

Ключи к заданиям районного этапа Всероссийской олимпиады школьников по экономике 2021-2022 учебного года в категории 11 класс

В аналитическом задании предполагаются короткие ответы. Впишите в бланк ответов свой вариант или нарисуйте график. Ответы на задачи пишите в бланке ответов под номером соответствующей задачи. Не забудь привести РЕШЕНИЕ!

ЧАСТЬ 1.

Аналитическое задание (36 баллов).

Рассмотрим изменения на рынке сахара в России за последний год. Будем считать, что Россия не импортирует и не экспортирует сахар.

1. Согласно отчету компании «Русагро», одного из крупнейших производителей сахара в России, цены на сахар выросли в четвертом квартале 2020 года на 78% по сравнению с аналогичным периодом предыдущего года — с 21,9 до 39,2 руб. за 1 кг. "Цены на сахар выросли из-за повышенного спроса в условиях небольшого урожая сахарной свеклы в 2020 году и пандемии COVID-19, следует из отчета", — заключает РБК¹. В то же время, Росстат сообщает о сокращении производства сахара с 4768 тыс. т. в IV квартале 2019 года до 3378 тыс. т. в IV квартале 2020 года².

Состояние рынка сахара по состоянию на IV квартал 2019 года приведено на Рис. 1. двойными линиями.

1.1) (2 балла) Укажите и отметьте на графике (Рис.1) равновесное количество и равновесную цену по состоянию на IV квартал 2019 года.

1.2) (2 балла) Постройте и подпишите на том же графике (Рис.1) одинарными линиями кривые спроса и предложения в соответствии с оценкой "Русагро" и данными статистики.

1.3) (2 балла) Укажите и отметьте на графике (Рис.1) равновесное количество и равновесную цену по состоянию на IV квартал 2020 года.

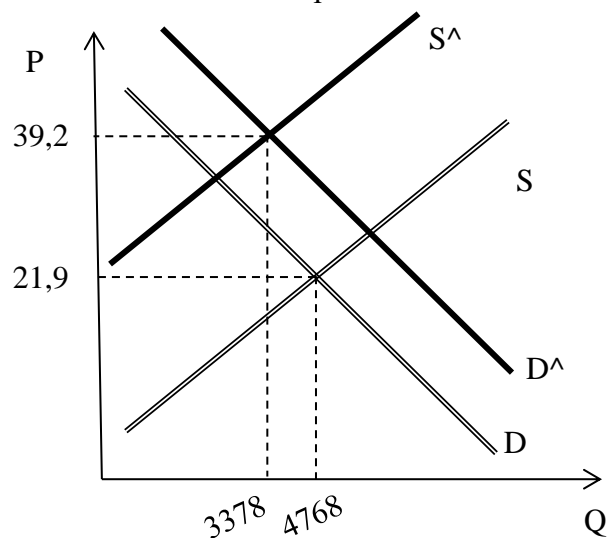


Рис. 1. Изменение на рынке сахара в IV квартале 2020 года по сравнению с IV кварталом 2019 года

2. 16 декабря 2020 года был введен потолок цен на сахар, действующий с 20 декабря 2020 года по 01 апреля 2021 года. При этом оптовые цены на сахар были ограничены планкой в 36 рублей³. Состояние рынка сахара по состоянию на IV квартал 2020 года до введения потолка цен приведено на Рис. 2. двойными линиями.

¹ Один из крупнейших поставщиков сахара заявил о росте оптовых цен на 78%. // РБК. 15 марта 2021 г. — <https://www.rbc.ru/business/15/03/2021/604f1a319a794784b44495fd>

² Производство основных видов продукции в натуральном выражении. // Росстат. Дата обновления 13 августа 2021 г. — <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/mes17.htm>

³ Подписаны соглашения о поддержании цен на масло и сахар в РФ. // Интерфакс. 16 декабря 2020 г. — <https://www.interfax.ru/business/741632>

2.1) (1 балл) Отразите на графике (Рис.2) равновесную цену из пункта 1.3).

