

Научно-исследовательская работа  
**«ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА – ИНДИКАТОРЫ  
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА»**

Журавель Илья Витальевич

Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Лицей № 13»,

г. Троицк, Челябинская область

email: Olesyashukina@mail.ru

## АННОТАЦИЯ

Установлено, что уровень микробиологического риска, связанный с микробным загрязнением поверхности мобильных телефонов – составляет от 0 до 11%, поверхности ноутбуков – 74%, клавиатуры персональных компьютеров – 63%. Риск заражения золотистым стафилококком, кишечной палочкой сальмонеллами отсутствует. Установлена взаимосвязь между загрязнением поверхности ноутбуков и клавиатуры компьютеров от периода их использования. Применение влажных салфеток снижает уровень загрязнения поверхности силиконовых чехлов бактериями и грибами в 3,5 и 1,3 раза, комбинированных чехлов – в 2 и 1,6 раза соответственно.

**Ключевые слова:** микробиологические риски; загрязненность; мобильные телефоны; ноутбук; персональный компьютер; клавиатура; микроорганизмы.

Ilya Zhuravel

(Russian Federation)

## **ELECTRONIC DEVICES - INDICATORS OF MICROBIOLOGICAL RISK**

### ANNOTATION

It was found that the level of microbiological risk associated with microbial contamination of the surface of mobile phones ranges from 0 to 11%, laptop surfaces – 74%, personal computer keyboards - 63%. There is no risk of infection with *Staphylococcus aureus*, *E. coli* and *salmonella*. The relationship between the contamination of the surface of laptops and computer keyboards from the period of their use has been established. The use of wet wipes reduces the level of contamination of the surface of silicone covers by bacteria and fungi by 3.5 and 1.3 times, combined covers – by 2 and 1.6 times, respectively.

**Keywords:** microbiological risks; contamination; mobile phones; laptop; personal computer; keyboard; microorganisms.

## ВВЕДЕНИЕ

Виртуальное пространство стало неотъемлемой жизнью современного человека, и взаимодействие его в нём осуществляется с помощью электронных устройств, на которых скапливаются микроорганизмы, в том числе, патогенные и является фактором микробиологического риска, способного привести к болезням [5]. На основании вышеизложенного, **цель работы** – оценка микробиологического риска, связанного с контаминацией поверхности электронных устройств микроорганизмами и разработка мер по его снижению.

**Задачи** исследования:

1. Проанализировать научные данные по оценке неблагоприятного воздействия микроорганизмов на здоровье, связанных с загрязнением поверхности электронных устройств;

2. Изучить методику микробиологической оценки поверхности электронных устройств;

3. Определить уровень микробиологического риска, связанного с микробиологическим загрязнением поверхности электронных устройств;

4. разработать меры по снижению микробиологического риска.

**Гипотезы:** 1) если длительно использовать электронные устройства, то их поверхность будет загрязнена сильнее; 2) если поверхность ближе к источнику излучения, то она будет загрязнена меньше.

**Объект исследования** мобильные телефоны студентов института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет», ноутбуки и клавиатура персональных компьютеров, используемых в работе учителями и сотрудниками МБОУ «Лицей № 13».

**Предмет исследования** – микробиологические риски, уровень загрязнения поверхности электронных устройств. **Практическая значимость** работы заключается в том, что она способствует формированию ответственности за здоровье у людей, результаты могут быть использованы в повседневной жизни. Считаю проведенную нами работу эффективной.

# 1 СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## 1.1 Материал и методы исследований

Исследования проводили в течение 2019-2021 гг., состояли из нескольких этапов, которые представлены на рисунке 1 приложения 1. Третий этап был экспериментальным (рисунок 2 приложения 1) и состоял из двух частей. В первой части эксперимента индикаторами риска были мобильные телефоны 9 человек – студентов института ветеринарной медицины ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет». Обучающиеся целый день провели в обычном режиме: на занятиях, контактировали с разными поверхностями учебных аудиторий, столовой, туалетов, никаких специальных средств для обработки рук не применяли, телефоны использовали в обычном режиме. Используемые в эксперименте телефоны были разделены на три группы: телефоны без чехла, телефоны в силиконовом чехле-накладке (прозрачном) и телефоны в гибридных чехлах с украшениями, чехлах-книжках. В каждой группе с телефонов взяли смывы, затем их поверхность обработали влажными салфетками – антибактериальными, детскими, обычными и снова брали смывы.

Во второй части эксперимента индикаторами риска были рабочая поверхность ноутбуков и клавиатура персональных компьютеров, используемых в работе учителями и сотрудниками МБОУ «Лицей № 13». Для исследования были взяты смывы с 6 ноутбуков учебных кабинетов, а также с ноутбука бухгалтера и директора, 4 клавиатуры персональных компьютеров – заместителя директора, инспектора по кадрам, секретаря, бухгалтера (рисунок 3 приложения 2).

