Scientific Computing and Data Science Applications with Numpy, SciPy and Matplotlib. Apress L. P. (2018)

б) дополнительная литература:

1. Иван Хахаев. Практикум по алгоритмизации и программированию на Python. ИНТУИТ: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3489/731/info>
2. Чарльз Северенс. Введение в программирование на Python. ИНТУИТ: <http://www.intuit.ru/studies/courses/12179/1172/info>
3. Юрий Денисов. Текстовый ввод-вывод. ИНТУИТ: <http://www.intuit.ru/studies/courses/640/496/info>

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Официальный сайт о языке Python. [<http://www.python.org/>].
2. Библиотека автоматизации GUI тестирования pywinauto. [<http://pywinauto.github.io/>]
3. Язык программирования Python. Открытый курс на Stepik. Институт биоинформатики. [<https://stepik.org/course/67/>]
4. Python: основы и применение. Открытый курс на Stepik. Институт биоинформатики. [<https://stepik.org/course/512/>]
5. Free Interactive Python Tutorial (англ.). [<https://www.learnpython.org/>]
6. Соревновательные задачи на языке Python (англ., HackerRank). [<https://www.hackerrank.com/domains/python/py-introduction>]
7. Алексей Задойный. Практикум: математика и Python для анализа данных. Открытый курс на Stepik. [<https://stepik.org/course/3356/>]

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой (лекционного и лабораторного типа), оснащенные оборудованием и 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 ОС ННГУ по направлению 02.04.02 «Фундаментальная информатика и информационные технологии».

Автор М.И.Кривоносов

Зав. кафедрой М.В.Иванченко

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики от 30 ноября 2022 года, протокол № 3.