

На правах рукописи



Ядрихинская Варвара Константиновна

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
ОСТРЫХ КИШЕЧНЫХ ИНФЕКЦИЙ
В Г. ЯКУТСКЕ И РЕСПУБЛИКЕ САХА (ЯКУТИЯ)**

03.02.08 – экология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Владивосток 2015

Работа выполнена на кафедре биологии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова" (ФГАОУ ВПО «СВФУ им. М. К. Аммосова»)

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент,
Щелчкова Марина Владимировна

Официальные оппоненты: **Бузолева Любовь Степановна**
доктор биологических наук, профессор, ФГАОУ ВПО
"Дальневосточный федеральный университет", профессор
кафедры биохимии, микробиологии и биотехнологии

Кузнецова Наталья Анатольевна
кандидат медицинских наук, ФГБУ "Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г. П. Сомова", старший научный сотрудник лаборатории хантавирусных инфекций

Ведущая организация: ФГБУН Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск

Защита состоится «25» февраля 2016 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 005.003.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Биолого-почвенный институт ДВО РАН по адресу: 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостока, 159.

Факс: 8 (423) 2310-193. E-mail: info@biosoil.ru

Отзывы на автореферат в двух экземплярах с заверенными подписями просим направлять по адресу: 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостока, 159, ученому секретарю диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке ДВО РАН и на сайте института <http://www.biosoil.ru>

Автореферат разослан «____» _____ 2015 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,

кандидат биологических наук



Е. М. Саенко

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Несмотря на достигнутые успехи медицинской науки и практического здравоохранения, заболеваемость острыми кишечными инфекциями (ОКИ) бактериальной и вирусной этиологии остается наиболее актуальной проблемой мирового сообщества (Аль Сабунчи, 2011; Foodwatch. Analyse, 2012). По данным ВОЗ, ежегодно в мире регистрируются до 1-1,2 млрд. кишечных заболеваний, около 5 млн. детей ежегодно умирают от инфекций и их осложнений (Новокшенов, 2010; Печеник, 2011).

В Республике Саха (Якутия) ежегодно регистрируют более 4000 случаев ОКИ (Егоров и др., 2000; Игнатъева, 2010). Уровень заболеваемости кишечными инфекциями в республике в целом и в центральной группе ее районов является высоким и часто превышает таковой в Российской Федерации (Самойлова, Астафьев, 2010).

Территория Якутии обширна и разнообразна по своим географическим, экологическим и социальным условиям жизни людей. Характер антропогенного преобразования природной среды, включая и микробиологический компонент, в городах, в сельскохозяйственных и промышленных районах соответственно различен, что, в свою очередь, отражается на уровне заболеваемости кишечными инфекциями. Существенную роль в распространении ОКИ играют природные и антропогенные факторы: вода, почва и продукты питания (Бузолева, Сомов, 2000; Ерофеевская, Чернявский, 2007; Савилов и др., 2008; Григорьев и др., 2009). В условиях ухудшения экологического состояния окружающей среды меняются естественные микробоценозы, формируются видоизмененные штаммы микроорганизмов, повышаются уровни бактериальной контаминации через объекты окружающей среды, увеличивается встречаемость патогенных и условно патогенных микроорганизмов, большинство из которых являются потенциальными возбудителями ОКИ (Астафьев, 2007; Сомов, Бузолева, 2004; Vitton, 2011). Эти обстоятельства диктуют необходимость изучения экологических аспектов, в частности, микробиологического состояния воды, почвы, а также климатических факторов (температуры воздуха и количества атмосферных осадков) и оценки их влияния на уровень и распространение заболеваемости ОКИ

Степень разработанности темы исследования. Выбранная нами тема исследования разработана лишь частично. В ряде работ, выполненных ранее на территории Якутии, была выявлена связь условий водопользования и качества продуктов питания с распространением ОКИ (Прокопьева и др., 2000; Савилов и др., 2006; Ерофеевская, 2007; Григорьев и др., 2009; Ядрихинская, Щелчкова, 2009; Корнилова, Корнилова, 2010; Анганова, 2012; Самойлова, 2013). Однако комплексного анализа влияния различных экологических факторов на заболеваемость населения ОКИ до настоящего времени не проводилось.