Взятие смывов производили с помощью стерильных увлажненных ватных тампонов, заранее заготовленных в лаборатории кафедры Инфекционных болезней и ветеринарно-санитарной экспертизы ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ. Также заранее были приготовлены стерильные среды в чашках Петри, стерильный физиологический раствор для разведения смыва,

одноразовые шприцы, стерильные шпатели, которые вскрывали непосредственно перед посевом (рисунок 4 приложения 2). Уровень загрязнения определяли по количеству колоний, выросших на питательных средах. Количество колоний микроорганизмов в 1 мл смыва, равное 300 колониям и менее, считали безопасным уровнем микробиологического риска. Посевы проводили на плотные питательные среды (рисунок 5 приложения 2): обычные (мясопептонный агар, предназначенный для выделения большинства микроорганизмов) дифференциально-диагностические и элективные (солевой агар для выделения стафилококков, висмут-сульфитный агар для выделения сальмонелл, агар Эндо для выделения бактерий группы кишечной палочки, агар Сабуро для выделения грибов). Все работы по посеву и инкубированию проводили по стандартным методикам (рисунки 6-8 приложения 2) [1,2,3,4].

Всего было проведено посевов с 28 смывов: 18 – с поверхности телефонов; 10 – с поверхности ноутбуков и клавиатуры персональных компьютеров. Посевы на питательные среды проводили в кабинете, в котором расположен бокс, надев халат, колпачок, маску и перчатки. Бокс перед проведением эксперимента был подвергнут ультрафиолетовому облучению.

Степень микробиологического риска оценивали по количеству микробных клеток в 1 мл исследуемого смыва (M), вычисляли по формуле (1):

$$M = (a \times 10) : V \quad (1)$$

где: a – среднее число колоний после инкубирования, шт.; 10 – коэффициент разведения; V – объём суспензии, взятой для посева. За одну колонию принимали видимое изолированное скопление микроорганизмов [5]. Подсчёт колоний проводили с помощью специального счётчика. На заключительном этапе разработали рекомендации по снижению микробиологических рисков, связанных с загрязнением электронных устройств.

## **2 РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

### **2.1 Микробиологическая оценка риска, связанного с контаминацией мобильных телефонов**

Результаты исследования показали рост микроорганизмов в смывах с чехлов мобильных телефонов, ноутбуков и клавиатуры персональных компьютеров на мясопептонном, солевом агаре и агаре Сабуро, а также отсутствие роста на этих средах в смывах с поверхности мобильных телефонов без чехлов. Отсутствовал рост на среде Эндо и висмут-сульфитном агаре (таблица 1 рисунки 7 и 8 приложения 2). Загрязненность рабочей поверхности ноутбуков, клавиатуры персональных компьютеров и поверхности мобильных телефонов, устанавливаемая по количеству выросших колоний, значительно отличается.

Количество микробных клеток, выросших на мясопептонном агаре (как патогенных, так и непатогенных) в смыве с рабочей поверхности ноутбука составило от 140 до 290 КОЕ/мл, на солевом агаре (преимущественно стафилококки) – от 70 до 160 КОЕ/мл, на агаре Сабуро (грибы) – от 90 до 200 КОЕ/мл. Следовательно, микробиологический риск, связанный с загрязнением рабочей поверхности ноутбука в среднем был ниже верхней границы допустимого уровня и составлял 74%. Ни на одном из четырех обследуемых электронных устройств данного вида он не превышал допустимое значение.

Рост микробных клеток на клавиатуре персонального компьютера в сравнении с рабочей поверхностью ноутбука был выражен ниже: на мясопептонном агаре (как патогенных, так и непатогенных) - от 160 до 210 КОЕ/мл, на солевом агаре (преимущественно стафилококки) – от 80 до 110 КОЕ/мл, на агаре Сабуро (грибы) – от 80 до 170 КОЕ/мл. Микробиологический риск, связанный с загрязнением рабочей поверхности ноутбука был также ниже верхней границы допустимого уровня и составлял 63 %. Ни на одном из шести обследуемых электронных устройств данного вида он не превышал допустимое

значение.

Рост микроорганизмов со смывов с поверхности мобильных телефонов был значительно ниже. Так, инкубирование питательных сред с посевами с поверхности телефонов без чехлов, показало отсутствие роста на всех питательных средах. Смывы с поверхности силиконовых чехлов показали низкий уровень микробиологического риска – 7 %, комбинированных 0 11 % от допустимого уровня. Отсутствие роста сальмонелл, кишечной палочки, а также колоний на солевом агаре, характерных для золотистого стафилококка указывает на отсутствие микробиологического риска по болезням, вызываемым данными бактериями. Количество колоний, образованных на солевом агаре и агаре Сабуро было ниже, чем на мясопептонном.