2.2) (1 балл) Отразите на графике (Рис.2) введенный потолок цен.

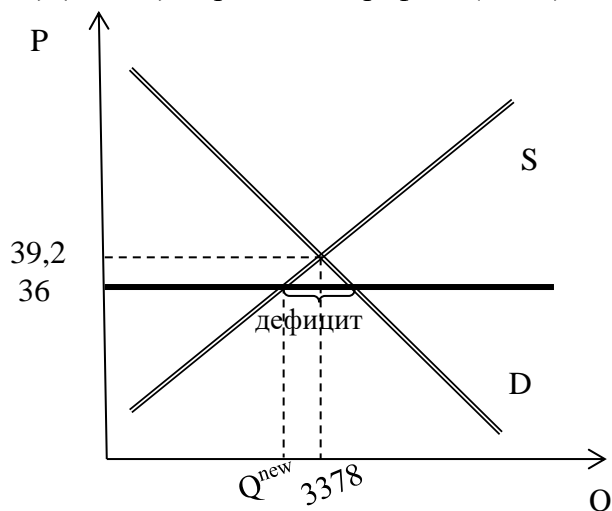


Рис. 2. Введение потолка цен

2.3) (3 балла) Как называется явление, которое может возникнуть при установлении потолка цен?

Ответ: дефицит

2.4) (2 балла) Возникает ли это явление в данном случае? Если да, то отметьте его размер на графике (Рис.2).

Ответ: да

2.5) (2 балла) Какое влияние на выпуск сахара должно оказать установление потолка цен?

Ответ: снижение, снизить, уменьшить

2.6) (1 балл) Отразите на графике (Рис.2) новый объем выпуска.

3. К концу действия соглашения об ограничении цен на сахар на рынке стали происходить изменения. В своем материале от 23 марта 2021 года издание "Газета.Ru" пишет следующее. "В ходе совещания на прошлой неделе в Минпромторге обсуждался вопрос, что спрос на сахар подскочил в последнюю неделю.

Представитель сети магазинов «Верный» подтвердил увеличение спроса на сахар, отметив, что закупать продукт больше не получается.

«При проведении торгов на официальных площадках мы отмечаем, что поставщики перестали в них участвовать, ссылаясь на нехватку продукции», — заявил он.

По словам представителя ретейла «Командор» Светланы Колтуновской, заводы закрыли обязательства по старым контрактам на поставку по минимальным ценам, а на новые не соглашаются из-за нехватки товара. Производители сахара в свою очередь утверждают, что работают в рамках соглашений, однако торговые сети запрашивают слишком много продукции. Аналитики считают, что подобные проблемы связаны с тем, что и поставщики, и сети ожидали окончания действия соглашений и старались создать запасы, чтобы продать их потом за более высокую цену."⁴

Состояние рынка сахара по состоянию на IV квартал 2020 года до введения потолка цен приведено на Рис. 3. двойными линиями.

3.1) (1 балл) Отразите на графике (Рис.3) введенный потолок цен из пункта 2.2).

3.2) (2 балла) Отразите на графике (Рис.3) изменения спроса и предложения, которые отмечают эксперты.

⁴ Медведева К. В России начались перебои с поставками сахара. // Газета.Ru, 23 марта 2021 г. — https://www.gazeta.ru/business/news/2021/03/23/n_15772400.shtml

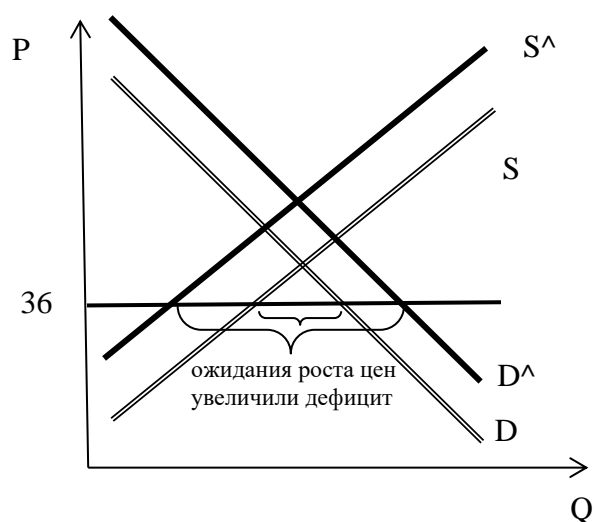


Рис. 3. Изменения на рынке в марте 2021 г.