Цель работы – оценить влияние экологических факторов окружающей среды на заболеваемость острыми кишечными инфекциями населения г. Якутска, промышленных и сельскохозяйственных районов Республики Саха (Якутия).

Для достижения этой цели предстояло решить следующие **задачи**:

1) на основе статистических данных проанализировать уровень и структуру заболеваемости ОКИ населения Республики Саха (Якутия) и г. Якутска;

- 2) исследовать бактериологическое состояние источников водоснабжения и почвы в г. Якутске. Изучить распространение бактерий семейства *Enterobacteriaceae* в питьевой воде, открытых водоемах, сточных водах и почве;
- 3) в сезонной динамике изучить зависимость заболеваемости ОКИ в г. Якутске от экологических условий. Выявить влияние таких экологических факторов, как температура воздуха, количество атмосферных осадков, бактериологическое состояние водных объектов и почвы на распространение острых кишечных инфекций;
- 4) выявить особенности в структуре заболеваемости кишечными инфекциями в промышленных и сельскохозяйственных районах республики, оценить роль отдельных экологических факторов в распространении кишечных инфекций на данных территориях.

Защищаемые положения:

1. Высокий уровень заболеваемости горожан ОКИ (902,5-1941,4 случаев на 100 тыс. населения) определяется в значительной степени бактериологическим неблагополучием объектов окружающей среды и подтверждается прямыми корреляционными связями между: заболеваемостью дизентерией, сальмонеллезом и качеством продуктов питания, воды из централизованных и нецентрализованных водоисточников, почвы ($r=0,238-0,783$, $p \geq 0,95$), заболеваемостью ОКИ установленной этиологии и качеством продуктов питания ($r=0,319$, $p \geq 0,99$), заболеваемостью ОКИ неустановленной этиологии и качеством питьевой воды ($r=0,222$, $p \geq 0,95$).
2. В сезонной динамике развитие заболеваемости кишечными инфекциями определяется комплексом климатических факторов – среднемесячной температурой воздуха и атмосферными осадками. Увеличение заболеваемости сальмонеллезом в весенне-летний период тесно связано с ростом температуры воздуха ($r=0,810$, $0,95 \leq p \leq 0,99$) и в средней степени - с количеством осадков ($r=0,588$, $0,95 \leq p \leq 0,99$). Прямо пропорциональная связь с температурой воздуха характерна для заболеваемости ОКИ неустановленной этиологии ($r=0,404$, $0,95 \leq p \leq 0,99$). Заболеваемость ОКИ установленной этиологии повышается в холодное время года и проявляет достоверную отрицательную связь с температурой воздуха ($r=-0,387- -0,616$, $0,95 \leq p \leq 0,99$). Заболеваемость дизентерией не связана с температурой и осадками в сезонной динамике.

Научная новизна. Впервые дана комплексная эколого-эпидемиологическая оценка заболеваемости кишечными инфекциями населения Якутии: самого многонаселенного города – Якутска, а также сельскохозяйственных и промышленных районов, различающихся по характеру антропогенного воздействия на окружающую среду. По результатам многолетних исследований определены микробные контаминанты питьевой воды, открытых водоемов, сточных вод, почвы. Установлены закономерности распространения острых кишечных инфекций в зависимости от условий водопользования и климатических факторов. На основе статистических методов анализа выявлены и количественно охарактеризованы причинно-следственные связи между заболеваемостью острыми кишечными инфекциями населения г. Якутска, промышленных и сельскохозяйственных районов Якутии и санитарно-микробиологическим состоянием объектов окружающей среды, а также климатическими факторами. Установлен вклад ведущих факторов в их распространение.

Теоретическая и практическая значимость работы. Примененный комплексный подход в изучении распространения острых кишечных инфекций в г. Якутске позволяет выявить их экологическую обусловленность и в дальнейшем предложить эпидемиологиче-

ские мероприятия для мониторинга кишечных инфекций. Результаты исследования микробной контаминации объектов окружающей среды могут быть использованы для оценки потенциального риска заболеваемости населения ОКИ. Материалы диссертации могут быть использованы для преподавания дисциплин «Экология», «Экология человека», «Микробиология» для студентов СВФУ им. М.К. Аммосова.