Отсутствие роста со смывов с поверхности телефонов без чехла может быть связано с тем, что телефон имеет гладкую поверхность, при пользовании телефоном он нагревается, а так как высокие температуры не являются благоприятными для бактерий, то попавшие на поверхность телефона утрачивают свою жизнеспособность. Можно предположить, что от телефона исходит излучение, губительное для бактерий. Относительно слабый рост микроорганизмов был установлен на поверхности чехлов. Возможно, что это связано с тем, что телефон часто находится в руках, а так как чехлы телефонов имеют неровную поверхность – сам материал чехла, украшения, то это приводит к скоплению бактерий в труднодоступных местах. Низкий уровень загрязнения чехлов в сравнении с поверхностью рук связан также с нагреванием телефона и излучением, но сам чехол служит барьером для этих факторов.

Вместе с тем исследование загрязненности ноутбуков показало, что несмотря на то, что рабочая поверхность ноутбука к источнику нагревания расположена ближе, клавиатура стационарного компьютера, но, видимо, силы излучения недостаточно для губительного воздействия на микроорганизмы. Кроме того, эксплуатация, а также возможность перемещения, приводит к

образованию микротрещин, в которых микроорганизмы могут накапливаться. На рисунках 9 - 11 приложения 3 наглядно отображена зависимость загрязненности электронных устройств и сроки их использования.

## **2.2 Эффективность влияния влажных салфеток на уровень очищения разных чехлов мобильных телефонов**

Данные об эффективности влияния влажных салфеток разных видов на уровень очищения чехлов мобильных телефонов приведена в приложении 3 (таблица 2, рисунок 10). Ранее нами было установлено, что все салфетки – антибактериальные, детские, обычные обладают очищающим эффектом. Но степень их действия на разных поверхностях осталась не до конца выявленной.

Из рисунков следует, что использование влажных салфеток позволяет снизить уровень загрязненности поверхности силиконовых чехлов мобильных телефонов бактериями, растущими на мясопептонном агаре в 3,5 раза, комбинированных чехлов – в 2 раза, грибами – в 1,3 и 1,6 раза соответственно. Применение влажных салфеток позволило полностью очистить поверхность чехла от стафилококков, так как на соевом агаре не было обнаружено роста бактерий после их применения. Мы предполагаем, что это может быть связано со структурой материала, из которого изготовлены чехлы. Силиконовый чехол более гладкий и гибкий, комбинированный более плотный, на таком материале микротрещины возникают чаще. Кроме того, на комбинированных чехлах находились стразы, рисунок с выпуклой поверхностью, что создает условия для скопления микроорганизмов в труднодоступных местах. Применение влажных салфеток снижает уровень загрязнения поверхности силиконовых чехлов бактериями и грибами в 3,5 и 1,3 раза, комбинированных чехлов – в 2 и 1,6 раза соответственно.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Электронные устройства, используемые в нашей жизни, являются индикаторами микробиологического риска, так как на своей поверхности накапливают микроорганизмы – возбудителей болезней. Нами установлено, что уровень микробиологического риска, связанный с микробным загрязнением поверхности мобильных телефонов – составляет от 0 до 11%, поверхности ноутбуков – 74%, клавиатуры персональных компьютеров – 74%. Риск заражения золотистым стафилококком, кишечной палочкой сальмонеллами отсутствует. Результаты наших исследований частично подтвердили выдвинутые гипотезы. Мы доказали, что чем выше длительность использования электронных устройств, тем сильнее загрязнена их поверхность. Устройство с самым длительным периодом использования (ноутбук) – 8 лет имеет самый высокий уровень микробиологического риска – 97%. У ноутбука, используемого менее года, уровень микробиологического риска составил 47%.

Нами установлено отсутствие или невысокий уровень факторов микробиологического риска на поверхности телефонов, которые по сути являются источником излучения. Нам удалось доказать, что чехлы телефона являются своеобразным барьером для источника излучения, при этом «барьерные» свойства силиконовых чехлов были выражены слабее, чем комбинированных, что обуславливается прочностью материалов, из которых чехлы изготовлены.

Рабочая поверхность ноутбуков находится ближе к источнику излучения, чем клавиатура персонального компьютера, тем не менее, уровень загрязненности клавиатуры персонального компьютера был на 15 % ниже.

