

Министерство образования и науки
Новосибирский Национальный Исследовательский
Государственный Университет
Факультет информационных технологий
Дисциплина «Методологии анализа данных»

**Сколько инженеров-мехатроников нужно
выпустить вузам в России в 2025 году?
Привести методологию расчета**

Подготовил: Студент группы 21224
Пантелеев Евгений Владимирович

СОДЕРЖАНИЕ

1	ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	3
2	РЕЗУЛЬТАТЫ	4
3	МЕТОДИКА	5
4	ОЦЕНКА	7
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	9

1 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Задачей данной работы является прогнозирование потребности экономики в квалифицированных инженерах-мехатроников к 2025 году. Работа подразумевает описание выбранного подхода для оценки численности.

Результатом данной работы станет рассчитанное число мехатроников в 2025 году. Методику и ссылки на статистические данные можно будет использовать для прогноза количества кадров в других отраслях экономики.

Итоги работы могут быть использованы учебными заведениями для коррекции числа учебных мест специальностей "Мехатроника", "Робототехника", "Автоматизация промышленного предприятия" и т.д.

Таблица 2.1 – Численность работающих в ВЭД, тыс. человек

Отрасль	2020	2025
Обрабатывающая пром.	9713,5	9459,6
в частности, производство машин и оборудования	792	771

2 РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате данной работы отображены в таблице 2.1. **Для того чтобы покрыть потребности рынка труда, к 2025 году необходимо выпустить около 138 тысячи выпускников.** Такая численность обусловлена высокой оценкой количества работающих людей пенсионного и предпенсионного возраста: 20% от общего числа трудящихся.

По оценкам этой работы, выпускники в основном будут востребованы как замена уходящих на пенсию сотрудников, а не как дополнительные кадры для покрытия новых рабочих мест.

3 МЕТОДИКА

Инженер-мехатроник - довольно обширная профессия. Сюда входят специалисты отрасли производства компьютеров, электронных и оптических изделий, а так же инженеры-робототехники, программисты АСУ ТП, инженеры по производству и ремонту автомобилей. Для простоты расчета будем считать, что это кадры, работающие в отрасли "Обрабатывающие производства" подраздела "производство машин и оборудования" согласно Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности[2].

Численность занятых в экономике по виду экономической деятельности можно рассчитать по соотношению:

$$L_{e,t+1} = \frac{X_{e,t+1}}{F_{e,t+1}} * \frac{F_{e,t}}{X_{e,t}} * L_{e,t}$$

где $L_{e,t}$ – численность занятых в экономике по виду экономической деятельности e в год t ; $F_{e,t}$ – производительность труда по ВЭДе в год t ; $X_{e,t}$ – валовая добавленная стоимость (ВДС) ВЭДа в год. Эти же значения соответственно обозначаются с индексом $t+1$ в последующие годы. Метод был выбран ввиду его простоты и доступности официальных табличных значений для переменных в правой части выражения.

Эта методика подходит только для краткосрочного прогнозирования, поскольку не учитывает объем затраченных инвестиций в данный ВЭД и ряд других факторов. Кроме того, предполагается, что структура человеческого капитала, необходимая для производства единицы продукции, не имеет региональных различий, а определяется только отраслю экономики. Данный подход обладает универсальностью, то есть применим для всех субъектов Федерации во всех отраслях экономики.

Для расчет *ежегодной дополнительной потребности (ЕДП)*¹ экономики в кадрах по ВЭД воспользуемся формулами ниже.

$$\delta D = \delta L_{e,t+1} + L_{e,t+1}^-$$

Слагаемое $\delta L_{e,t+1}$ «на рост» рассчитывается с использованием выражения:

¹ЕДП – это ежегодное требуемое приращение к имеющемуся числу занятых до их необходимого количества.

$$\delta L_{e,t+1} = L_{e,t+1} - L_{e,t}$$

Слагаемое $L_{e,t+1}^-$ показывает численность работников "на замену". Сюда включаются люди пенсионного возраста. $L_{e,t+1}^-$ рассчитывается с помощью коэффициентов естественного и возрастного выбытия $k_{e,t}$ на основе выражения:

$$L_{e,t+1}^- = L_{e,t} * k_{e,t}$$

Коэффициент $k_{e,t}$ оценивается на основе статистических данных о численности работающих пенсионеров. Подробнее с методом расчета можно ознакомиться в статье В. А. Гуртова[1].

Что касается расчетов, то для начала требуется определить недостающие коэффициенты в формуле. Для этого обратимся к данным Федеральной службы государственной статистики. Из таблицы "Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности с 2017 года"[3] мы можем узнать численность занятых в России по видам экономической деятельности и проценты к итогу. Из таблицы "Валовая добавленная стоимость в основных ценах в соответствии с методологией СНС 2008 (ОКВЭД 2)" берем $X_{i,t}$, а $X_{i,t+1}$ необходимо будет спрогнозировать. В целом, необходимые данные можно без особых проблем найти в открытых источниках.