Методология и методы исследования. Методологический подход при выполнении данной работы заключался в анализе факторов окружающей среды в связи с экологическими особенностями региона, уровня заболеваемости кишечными инфекциями населения Якутии и выявлении статически достоверных и логически обоснованных взаимосвязей между данными показателями. Используются принятые в микробиологии бактериологические методы исследований. Полученные данные подвергались статистической обработке. Проведен корреляционный и факторный анализ.

Степень достоверности и апробация результатов. Основные положения диссертации представлены на: научно-практических конференциях «Аспирантские чтения» (г. Якутск, 2009, 2010); всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов (г. Нерюнгри, 2010, 2012); XIII и XIV «Лаврентьевских чтениях» (г. Якутск, 2009, 2010); 14 и 15 Международных Пущинских школах-конференциях молодых ученых «БИОЛОГИЯ - наука XXI века» (г. Пущино, 2010, 2011); научно-практической конференции «Вопросы региональной гигиены, санитарии, эпидемиологии и медицинской экологии» (г. Якутск, 2009); симпозиуме «Экология. Природные ресурсы. Рациональное природопользование» (г. Москва, 2009); 6 всероссийской конференции «Химия и технология растительных веществ» (г. Санкт-Петербург, 2010); XLIX международной научной студенческой конференции «Студент и научно-технический прогресс» (г. Новосибирск, 2011); научно-практической конференции с международным участием «Питьевая вода в XXI веке» (г. Иркутск, 2013); научно-практической конференции "Теоретические и прикладные вопросы образования и науки" (г. Тамбов, 2014); международной научной конференции "Ломоносов-2014" (г. Москва, 2014); VII международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (г. Белгород, 2015).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ, в том числе 5 статей, входящих в список ВАК.

Структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов, списка литературы, иллюстративного материала, двух приложений. Материал изложен на 158 страницах машинописного текста, включает 32 таблицы, 35 рисунков. Список литературы содержит 319 источников, из них 28 иностранных авторов.

Благодарности. Автор искренне благодарен своему научному руководителю к.б.н. М. В. Щелчковой за внимание и помощь при проведении исследований и обсуждении результатов. Особую признательность выражаю руководству и коллективу ФБУЗ «ЦГ и Э в РС (Я)», Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, а также сотрудникам кафедры биологии СВФУ им. М.К. Аммосова. Особую признательность за всестороннюю помощь и поддержку автор выражает д.б.н. Н. К. Христофоровой (ФГАОУ ВПО ДВФУ, г. Владивосток). Отдельную благодарность хочу выразить заведующей бактериологической лаборатории и всем своим коллегам за оказанную поддержку в написании данной работы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **ВВЕДЕНИИ** обоснована актуальность и степень разработанности выбранной темы исследования в Республике Саха (Якутия), сформулирована цель и поставлены задачи исследования, описана теоретическая и практическая значимость работы.

ЧАСТЬ I. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

ГЛАВА 1. Роль объектов окружающей среды в распространении острых кишечных инфекций

Представлен краткий обзор таксономического состава возбудителей ОКИ, пути передачи этих возбудителей. Рассмотрено влияние факторов окружающей среды на распространение ОКИ, приведена микробиологическая характеристика источников водоснабжения и почвы. Освещена проблема заболеваемости ОКИ в мире и Российской Федерации.

ЧАСТЬ II. СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

ГЛАВА 2. Район работ. Материал и методы исследования

Природные условия. Дана краткая характеристика географического положения Республики Саха (Якутия), особенностей климата и мерзлоты (рисунок 1). Подчеркнуто, что суровый климат определяет сложные условия для жизни и деятельности населения республики, что, в свою очередь, отражается на уровне экономического, социального развития и санитарно-гигиеническом состоянии окружающей среды.