Снижение микробиологического риска возможно при использовании влажных салфеток, поэтому рекомендуем их использовать для очищения поверхности электронных устройств. Также мы рекомендуем использовать чехлы для мобильного телефона с гладкой поверхностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические указания по бактериологической диагностике колибактериоза (эшерихиоза) животных [Электронный ресурс]: утв. зам. руководителя Департамента ветеринарии Министерства сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации В.В. Селиверстовым 27.07.2000 г. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293737/4293737720.htm>

2. МУ 2657-82 Методические указания по санитарно-бактериологическому контролю на предприятиях общественного питания и торговли пищевыми продуктами [Электронный ресурс]: утв. Минздравом СССР 31.12.1982 № 2657. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293763/4293763190.htm>

3. МУ 4.2.2723-10 Лабораторная диагностика сальмонеллез, обнаружение сальмонелл в пищевых продуктах и объектах окружающей среды [Электронный ресурс]: утв. руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 13.08.2010 г. - <http://docs.cntd.ru/document/1200083950>

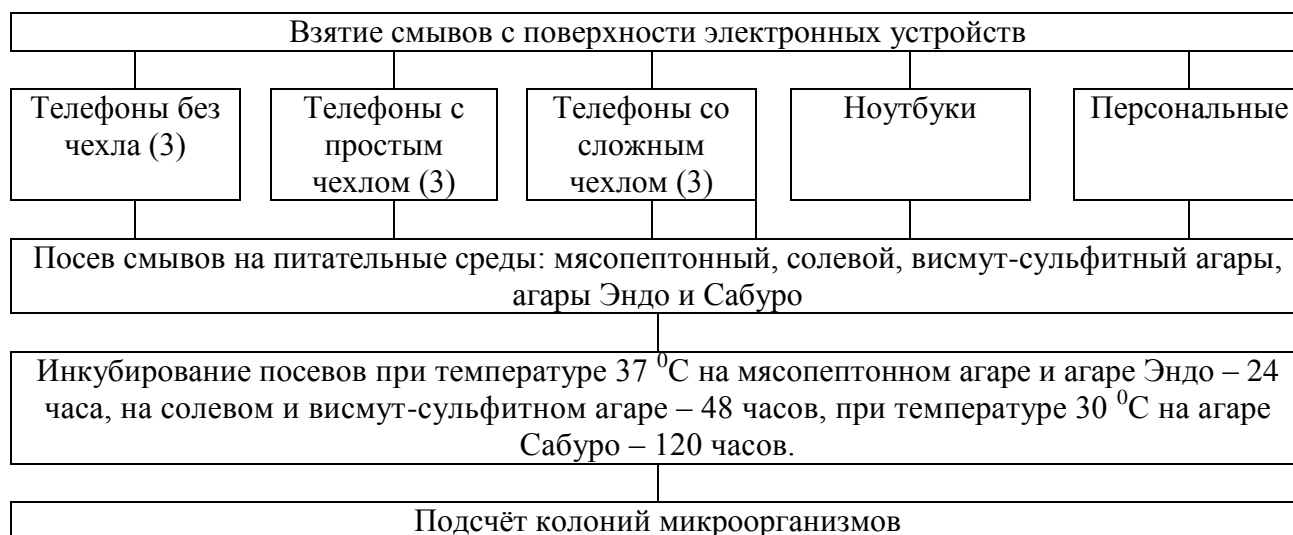
4. Санитарные правила для предприятий пищевого концентратной промышленности [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 1 марта 1976 г. № 1408-76. – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data1/47/47063/#i182393>

5. Яковлев, А.Г. Микробный фактор риска при использовании компьютерной техники в лечебно-профилактических учреждениях / А. Г. Яковлев, В. Н. Болехан, С. М. Кузнецов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2010. – № 3. – С. 73-75.

