



ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
МГТУ им. Н.Э. Баумана

Прогнозирование конечных свойств КОМПОЗИТНЫХ материалов

Марсов Александр Валерьевич



План работы

1

Анализ полученных данных и их предварительная подготовка

2

Разведочный анализ данных, нормализация

3

Разработка, обучение и тестирование моделей (включая нейросеть)

4

Разработка веб-приложения и создание удалённого репозитория

Мы загрузили данные состоящие из двух файлов, содержащих в себе информацию о начальных свойствах компонентов композиционных материалов (количество связующего, наполнителя, температурный режим отверждения и т.д.). На выходе необходимо спрогнозировать три целевых признака:

1. «Модуль упругости при растяжении, ГПа»
2. «Прочность при растяжении, МПа»
3. «Соотношение матрица-наполнитель»



Анализ данных и их подготовка

Предоставленные нам данные для решения нашей задачи

1. Файл X_br.xlsx • 1023 строки и 10 признаков (-40 строк)



INNER

2. Файл X_nur.xlsx • 1040 строк и 3 признака (-57 строк)



Файл df.xlsx • 983 строки и 13 признаков

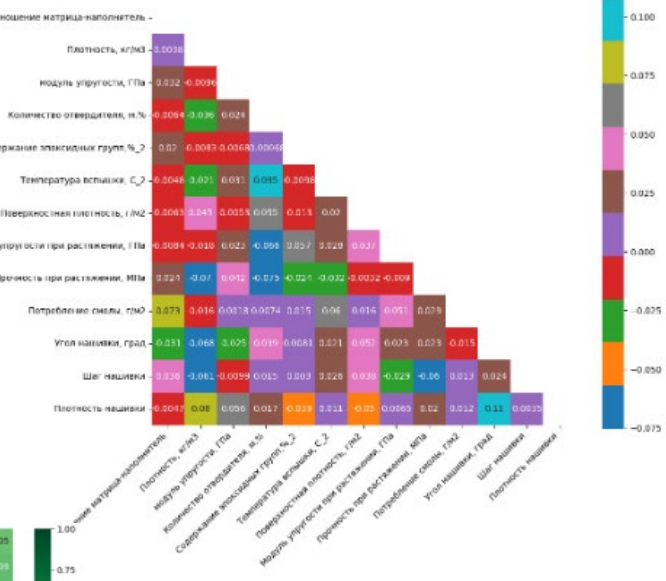
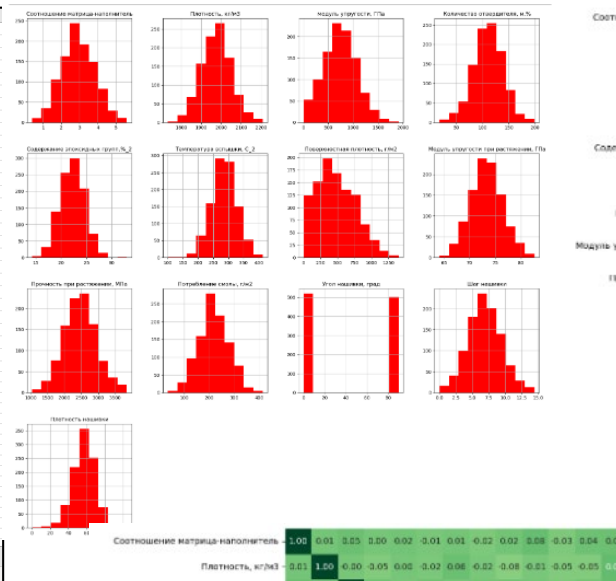


ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
МГУ им. Н.Э. Баумана

Разведочный анализ данных, нормализация

Визуализируем приводим к нормальному виду и формату

А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ж	П
1	А	В	С	Д	Е	Ф	Г	Н	И	Ж
2	0	1.857142857	2030	738.7368421	30	22.26785714	100	210	70	3000
3	1	1.857142857	2030	738.7368421	50	23.75	284.6153846	210	70	3000
4	2	1.857142857	2030	738.7368421	49.9	33	284.6153846	210	70	3000
5	3	1.857142857	2030	738.7368421	129	21.25	300	210	70	3000
6	4	2.771331058	2030	753	111.86	22.26785714	284.6153846	210	70	3000
7	5	2.771876189	2000	748	111.86	22.26785714	284.6153846	210	70	3000
8	6	2.569620253	1910	807	111.86	22.26785714	284.6153846	210	70	3000
9	7	2.56147541	1900	535	111.86	22.26785714	284.6153846	380	75	1800
10	8	3.557017544	1930	889	129	21.25	300	380	75	1800
11	9	3.532338308	2100	1421	129	21.25	300	1010	78	2000
12	10	2.919677836	2160	933	129	21.25	300	1010	78	2000
13	11	2.877358491	1990	1628	129	21.25	300	1010	78	2000
14	12	1.598173516	1950	827	129	21.25	300	470	73.33333333	2455.555556
15	13	2.919677836	1980	568	129	21.25	300	470	73.33333333	2455.555556
16	14	4.029126214	1910	800	129	21.25	300	470	73.33333333	2455.555556
17	15	2.934762699	2030	302	129	21.25	300	210	70	3000
18	16	3.557017544	1880	313	129	21.25	300	210	70	3000
19	17	4.193548387	1950	506	129	21.25	300	380	75	1800
20	18	4.897959184	1890	540	129	21.25	300	380	75	1800
21	19	3.532338308	1980	1163	111.86	22.26785714	284.6153846	1010	78	2000
22	20	2.877358491	2000	205	111.86	22.26785714	284.6153846	1010	78	2000
23	21	1.598173516	1920	456	111.86	22.26785714	284.6153846	470	73.33333333	2455.555556
24	22	4.029126214	1880	622	111.86	22.26785714	284.6153846	470	73.33333333	2455.555556
25	23	2.897347943	1953.274928	1136.596135	137.6274196	22.34453357	234.718883	555.8934533	80.80322176	2587.342983
26	24	2.499917828	1942.959777	901.5199457	146.2522078	23.00175748	35.1218174	864.7254938	75.17807508	3705.672523
27	25	2.045447464	2037.618111	707.079887	101.6172513	31.23770552	547.6012186	73.81706662	2624.026407	178.1
28	26	1.85647617	2018.220332	836.2943816	135.4016966	26.4355146	327.5103767	150.9614485	77.21076158	2473.187195
29	27	3.705535422	1971.807506	478.2852475	105.7869296	17.87409991	328.1545795	526.6921584	72.34570879	3059.032991
30	28	2.709554095	1882.071124	641.052404	96.56329319	22.88920556	262.967222	804.5932608	74.51135922	2388.967377
31	29	2.282625314	2008.357592	393.9673255	149.3728324	21.66175068	330.488641	535.3714591	72.24492408	2704.445081
32	30	1.978140173	1973.629097	991.7240946	149.3721279	19.75057789	232.0581913	485.4537781	75.86570556	2446.943079
33	31	1.771436393	1872.491156	801.0338255	78.78454787	22.29630372	340.7359884	864.9291837	70.94789156	2796.785402
34	32	3.277088987	2010.047012	336.5504228	67.49893938	24.28009002	254.9490337	117.5352342	67.47870963	2462.006386
35	33	2.984262226	1912.115437	1183.091845	133.5490007	23.26378657	314.9951255	377.3860944	75.29845522	2303.770555
36	34	2.916148621	1879.969846	1003.270178	109.2395305	25.68275948	294.0495366	408.3542393	71.70085562	3085.546196
37	35	3.247617211	1813.23346	757.874479	81.37987084	23.42246524	279.0801575	575.0628571	69.34113288	3188.136358
38	36	2.423075673	1908.940061	530.2289884	58.26244428	24.07342023	325.138688	458.908467	74.24435417	1890.505807
39	37	5.098993209	1977.339047	1572.096042	132.3430598	25.39700088	286.5564309	690.3648357	72.34163973	1386.578973
40	38	2.444176986	2085.495837	931.3106361	110.5648399	23.48713976	270.2897651	278.2300203	71.47960447	2740.229631
41	39	2.667096929	2078.894676	1542.168456	132.1474033	22.6501092	357.9720962	787.239217	76.47178847	2559.643047
42	40	3.034399483	1968.401388	455.8710188	61.42129652	23.49072291	316.4145271	637.3768927	75.09071774	2848.490078
43	41	2.465024971	1936.09137	1056.554985	71.29405822	24.5233807	271.9757633	129.0771629	66.42079436	2868.586527
44	42	2.654388449	1996.159145	525.057741	77.50688254	18.12610706	221.4086864	28.45810234	69.48977348	2220.587446
45	43	1.193509648	1945.929227	888.603701	102.9580864	19.56671624	225.8102229	871.0889548	73.45489452	2335.541732