3.3) (4 балла) Какие факторы спроса и предложения ведут к этим изменениям и почему?

Ответ: Ожидания роста цен после истечения соглашения ведут к снижению предложения, потому что поставщики предпочитают продать товар после роста цен, и к росту спроса, потому что покупатели (в данном случае ритейлеры) предпочитают сделать закупку сахара, пока он еще дешев, и сделать запасы

3.4) (3 балла) Действительно ли эти изменения спроса и предложения в сочетании с потолком цен должны усилить перебой на рынке? Если да, то покажите это на графике (Рис.3) как в пункте 2.4).

Ответ: да

4. Как сообщает газета "Известия", 22 марта 2021 года правительство пролонгировало соглашение об ограничении цен на сахар с 01 апреля до 01 июня. Производители-участники соглашения получат компенсацию от правительства: 5 рублей за 1 кг ⁵.

Состояние рынка сахара по состоянию на IV квартал 2020 года до введения потолка цен приведено на Рис. 4. двойными линиями.

4.1) (1 балл) Отрадите на графике (Рис.4) введенный потолок цен из пункта 2.2).

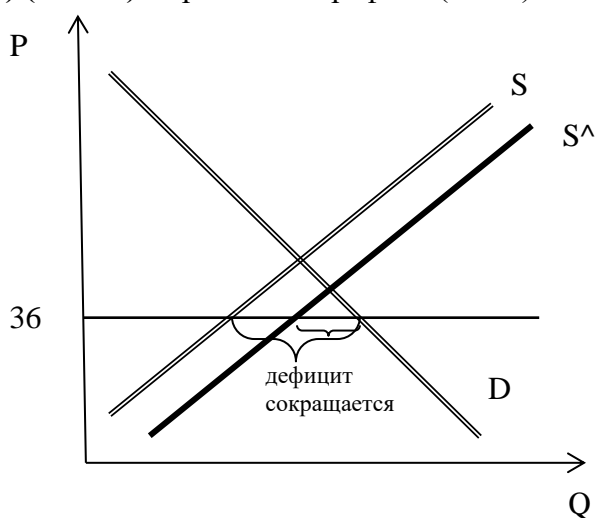


Рис. 4. Последствия введения компенсации

⁵ Перцева Е. Плановый момент: Минсельхоз занялся распределением поставок сахара.// Известия, 5 апреля 2021 г. — <https://iz.ru/1146053/evgeniia-pertceva/planovyi-moment-minselkhov-zaniatsia-raspredeleniem-postavok-sakhara>

4.2) (3 балла) Каким словом пользуются экономисты, чтобы описать введенную компенсацию?

Ответ: субсидия

4.3) (3 балла) Отрадите на графике (Рис.4) изменения на рынке, вызванные выплатой компенсации.

4.4) (3 балла) Должна ли выплата компенсации повлиять на перебои на рынке? Если да, то как?

Покажите это на графике (Рис.4) как в пункте 3.4).

Ответ: да, должна уменьшить или ликвидировать

ЧАСТЬ 2. Отвечая на вопросы, пишите ответ развернутый, то есть с решением.