**Схема исследований**



**Рисунок 1 – Схема исследований**



**Рисунок 2 – Проведение экспериментальных исследований по индикации микробиологического риска**

Проведение исследований

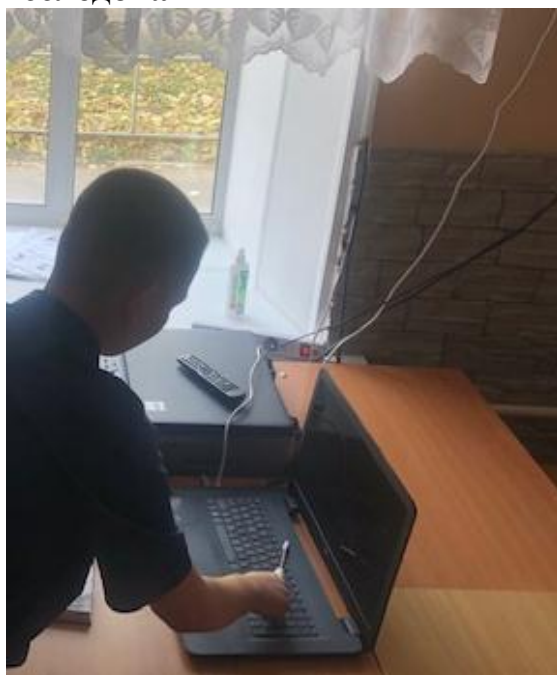


Рисунок 3 – Взятие смывов для оценки микробиологического риска

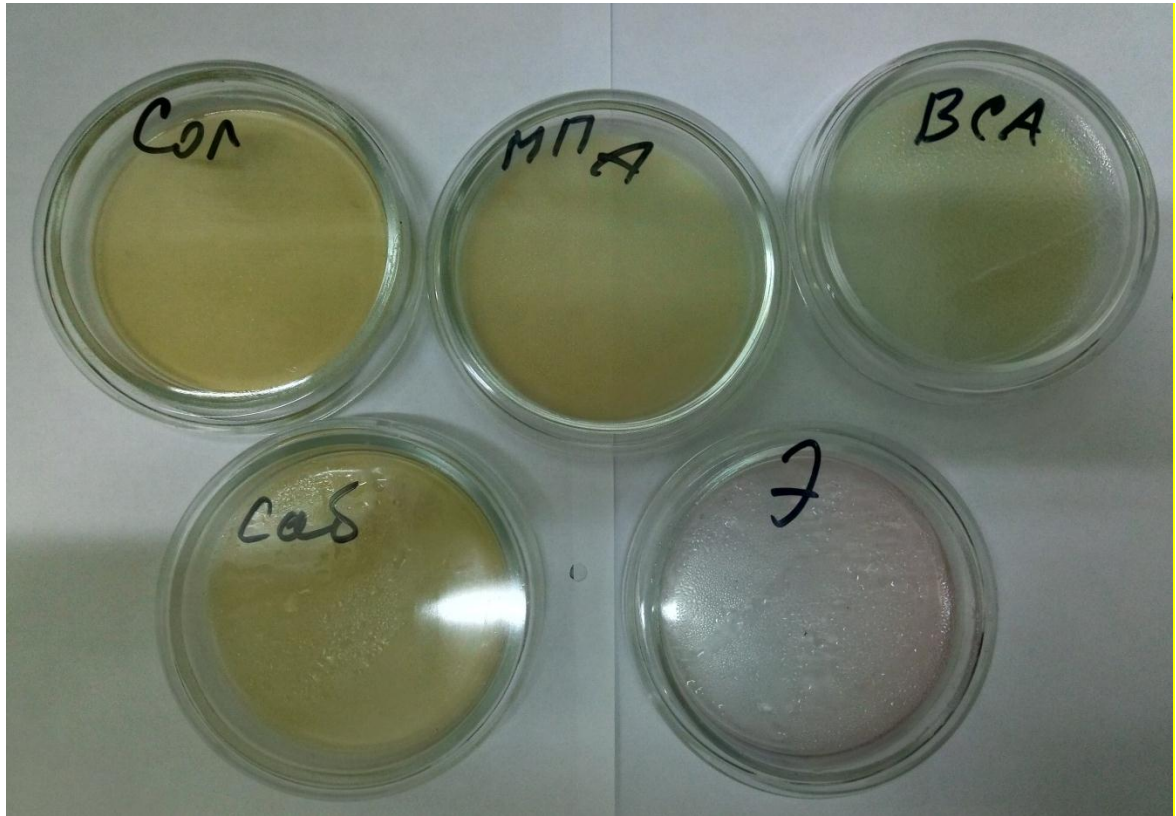


а)



б)

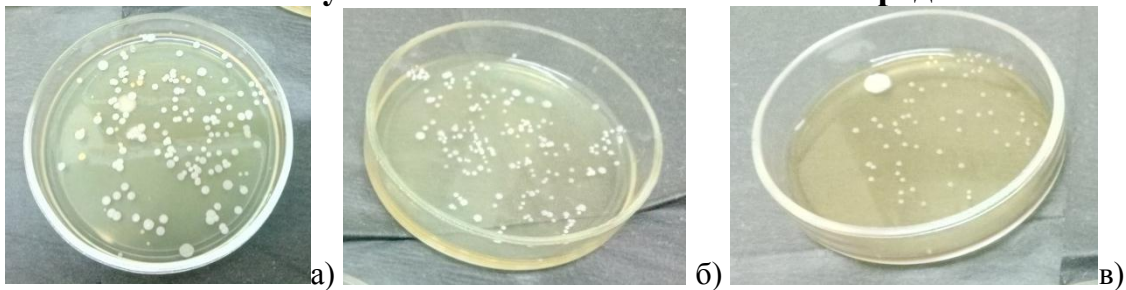
Рисунок 4 – Подготовка к проведению исследований: пробирки для смывов, спиртовая горелка, питательные среды (а), стерильные шпатели (б)



