

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПО  
КОНКУРСНОЙ ГРУППЕ «ЛФИ МАТЕМАТИКА И МЕХАНИКА» ДЛЯ  
ПОСТУПАЮЩИХ В АСПИРАНТУРУ**

На вступительном испытании будут заданы вопросы по выпускной квалификационной работе и вопросы из раздела, соответствующего направлению будущей научно-исследовательской деятельности поступающего. Вопросы по выпускной квалификационной работе (магистратура или специалитет):

1. Основные положения.
2. Новизна.
3. Актуальность.

**Теория вероятностей и математическая статистика**

1. Точечное оценивание. Методы: моментов, максимального правдоподобия, выборочных квантилей.
2. Интервальное оценивание. Точные и асимптотические доверительные интервалы. Методы: центральной функции, построения асимптотического доверительного интервала.
3. Проверка гипотез. Статистика критерия и критическое. Результаты тестирования гипотез, статистическая значимость. Ошибки I и II рода. Уровень значимости, мощность критерия. P-value и его интерпретация.
4. Множественная проверка гипотез. FWER и FDR. Основные методы, их особенности. Метод Бонферрони. Корректировка p-value. Результат при множественной проверке одной и той же гипотезы.
5. Критерии согласия. Критерии:): Колмогорова, хи-квадрат, проверки нормальности.
6. Корреляционный анализ. Смысл и постановка задачи для непрерывного и дискретного случаев. Коэффициенты корреляции, их особенности. Таблицы сопряжённости. Основные критерии проверки взаимосвязанности, примеры.
7. Дисперсионный анализ. Независимые и связанные выборки. Основные критерии, условия их применимости. Примеры.
8. Линейная регрессия. Метод наименьших квадратов. Свойства МНК-оценки, гауссовская линейная модель. Интерпретация OLS Regression Results в statsmodels.
9. Регуляризация. Мотивация. Ridge, Lasso, Elastic Net. Поведение коэффициентов регрессии в зависимости от параметра регуляризации.
10. Решающие деревья. Процедура построения дерева, критерии информативности, ответ в листе. Bias–variance разложение. Случайный лес, достоинства и недостатки.

11. Решающие деревья. Процедура построения дерева, критерии информативности, ответ в листе. Градиентный бустинг, достоинства и недостатки.
12. Нейронные сети: механизм обратного распространения ошибки, оптимизация сети. Полносвязные нейронные сети. Функции активации.
13. Нейронные сети: механизм обратного распространения ошибки, оптимизация сети. Свёрточные нейронные сети: мотивация, типы слоев.
14. Метрики качества. Матрица ошибок. Метрики качества классификации, их особенности. Кривые ROC и PR. Метрики качества регрессии. Кросс-валидация.

## Литература

1. Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Том 1. Основные понятия теории вероятности и статистики. - М., МЦНМО, 2018. – 519 с.
2. Кельберт М. Я., Сухов Ю. М. Вероятность и статистика в примерах и задачах. Том 2. Марковские цепи как отправная точка теории случайных процессов. Часть 1, 2. - М., МЦНМО, 2021. – 396 с.
3. Прохоров Ю. В., Прохоров А. В. Курс теории вероятностей и математической статистики. - М., МЦНМО, 2019. – 224 с.
4. Ширяев А.Н. Вероятность-1. - М., МЦНМО, 2021
5. Ширяев А.Н. Вероятность-2. - М., МЦНМО, 2021
6. Ширяев А.Н. Задачи по теории вероятностей. - М., МЦНМО, 2019.
7. Ширяев А. Н., Эрлих И. Г., Яськов П. А. Вероятность в теоремах и задачах (с доказательствами и решениями). – электронное издание
8. Кораллов Л. Б., Синай Я. Г. Я. Г. Теория вероятностей и случайные процессы. - М., МЦНМО, 2013
9. Стоянов Й. Контрпримеры в теории вероятностей. - М., МЦНМО, 2012
10. Вероятность: в 2 т. : учебник для вузов / А. Н. Ширяев .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МЦНМО, 2004.— Т. 1 : Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы. - 2004. - 520 с.
11. Ширяев А.Н. Вероятность: в 2 т. : учебник для вузов / 4-е перераб. и доп. — М. : МЦНМО, 2007, 2011 .— Т. 2 : Суммы и последовательности случайных величин - стационарные, мартингалы, марковские цепи. - 2007, 2011. - 416 с.
12. Теория вероятностей : учебник / Е.С. Вентцель. - 12-е изд., стер. - Москва: ЮСТИЦИЯ, 2018. - 658 с.
13. Крамер Г. Математические методы статистики. - М. Мир. 1975.
14. Wasserman L. All of Statistics – Pittsburgh: Springer Science+Business Media, 2006. – 271 с.
15. Millar R.B. Maximum Likelihood Estimation and Inference - John Wiley & Sons, Ltd, 2011 – 366 с.
16. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. - М.: Физматлит, 2006.— 816 с.
17. Боровков А.А. Математическая статистика. – М.: Физматлит, 2007. - 703 с.
18. Girden E.R. - ANOVA: Repeated Measures - Sage Publications, 1992. - 84 с.
19. Tabachnick B. G., Fidell L. S. Experimental designs using ANOVA. – Cengage Learning, 2006. - 250 с.
20. Morgan S. L., Winship C. Counterfactuals and causal inference. - Cambridge University Press, 2014. – 334 p.
21. Hastie T., Tibshirani R., Friedman J. Elements of Statistical Learning – Springer,