Задача 1. (11 баллов)

Стартап рассматривает целесообразность разработки приложения для мобильного телефона. Разработка приложения обходится в 738 тысяч долларов. Ожидается выручка от каждого подписчика, равная 6 долларов в год. Издержки, связанные с эксплуатацией приложения, ожидаются на уровне 125 тысяч долларов в год плюс доллар на каждого подписчика в год. План проекта предполагает, что в первый год происходит только разработка проекта, а в последующие 4 года приложение обслуживает клиентов, после чего проект закрывается. Число подписчиков в период обслуживания предполагается одинаковым. Ставка процента равна 25%. При каком среднегодовом числе подписчиков в период обслуживания проект будет выгодным для стартапа?

Для того, чтобы проект был выгодным, его чистая приведенная стоимость должна быть не отрицательной. При этом все доходы от реализации приложения будут дисконтированы. За ставку дисконтирования берем ставку процента

(5 баллов)

$$NPV = -738000 + \frac{6n - 125000 - n}{(1 + 0.25)} + \frac{6n - 125000 - n}{(1 + 0.25)^2} + \frac{6n - 125000 - n}{(1 + 0.25)^3} + \frac{6n - 125000 - n}{(1 + 0.25)^4}$$

Вариант 1

$$NPV = -738000 + \sum_{t=1}^4 \frac{5n - 125000}{(1 + 0.25)^t}$$

$$NPV = -738000 + \sum_{t=1}^4 \frac{5n - 125000}{(1 + 0.25)^t}$$

$$NPV = -738000 + (5n - 125000) \sum_{t=1}^4 \frac{1}{(1 + 0.25)^t}$$

Сумма первых 4 членов геометрической прогрессии

$$S_4 = b_1 \frac{(1 - q)^4}{1 - q} = \frac{1}{1.25} * \frac{1 - \left(\frac{1}{1.25}\right)^4}{\left(1 - \frac{1}{1.25}\right)} = \frac{4}{5} * \frac{1 - \left(\frac{4}{5}\right)^4}{\left(\frac{1.25 - 1}{1.25}\right)} = \frac{4}{5} * \frac{1 - \left(\frac{16}{25}\right)^2}{\left(\frac{0.25}{1.25}\right)} = \frac{4}{5} * \frac{\left(1 - \frac{16}{25}\right)\left(1 + \frac{16}{25}\right)}{\left(\frac{1}{5}\right)}$$

$$= 4 * \left(\frac{25 - 16}{25}\right)\left(\frac{25 + 16}{25}\right) = 4 * \left(\frac{9}{25}\right)\left(\frac{41}{25}\right) = \frac{36 * 41}{25 * 25} = \frac{1476}{625} = 2.3616$$

$$NPV = -738000 + (5n - 125000) * 2.3616$$

$$NPV = -738000 + 11.808n - 295200$$

$$NPV = -1033200 + 11.808n$$

Вариант 2

$$NPV = -738000 + \frac{5n - 125000}{(1.25)} + \frac{5n - 125000}{(1.25)^2} + \frac{5n - 125000}{(1.25)^3} + \frac{5n - 125000}{(1.25)^4}$$

$$NPV = -738000 + 4n - 100000 + 3.2n - 80000 + 2.56n - 64000 + 2.048n - 51200$$

$$NPV = -1033200 + 11.808n$$

(6 баллов)

$$\begin{aligned} NPV &\geq 0 \\ -1033200 + 11.808n &\geq 0 \\ n &\geq \frac{1033200}{11.808} \\ n &\geq \frac{1033200}{11.808} \\ n &\geq 87500 \end{aligned}$$

Ответ: Проект будет выгодным для стартапа при среднегодовом числе подписчиков не менее 87500

Задача 2. (18 баллов)

Страна населена 2022 жителями, которые производят только яблоки и груши. Пусть они пронумерованы от 1 до 2022, причем житель с номером n может произвести n яблок ИЛИ $2022 - n$ груш. Какое максимальное количество яблок и груш в сумме может быть произведено в стране? (Подсказка: подумайте об альтернативных издержках)

Решение через груши

(3 балла) Альтернативные издержки для жителя с номером n в производства груш: от производства скольких яблок ему нужно отказаться ради производства одной дополнительной груши.