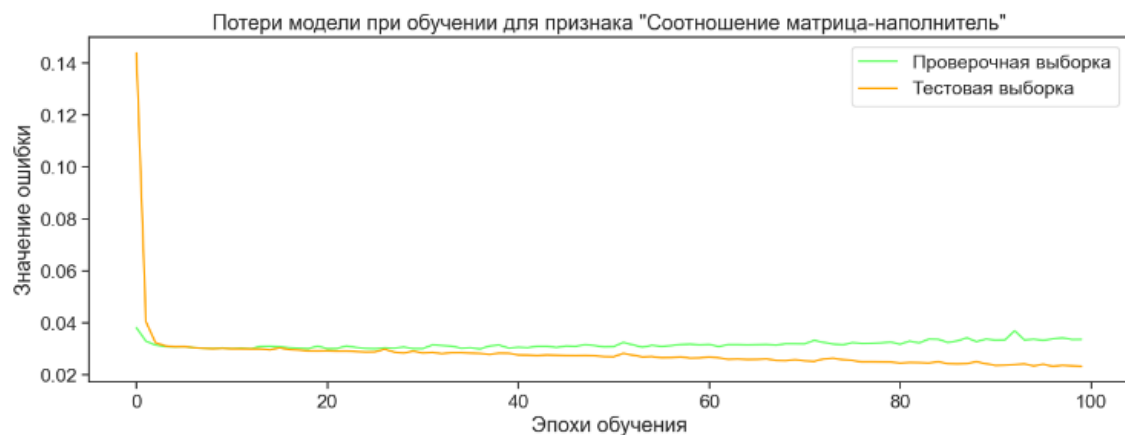


Разработка, обучение и тестирование моделей

Применяем методы, обучаем модели, тестируем, сравниваем результаты и делаем выводы

```
X_var = df_norm_n.drop(['Модуль упругости при растяжении, ГПа'], axis=1)
y_var = df_norm_n[['Модуль упругости при растяжении, ГПа']]

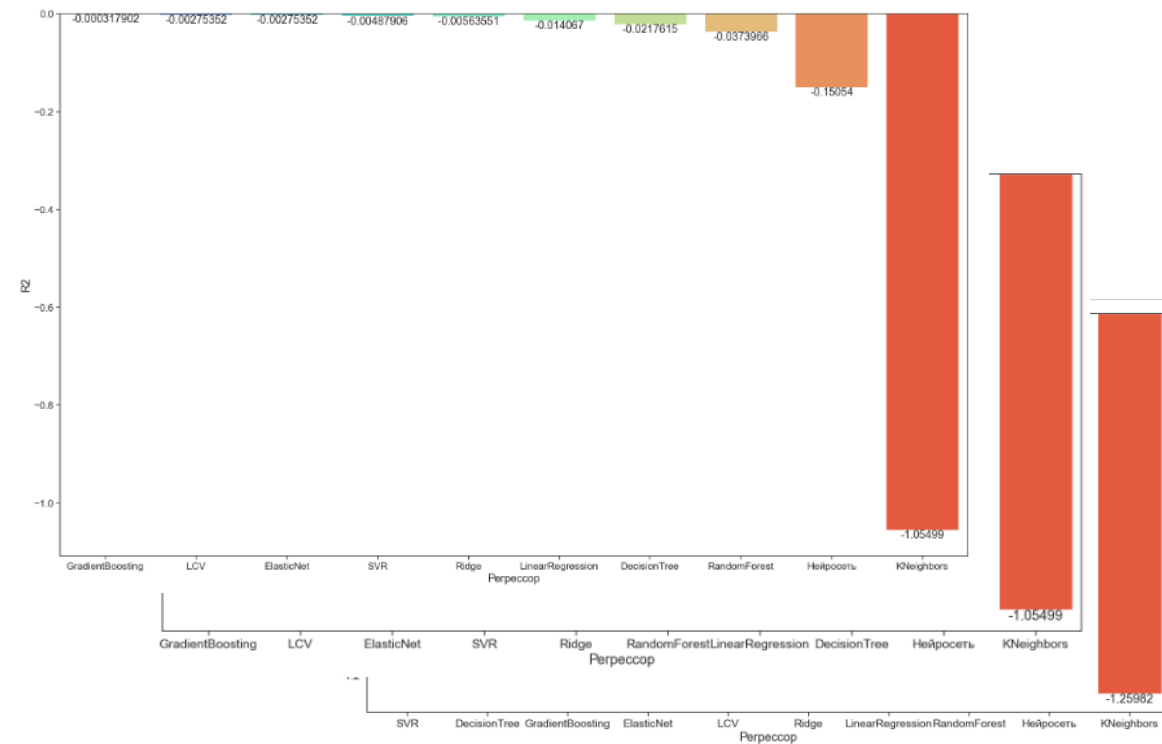
# Разбиение на обучающую и тестовую выборки для прогноза модуля упругости при растяжении
X_train_var, X_test_var, y_train_var, y_test_var = train_test_split(X_var, y_var, test_size=0.3, random_state=1)
```



1. Прогноз модуля упругости при растяжении
2. Прогноз прочности при растяжении
3. Прогноз соотношения матрица наполнитель
4. График потерь нейросети

Layer (type)	Output Shape	Param #
dense_8 (Dense)	(None, 128)	1664
dense_9 (Dense)	(None, 8)	1032
dense_10 (Dense)	(None, 8)	72
dense_11 (Dense)	(None, 1)	9

Total params: 2,777
Trainable params: 2,777
Non-trainable params: 0





Веб-приложение и репозиторий

Разработка веб-приложения и создание репозитория

Расчет прочности при растяжении

Введите параметры

Соотношение матрица-наполнитель,.....	[0 - 6]	<input type="text"/>
Плотность, кг/м ³	[1500 - 2500]	<input type="text"/>
Модуль упругости, ГПа.....	[2 - 2000]	<input type="text"/>
Количество отвердителя, м.%.....	[20 - 200]	<input type="text"/>
Содержание эпоксидных групп, % ₂	[15 - 30]	<input type="text"/>
Температура вспышки, С ₂	[100 - 500]	<input type="text"/>
Поверхностная плотность, г/м ²	[0,5 - 1300]	<input type="text"/>
Модуль упругости при растяжении, ГПа.....	[50 - 100]	<input type="text"/>
Потребление смолы, г/м ²	[50 - 400]	<input type="text"/>
Угол нашивки, градусов.....	[0 или 90]	<input type="text"/>
Шаг нашивки.....	[0 - 15]	<input type="text"/>
Плотность нашивки.....	[20 - 100]	<input type="text"/>



ЦЕНТР
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
МГТУ им. Н.Э. Баумана



do.bmstu.ru