2017. - 764
22. Patterson J., Gibson A., Deep Learning: A Practitioner's Approach – O'Reilly Media, 2017. – 971 – p.
  23. R. E. Schapire, Y. Freund, P. L. Bartlett, and W. S. Lee. Boosting the margin: A new explanation for the effectiveness of voting methods. *Annals of Statistics*, 26(5):1651-1686, October 1998.
  24. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G. E., ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural. - University of Toronto Canada, 2012. – 30 p.

### Дополнительная литература

1. Линейная алгебра: учебник для вузов / В. А. Ильин, Э. Г. Позняк .— 3 - е изд., доп. — М. : Наука, 1984 .— 295 с.
2. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики: учеб. пособие для вузов.— М. Ижевск: Ин-т компьютерных исследований, 2004 .— 272 с.
3. Э. Мендельсон Введение в математическую логику. - М.: Наука, 1971.  
Сэбер Дж. Линейный регрессионный анализ. - М.: Мир, 1980.
4. Вальд А. Последовательный анализ. - М.: Гос. изд. физ.-мат. литературы, 1960
5. Вероятность: в 2 т. : учебник для вузов / А. Н. Ширяев .— 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Изд-во МЦНМО, 2004 .— Т. 1 : Элементарная теория вероятностей. Математические основания. Предельные теоремы. - 2004. - 520 с.
6. Курс теории вероятностей: учеб. пособ. для вузов / В. П. Чистяков .— 4-е изд., испр. — М. : Агар, 1996 .— 256 с.
7. Karpathy A. The Unreasonable Effectiveness of Recurrent Neural Networks. - [https://web.stanford.edu/class/cs379c/archive/2018/class\\_messages\\_listing/content/Artificial\\_Neural\\_Network\\_Technology\\_Tutorials/KarparthyUNREASONABLY-EFFECTIVE-RNN-15.pdf](https://web.stanford.edu/class/cs379c/archive/2018/class_messages_listing/content/Artificial_Neural_Network_Technology_Tutorials/KarparthyUNREASONABLY-EFFECTIVE-RNN-15.pdf)
8. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. - O'Reilly Media, 2019. – 1065.
9. Mason L., Baxter J., Bartlett P., Frean M. Boosting algorithms as gradient descent. - [NIPS Conference, Denver, Colorado, USA, November 29 - December 4, 1999
10. R.M. Bell and Y. Koren. Lessons from the netflix prize challenge. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 9(2):75–79, 2007.
11. Klaus Greff, Rupesh K. Srivastava, Jan Koutník, Bas R. Steunebrink, Jürgen Schmidhuber LSTM: A Search Space Odyssey.: *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems* 28(10) DOI:10.1109/TNNLS.2016.2582924
12. Géron A.. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques to Build Intelligent Systems. - O'Reilly Media, 2019. – 856 p.
13. Bishop C.M. *Pattern Recognition and Machine Learning* – Springer Science+Business Media, LLC, 2006/ - 738 p.
14. Weber Н., *Big Data and Artificial Intelligence*. - Independently published – 159 p.
15. Савельев В. *Статистика и котики* – М.: Издательство АСТ, 2018. – 122 с.
16. Айзек М.П. *Графика, формулы, анализ данных в Excel. Пошаговые примеры / М.П. Айзек.* — СПб.: Наука и техника, 2019. — 384 с.
17. Геворкян, П.С. *Теория вероятностей и математическая статистика / П.С. Геворкян.* - М.: Физматлит, 2016. - 176 с.
18. Геворкян, П.С. *Теория вероятностей и математическая статистика / П.С. Геворкян, А.В. Потемкин, И.М. Эйсымонт.* - М.: Физматлит, 2016. - 176 с.
19. Виленкин Н.Я. *Комбинаторика / Н.Я. Виленкин, А.Н. Виленкин, П.А. Виленкин.* - М.: ФИМА, МЦНМО, 2006. - 400 с.
20. Львовский, Е. Н. *Статистические методы построения эмпирических формул.*

Учебное пособие / Е.Н. Львовский. - М.: Высшая школа, 2015. - 240 с.