(2 балла)

$$AC_n^{\text{груши}} = \frac{n}{2022 - n}$$

С ростом n альтернативные издержки растут.

(3 балла) При этом пока альтернативные издержки меньше 1, жителю с номером n выгоднее производить груши и если альтернативные издержки больше 1, жителю с номером n выгоднее производить яблоки

$$\begin{aligned} AC_n^{\text{груши}} &\leq 1 \\ AC_{n+1}^{\text{груши}} &\geq 1 \end{aligned}$$

(5 баллов)

Найдем n^*

$$\begin{cases} \frac{n^*}{2022 - n^*} \leq 1 \\ \frac{n^* + 1}{2022 - n^* + 1} \geq 1 \\ n^* \leq 2022 - n^* \\ n^* + 1 \geq 2023 - n^* \\ \begin{cases} 2n^* \leq 2022 \\ 2n^* \geq 2022 \end{cases} \\ \begin{cases} n^* \leq 1011 \\ n^* \geq 1011 \end{cases} \\ 1011 \leq n^* \leq 1011 \\ n^* = 1011 \end{cases}$$

(5 баллов)

$$AC_{1011}^{\text{груши}} = \frac{1011}{2022 - 1011} = 1$$

Таким образом, от жителя под номером 1 до 1010 – все производят груши, житель под номером 1011 может производить либо яблоки, либо груши и от жителя под номером 1012 до 2022 – все производят яблоки

Вариант 1 (1011-й производит яблоки)

Сумма груш

$$\sum_{n=1}^{1010} 2022 - n = \frac{2021 + 1012}{2} * 1010 = \frac{3033}{2} * 1011 = 1516,5 * 1010 = 1531665$$

Сумма яблок

$$\sum_{n=1011}^{2022} n = \frac{1011 + 2022}{2} * (2022 - 1011 + 1) = \frac{3033}{2} * 1012 = 1516,5 * 1012 = 1534698$$

Общая сумма фруктов

$$1531665 + 1534698 = 3066363$$

Ответ: максимальное количество яблок и груш в сумме может быть произведено 3066363 фруктов

Вариант 2 (1011-й производит груши)

Сумма груш

$$\sum_{n=1}^{1011} 2022 - n = \frac{2021 + 1011}{2} * 1011 = \frac{3032}{2} * 1011 = 1516 * 1011 = 1532676$$

Сумма яблок

$$\sum_{n=1012}^{2022} n = \frac{1012 + 2022}{2} * (2022 - 1012 + 1) = \frac{3034}{2} * 1011 = 1517 * 1011 = 1533687$$

Общая сумма фруктов

$$1532676 + 1533687 = 3066363$$

Ответ: максимальное количество яблок и груш в сумме может быть произведено 3066363 фруктов

Решение через яблоки

(3 балла) Альтернативные издержки для жителя с номером n в производства яблок: от производства скольких груш ему нужно отказаться ради производства одного дополнительного яблока.

(2 балла)

$$AC_n^{\text{яблоки}} = \frac{2022 - n}{n} = \frac{2022}{n} - 1$$

С ростом n альтернативные издержки падают.

(3 балла) При этом пока альтернативные издержки больше 1, жителю с номером n выгоднее производить груши и если альтернативные издержки меньше 1, жителю с номером n выгоднее производить яблоки

$$\begin{cases} AC_n^{\text{яблоки}} \geq 1 \\ AC_{n+1}^{\text{яблоки}} \leq 1 \end{cases}$$

(5 баллов)

Найдем n^*

$$\begin{cases} \frac{2022}{n^*} - 1 \geq 1 \\ \frac{2022}{n^* + 1} - 1 \leq 1 \\ \frac{2022}{n^*} \geq 2 \\ \frac{2022}{n^* + 1} \leq 2 \\ 2022 \geq 2n^* \\ 2022 \leq 2n^* + 2 \\ n^* \leq 1011 \\ 2020 \leq 2n^* \\ n^* \leq 1011 \\ n^* \geq 1010 \end{cases}$$

$$1010 \leq n^* \leq 1011$$

$$AC_{1010}^{\text{яблоки}} = \frac{2022 - 1010}{1010} > 1$$

$$AC_{1011}^{\text{яблоки}} = \frac{2022 - 1011}{1011} = 1$$

(5 баллов) Таким образом, от жителя под номером 1 до 1010 – все производят груши, житель под номером 1011 может производить либо яблоки, либо груши и от жителя под номером 1012 до 2022 – все производят яблоки