Население и занятость в производстве. Население Якутии составляет 955,6 тыс. человек. Из них городского населения – 620,5, сельского – 335,1 тыс. человек. В столице республики г. Якутске проживает 296,0 тыс. человек (Статистический ежегодник Республики Саха (Якутия), 2014). Территория Якутии разделена на 34 административных района. Население занято, в основном, в сфере сельского хозяйства, преимущественно животноводства и промышленности: добывающей (алмазо-, золото-, угле-, газо- и нефтяной, других полезных ископаемых), легкой, пищевой; перерабатывающей. В целом, в регионе широко развиты предприятия теплоэнергетики, автомобильного, речного и железнодорожного транспорта.

Выбор территории исследования. Для характеристики экологических особенностей распространения ОКИ на территории Якутии выбран г. Якутск, промышленные и сельскохозяйственные районы (рисунок 2). Данный выбор обусловлен как наиболее высокой численно-



стью населения этих территорий, так и их ролью в жизни республики, а также влиянием на окружающую среду.

В группу промышленных районов включили: Алданский, где развита золотодобывающая промышленность и железнодорожный транспорт; Усть-Майский (золотодобывающая промышленность); Мирнинский и Нюрбинский (алмазодобывающая промышленность); Нерюнгринский (угольная промышленность); Ленский (нефтегазодобывающая промышленность). В сельскохозяйственные районы вошли: Амгинский, Горный, Мегино-Кангаласский, Намский, Таттинский, Хангаласский, Чурапчинский, Усть-Алданский, где развито животноводство и рыболовство.

Объекты исследования: питьевая вода, вода реки Лена, сточные воды, почва. Исследовали их микробиологическое состояние, а также влияние на заболеваемость населения ОКИ. Наряду с этим изучали влияние климатических факторов – среднемесячной температуры воздуха и среднемесячного количества осадков на заболеваемость населения ОКИ.

Материал и объем исследования. Период исследования охватывает 14 лет (2001- 2014 гг.). Объем проведенных исследований отражен в таблице 1. В работе также использованы информационные материалы ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в РС (Я)», Управления Роспотребнадзора РС (Я), Гидрометеоцентра РС (Я) и ОАО «Водоканал» в г. Якутске.



Таблица 1. Фактический материал и объем проведенных исследований

Направление бактериологических исследований	Объекты исследований	Количество проб	Количество исследований
1. Исследования проб:			
- из объектов окружающей среды:	питьевая вода	2 806	8 418
	река Лена	285	1 140
	сточные воды	65	260
	почва	461	1 383
- от людей:	биоматериал (фекалии)	10 213	10 213
Всего		13 830	21 414
2. Биохимическая идентификация выделенных штаммов:			
Наименование объекта исследований	Культуры	Количество	Всего
- из питьевой воды	роды <i>Escherichia</i>	159	243
	роды <i>Enterobacter</i>	43	
	роды <i>Klebsiella</i>	23	
	роды <i>Serratia</i>	15	
	роды <i>Pseudomonas</i>	3	
- из воды открытых водоемов	роды <i>Escherichia</i>	156	

	роды <i>Enterobacter</i>	57	317
	роды <i>Serratia</i>	42	
	роды <i>Klebsiella</i>	39	
	роды <i>Proteus</i>	23	
- из сточных вод	роды <i>Escherichia</i>	97	157
	роды <i>Enterococcus</i>	57	
	роды <i>Pseudomonas</i>	3	
- из почвы	роды <i>Escherichia</i>	178	379
	роды <i>Citrobacter</i>	65	
	роды <i>Enterobacter</i>	47	
	роды <i>Serratia</i>	54	
	роды <i>Klebsiella</i>	21	
	роды <i>Proteus</i>	14	
- из биоматериала (фекалий)	роды <i>Salmonella</i>	337	1 620
	роды <i>Shigella</i>	81	
	роды <i>Klebsiella</i>	563	
	роды <i>Citrobacter</i>	229	
	роды <i>Proteus</i>	106	
	роды <i>Enterobacter</i>	285	
	роды <i>Serratia</i>	12	
	<i>Morganella morganii</i>	4	
	<i>Hafnia alvei</i>	3	
Всего			2 716

Проанализированы наиболее распространенные кишечные инфекции (ОКИ): сальмонеллез, дизентерия, острые кишечные инфекции установленной этиологии (ОКИ УЭ) и не установленной этиологии (ОКИ НУЭ). Влияние факторов среды на заболеваемость острыми кишечными инфекциями проводили в сезонной динамике с 2007 по 2014 гг., в годовой динамике - с 2001 по 2014 гг.