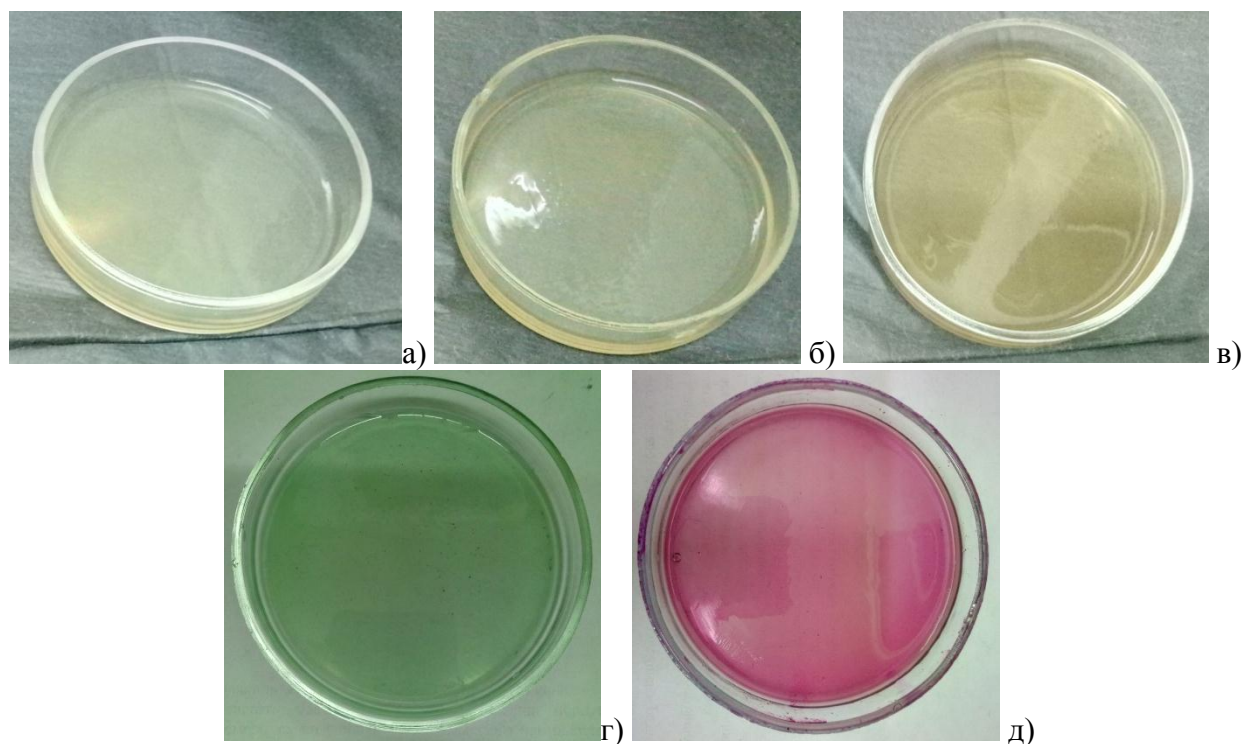
**Рисунок 5 – Питательные среды**



**Рисунок 6 – Посев на питательные среды**



**Рисунок 7 – Рост колоний на мясо-пептонном агаре (а), солевом агаре (б), агаре Сабуро (в)**



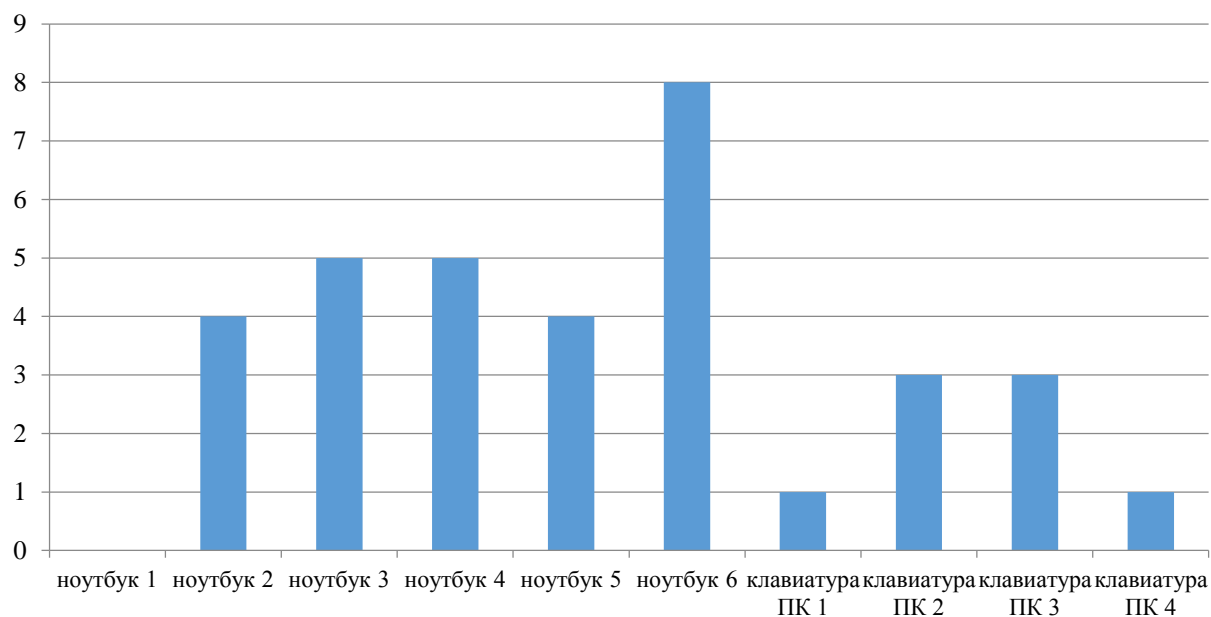
**Рисунок 8 – Отсутствие роста колоний микроорганизмов на мясо-пептонном агаре (а), солевом агаре (б), агаре Сабуро (в), агаре Эндо (г), висмут-сульфитном агаре (д)**