Вариант 1 (1011-й производит яблоки)

Сумма груш

$$\sum_{n=1}^{1010} 2022 - n = \frac{2021 + 1012}{2} * 1010 = \frac{3033}{2} * 1011 = 1516,5 * 1010 = 1531665$$

Сумма яблок

$$\sum_{n=1011}^{2022} n = \frac{1011 + 2022}{2} * (2022 - 1011 + 1) = \frac{3033}{2} * 1012 = 1516,5 * 1012 = 1534698$$

Общая сумма фруктов

$$1531665 + 1534698 = 3066363$$

Ответ: максимальное количество яблок и груш в сумме может быть произведено 3066363 фруктов

Вариант 2 (1011-й производит груши)

Сумма груш

$$\sum_{n=1}^{1011} 2022 - n = \frac{2021 + 1011}{2} * 1011 = \frac{3032}{2} * 1011 = 1516 * 1011 = 1532676$$

Сумма яблок

$$\sum_{n=1012}^{2022} n = \frac{1012 + 2022}{2} * (2022 - 1012 + 1) = \frac{3034}{2} * 1011 = 1517 * 1011 = 1533687$$

Общая сумма фруктов

$$1532676 + 1533687 = 3066363$$

Ответ: максимальное количество яблок и груш в сумме может быть произведено 3066363 фруктов

Задача 3. (65 баллов)

Пусть мировой спрос на вакцину от вируса описывается функцией: $Q = 15000 - 100P$ миллионов доз, где P - цена дозы в долларах. Каждой фирме разработка технологии производства обходится в 1 миллиард долларов, производство одной дозы обходится в 6 долларов.

3.1) (15 баллов) Предположим, в мире есть лишь один производитель вакцины. Определите цену вакцины и количество выпущенных доз.

Вариант 1

Если на рынке есть только один производитель, то он монополист

(3 балл)

$$MR = MC$$

$$MR = TR'$$

$$MC = TC'$$

$$TR = Pq$$

(1 балл) Обратная функция спроса

$$Q = 15000 - 100P$$

II класс

$$P = 150 - \frac{1}{100}Q$$

(2 балла)

$$TR = Pq = \left(150 - \frac{1}{100}q\right) * q = 150q - \frac{1}{100}q^2$$
$$MR = 150 - \frac{2}{100}q = 150 - \frac{1}{50}q$$

(2 балл)

$$TC = 1000 + 6q$$
$$MC = 6$$

$$MR = MC$$

(5 балла)

$$150 - \frac{1}{50}q = 6$$

$$\frac{1}{50}q = 144$$

$$q^* = 7200$$

$$P^* = 150 - \frac{1}{100} * 7200 = 78$$

(2 балла)

Проверим, что прибыль монополиста положительная:

$$\pi = 7200 * 78 - 1000 - 6 * 7200 = 517400 > 0$$

Ответ: 7200 миллионов доз будет произведено и продано за 78 долларов каждая

Вариант 2

(2 балл)

$$\pi = TR - TC$$

(1 балл) Обратная функция спроса

$$Q = 15000 - 100P$$

$$P = 150 - \frac{1}{100}Q$$

(2 балла)

$$TR = Pq = \left(150 - \frac{1}{100}q\right) * q = 150q - \frac{1}{100}q^2$$
$$TC = 1000 + 6q$$