Таблица 4.2 – Валовая добавленная стоимость (миллионы рублей) по годам

Года	2017	2018	2019	2020	2025
ВДС	10456681.4	10871001.8	11172128.4	11169334.6	12502692.6

4 ОЦЕНКА

Согласно документу "Общероссийский классификатор видов экономической деятельности" не существует отдельного ВЭД - макатроника. Но из этого же документа узнаем, что эта специальность больше подходит под класс "Обрабатывающие производства". Потому возьмем из таблиц $X_{e,2020} = 11'169'334$ миллионов рублей, $L_{e,2020} = 9713,5$ тыс. человек. Величины $X_{e,2025}$ и $\frac{F_{e,2020}}{F_{e,2025}}$ нам неизвестны, потому попытаемся их спрогнозировать.

Сначала найдем $\frac{F_{e,2020}}{F_{e,2025}}$. Прирост индекса производительности труда в экономике последние 3 года, включая 2020, составлял около 3.5% в год[8]. Предположим, что этот тренд сохранится до 2025 года. Вычислим индекс производительности труда в 2025 году в процентах от 2020:

$$\frac{F_{e,2025}}{F_{e,2020}} = 100\% * (1 + a)^4 = 100\% * (1 + 0.035)^4 \approx 114.75\%$$

В формуле выше за 100% берем значение индекса в 2020 году. Тогда,

$$\frac{F_{e,2020}}{F_{e,2025}} = \left(\frac{1}{100} * \frac{F_{e,2025}}{F_{e,2020}}\right)^{-1} \approx 0.87$$

Теперь вычислим $X_{e,2025}$. Для этого воспользуемся простой линейной аппроксимацией. Значения за предыдущие года берем таблицы [5]:

Теперь можем вычислить численность занятых в экономике по виду экономической деятельности:

$$L_{e,2025} = \frac{X_{e,2025}}{F_{e,2025}} * \frac{F_{e,2020}}{X_{e,2020}} * L_{e,2020} = \frac{12'502'692}{11'169'334} * 0.87 * 9'713'500 \approx 9'459'566.9$$

мил. чел.

Заметим, что $L_{e,2025} - L_{e,2020} \approx -253933$, то есть число людей, занятых в обрабатывающих производствах сократится. Отметим, что это число согласуется с таблицей[3] в которой видно, что последние года количество работающих в данной области сокращалось. Исходя из этого, можно сделать вывод, что выпускники в основном будут востребованы как замена уходящих

сотрудников на уже существующих рабочих местах, а не на дополнительно созданные.

Теперь необходимо вычислить, какая доля работающих в отрасли "Обрабатывающие производства" являются мехатрониками. Для этого вновь обратимся к данным Росстата. Согласно таблице "Численность принятых работников списочного состава в Российской Федерации по видам экономической деятельности"[6] число принятых работников в "Обрабатывающие производства" составило 1.3 миллиона человек, а в подраздел "производство машин и оборудования" 106 тысяч человек. Будем считать, что отношение этих чисел год от года меняется слабо, и оно отображает процент мехатроников среди числа остальных. То есть, инженеров-мехатроников сейчас в стране:

$$L_{e,2020} * \frac{106}{1300} = 9'713'500 * \frac{106}{1300} \approx 792024.$$

А в 2025 году будет:

$$L_{e,2025} * \frac{106}{1300} = 9'459'567 * \frac{106}{1300} \approx 771318.$$

Наконец мы можем рассчитать ежегодную дополнительную потребность в кадрах. Счетная палата РФ сообщает, что число работающих пенсионеров в России достигает 20% от числа трудоспособных. Будем считать, что и для анализируемой отрасли этот процент справедлив. В таком случае $k_{e,t} = 0.2$.

$$L_{e,2025}^- = L_{e,2020} * k_{e,2020} = 792024 * 0.2 \approx 158405$$

$$\delta L_{e,2025} = L_{e,2025} - L_{e,2020} = 771318 - 792024 \approx -20706$$

$$\delta D = \delta L_{e,2025} + L_{e,2025}^- = -20706 + 158405 \approx 138000$$

Итого, число инженеров-мехатроников, которое необходимо выпустить – 138 тысяч человек.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. В. А. Гуртов, ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СЕКТОРОВ ЭКОНОМИКИ ВЫПУСКНИКАМИ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ <http://openbudgetrf.ru/doc/75/>
2. "ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности" (утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 N 14-ст) (ред. от 07.10.2021)
3. Среднегодовая численность занятых по видам экономической деятельности с 2017 года (ОКВЭД2) https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/05-05_2017-2020.xls
4. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов <https://www.economy.gov.ru/material/file/956cde638e96c25da7d978fe3424ad87/Progn>
5. Валовая добавленная стоимость в основных ценах в соответствии с методологией СНС 2008 (ОКВЭД 2) <https://fedstat.ru/indicator/58250>
6. Численность принятых работников списочного состава в Российской Федерации по видам экономической деятельности <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/prv2g.xls>
7. Аналитическая записка Счетной палаты РФ. <https://ach.gov.ru/audit/>
8. Индекс производительности труда в экономике Российской Федерации в 2012-2020 гг.1) (в % к предыдущему году) <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/ipt-okved2.xlsx>