**Таблица 1 – Результаты бактериологического исследования смывов, КОЕ/мл**

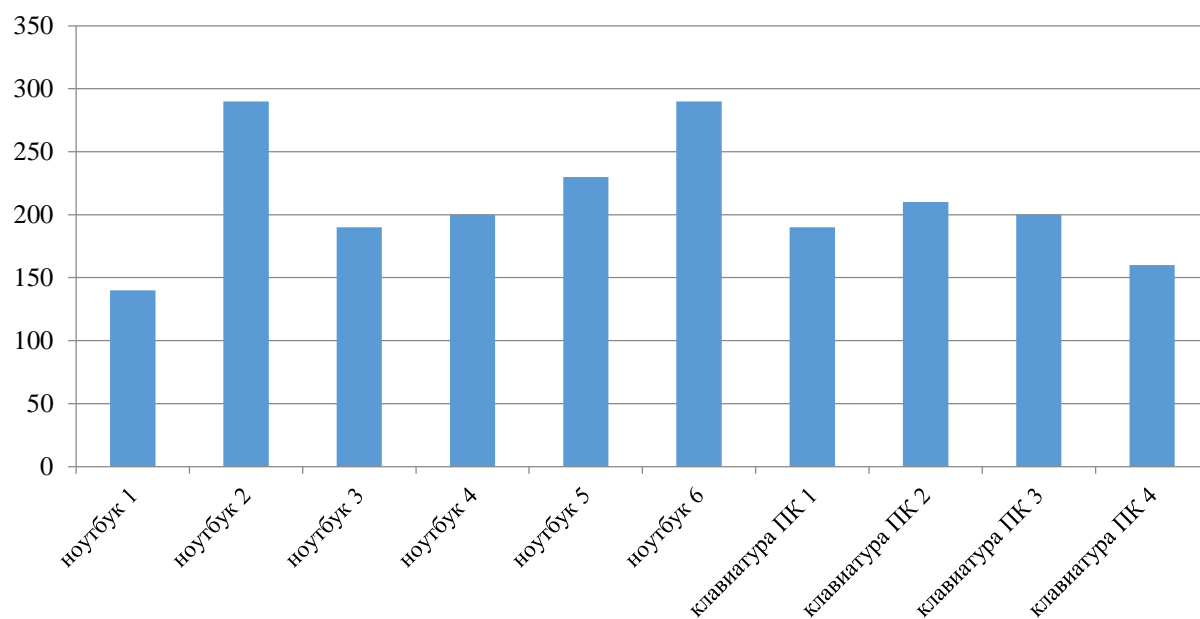
Питательная среда – агар	Поверхность телефонов			Рабочая поверхность ноутбука	Клавиатура персонального компьютера
	без чехла	в силиконовом чехле	в комбинированном чехле		
Мясо-пептонный*	0	23,33±5,77	33,33±5,77	223,33±59,22	190±21,60
	0	от 20 до 30	от 30 до 40	от 140 до 290	от 160 до 210
Солевой	0	6,67±5,77	13,33±11,55	113,33±33,27	97,5±15
	0	от 0 до 30	от 0 до 20	от 70 до 16	от 80 до 110
Сабуро	0	13,33±15,28	26,67±11,55	146,67±37,77	130,0±37,42
	0	от 0 до 30	от 20 до 40	от 90 до 200	от 80 до 170
Эндо	0	0	0	0	0
Висмут-сульфитный	0	0	0	0	0