(3 баллов)

$$\pi = TR - TC = 150q - \frac{1}{100}q^2 - 1000 - 6q \rightarrow \max_q$$

(5 балла)

$$150 - \frac{2}{100}q - 6 = 0$$

$$\frac{1}{50}q = 144$$

$$q^* = 7200$$

$$P^* = 150 - \frac{1}{100} * 7200 = 78$$

(2 балл)

Проверим, что прибыль монополиста положительная:

$$\pi = 7200 * 78 - 1000 - 6 * 7200 = 517400 > 0$$

Ответ: 7200 миллионов доз будет произведено и продано за 78 долларов каждая

3.2) (20 баллов) Предположим, есть две фирмы, которые конкурируют по Курно. Определите цену вакцины и количество выпущенных доз.

Так как на рынке две фирмы

(2 балл)

$$Q = q_1 + q_2$$

Прибыль обеих фирм

(4 балла)

$$\begin{cases} \pi_1 = \left(150 - \frac{1}{100}(q_1 + q_2)\right)q_1 - 1000 - 6q_1 \rightarrow \max_{q_1} \\ \pi_2 = \left(150 - \frac{1}{100}(q_1 + q_2)\right)q_2 - 1000 - 6q_2 \rightarrow \max_{q_2} \end{cases}$$

Функция реакции одной фирмы на выпуск другой

(8 баллов)

$$\begin{cases} \pi_1 = 150q_1 - \frac{1}{100}q_1^2 - \frac{1}{100}q_1q_2 - 1000 - 6q_1 \rightarrow \max_{q_1} \\ \pi_2 = 150q_2 - \frac{1}{100}q_1q_2 - \frac{1}{100}q_2^2 - 1000 - 6q_2 \rightarrow \max_{q_2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} 150 - \frac{2}{100}q_1 - \frac{1}{100}q_2 - 6 = 0 \\ 150 - \frac{1}{100}q_1 - \frac{2}{100}q_2 - 6 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{1}{50}q_1 = 144 - \frac{1}{100}q_2 \\ \frac{1}{50}q_2 = 144 - \frac{1}{100}q_1 \end{cases}$$

$$\begin{cases} q_1 = 7200 - \frac{1}{2}q_2 \\ q_2 = 7200 - \frac{1}{2}q_1 \end{cases}$$

$$q_1 = 7200 - \frac{1}{2}\left(7200 - \frac{1}{2}q_1\right)$$

$$q_1 = 7200 - 3600 + \frac{1}{4}q_1$$

$$q_1 - \frac{1}{4}q_1 = 3600$$

$$\frac{3}{4}q_1 = 3600$$

(2 балла)

$$q_1^* = \frac{3600 * 4}{3} = 4800$$

$$q_2^* = 7200 - \frac{1}{2} * 4800 = 4800$$

(1 балл)

(1 балл)

$$Q^* = q_1 + q_2 = 4800 + 4800 = 9600$$

$$P^* = 150 - \frac{1}{100} * 9600 = 54$$

(2 балла)

Проверим, что прибыль монополиста положительная:

$$\pi = 4800 * 54 - 1000 - 6 * 4800 = 229400 > 0$$

Ответ: 4800 миллионов доз будет произведено каждой фирмой и продано за 54 долларов каждая

3.3) (30 баллов) Сколько фирм найдет выгодным заняться разработкой вакцины, если все они планируют конкурировать по Курно? Каковы будут в этом случае цена вакцины и количество выпущенных доз? (Подсказка: $\sqrt{10} \approx 3,162$)

Пусть на рынке n фирм

(1 балл)

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i$$

Прибыль i -й фирмы

(2 балл)

$$\pi_i = \left(150 - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n q_i \right) q_i - 1000 - 6q_i$$

Функция реакции i -й фирмы

(10 балла)

$$\pi_i = \left(150 - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n q_i \right) q_i - 1000 - 6q_i \rightarrow \max_{q_i}$$

$$150 - \frac{1}{100} q_i - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n q_i - 6 = 0$$

$$144 - \frac{1}{100} q_i - \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n q_i = 0$$

(5 балла) Поскольку у фирм одинаковые издержки, то фирмы симметричные и производить будут одинаковое количества доз вакцины

$$q_1 = q_2 = \dots = q_n = q^*$$

$$144 - \frac{1}{100} q^* - \frac{1}{100} * q^* * n = 0$$

$$144 - \frac{1}{100} * q^* * (1 + n) = 0$$

$$q^* * (1 + n) = 14400$$

$$q^* = \frac{14400}{(1 + n)}$$

(1 балл)

$$Q^* = \sum_{i=1}^n q_i^* = \frac{14400n}{(1 + n)}$$

(1 балл)

$$P^* = 150 - \frac{1}{100} * \frac{14400n}{(1 + n)} = 150 - \frac{144n}{(1 + n)}$$

(5 баллов) Чтобы производство было выгодным, то прибыль каждой фирмы должна быть положительна

$$\pi = \frac{14400}{(1 + n)} * \left(150 - \frac{144n}{(1 + n)} \right) - 1000 - 6 * \frac{14400}{(1 + n)} > 0$$

II класс

$$\frac{150 * 14400}{(1+n)} - \frac{14400 * 144n}{(1+n)^2} - 1000 - \frac{6 * 14400}{(1+n)} > 0$$

$$\frac{144 * 14400}{(1+n)} - \frac{14400 * 144n}{(1+n)^2} - 1000 > 0$$

$$\frac{144 * 14400(1+n) - 14400 * 144n}{(1+n)^2} > 1000$$

$$\frac{144 * 14400 + 144 * 14400n - 14400 * 144n}{n^2 + 2n + 1} > 1000$$

$$\frac{144 * 14400}{n^2 + 2n + 1} > 1000$$

$$144 * 14400 > 1000(n^2 + 2n + 1)$$

$$144 * 144 > 10(n^2 + 2n + 1)$$

$$10n^2 + 20n + 10 - 144 * 144 < 0$$

$$10n^2 + 20n + 10 - 144 * 144 = 0$$

$$D = b^2 - 4ac = 20^2 - 4 * 10 * (10 - 144 * 144) = 400 - 400 + 40 * 144 * 144 = 40 * 144 * 144$$

$$n_{1/2} = \frac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$$

$$n_1 = \frac{-20 + \sqrt{40 * 144 * 144}}{2 * 10} = \frac{-20 + 288\sqrt{10}}{20} = \frac{-20 + 288 * 3.162}{20} = -1 + 14.4 * 3.162 = 44.533$$

$$n_2 = \frac{-20 - \sqrt{40 * 144 * 144}}{2 * 10} = \frac{-20 - 288\sqrt{10}}{20} = \frac{-20 - 288 * 3.162}{20} = -1 - 14.4 * 3.162 = -46.533$$

$$\begin{cases} n < 44.533 \\ n > -46.533 \end{cases}$$

Альтернативное решение неравенства

$$\frac{144 * 14400(1+n) - 14400 * 144n}{(1+n)^2} > 1000$$

$$\frac{144 * 14400}{(1+n)^2} > 1000$$

$$\frac{1}{(1+n)^2} > \frac{1000}{144 * 14400}$$

$$(1+n)^2 < \frac{144 * 144}{10}$$

$$(1+n)^2 < \frac{10}{144}$$

$$|1+n| < \frac{\sqrt{10}}{144}$$

$$|n| < \frac{144}{\sqrt{10}} - 1$$

$$|n| < 44,533$$

(2 балла) Количество фирм должно быть целым и положительным. Максимальное удовлетворяющее количество фирм – 44

$$n = 44$$

(1 балл)

$$q^* = \frac{14400}{(1+44)} = 320$$

(1 балл)

$$Q^* = 320 * 44 = 14080$$

(1 балл)

$$P^* = 150 - \frac{1}{100} * 14080 = 150 - 140,8 = 9,2$$

Ответ: На рынке может быть максимум 44 фирмы, каждая из которых произведет 320 миллионов доз. Цена одной дозы 9,2 доллара