\*Примечание: допустимый уровень для поверхности электронных устройств – 300 КОЕ/мл

**Интерпретация результатов наблюдений**



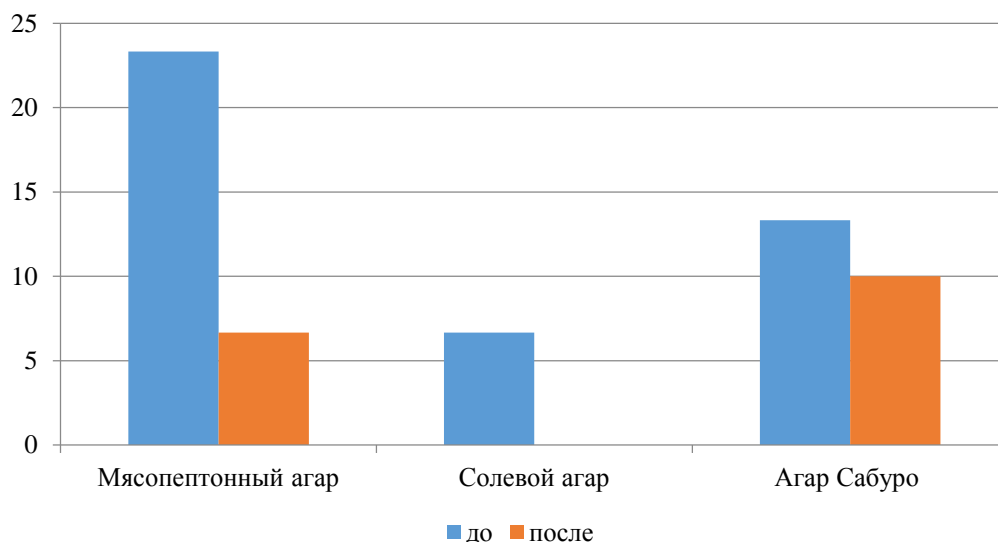
**Рисунок 9 – Продолжительность использования электронных устройств, лет**



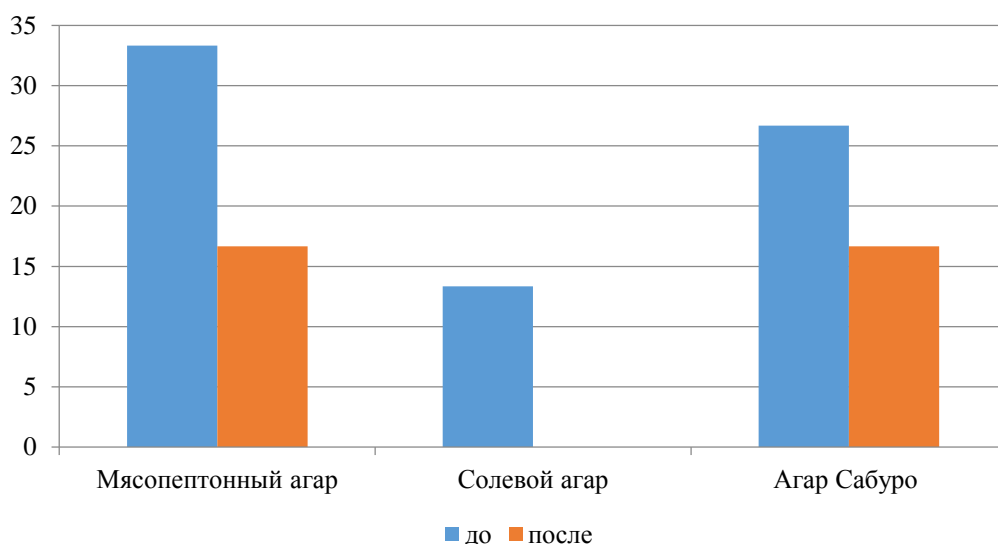
**Рисунок 10 – Уровень загрязненности электронных устройств, КОЕ/мл (на МПА)**

**Таблица 2 – Результаты бактериологического исследования разных поверхностей мобильных телефонов при использовании влажных салфеток, КОЕ/мл**

Питательная среда – агар	Телефоны			
	Силиконовый чехол		Комбинированный чехол	
	до	после	до	после
Мясо-пептонный	23,33±5,77	6,67±5,77	33,33±5,77	16,67±11,55
Солевой	6,67±5,77	0	13,33±11,55	0
Сабуро	13,33±15,28	10,0±10,0	26,67±11,55	16,67±5,57



а)



б)

**Рисунок 11 – Снижение уровня загрязненности рук на фоне применения влажных салфеток: с поверхности силиконового чехла (а), комбинированного чехла (б)**