Методы исследования. Бактериологические исследования (посев материала, выделение и идентификация чистых культур) биоматериала (фекалий) проводили в соответствии СП 3.1.1.3108-13 (Профилактика острых кишечных инфекций, 2014); питьевой воды - по СанПиН 2.1.4.1074-01 (Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения, 2001); открытых водоемов - по СанПиН 2.1.5.980-00 (Гигиенические требования к охране поверхностных вод, 2000); сточных вод - по МУ 2.1.5.800-99 (Организация госсанэпиднадзора за обеззараживанием сточных вод, 2000); почвы – по СанПиН 2.1.7.1287-03 (Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы, 2003).

Статистические методы исследований. Статистическую обработку результатов проводили с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 2007 (Microsoft Corporation). Достоверность различия средних арифметических значений определяли с помощью среднеквадратических отклонений и доверительных интервалов с вероятностью 95%. Взаимосвязь между уровнем заболеваемости населения ОКИ и факторами окружающей среды выявляли с помощью корреляционного и факторного анализов. Факторный анализ проводили с использованием статистического пакета программы «SPSS», версия 10.

ГЛАВА 3. Анализ заболеваемости острыми кишечными инфекциями в Республике Саха (Якутия) и г. Якутске

Заболеваемость ОКИ в Республике Саха (Якутия). Анализ статистических данных показал, что в структуре ОКИ в РС (Я) доминируют ОКИ НУЭ (61%), на ОКИ УЭ приходится 17%, дизентерию - 12%, сальмонеллез - 10%. В исследуемый период заболеваемость жителей Якутии кишечными инфекциями изменялась в широком диапазоне: от 378 до 990,5 случаев на 100 тыс. населения (рисунок 3). С 2001 по 2004 гг. происходило стабильное снижение заболеваемости. Так, в 2001 г. она характеризовалась максимальными показателями (990,5 случаев) и превышала таковые в РФ в 3, 7 раза. В 2004 г. заболеваемость ОКИ в Якутии достигла минимума (378 случаев) и была в 1,3 раза ниже, чем в Российской Федерации. Начиная с 2004 г. наблюдается постепенный рост уровня заболеваемости. В 2010 г. он превысил Российские показатели в 1,2 раза (742 случая). С 2011 г по 2014 г держится на уровне 512,21 - 540,21 случаев на 100 тыс. населения.

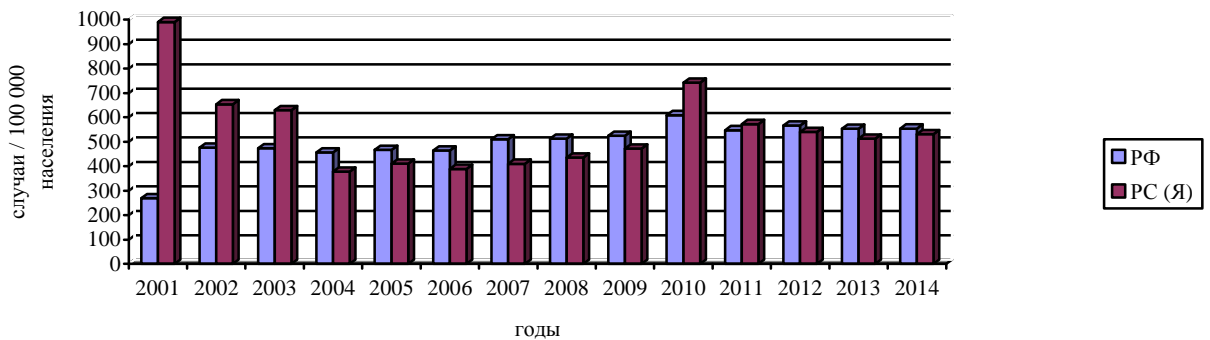


Рисунок 3. Заболеваемость ОКИ в РФ и РС (Я) в 2001-2014 гг.

Сопоставление средних многолетних данных позволило установить, что в РС (Я) заболеваемость сальмонеллезом и дизентерией соответственно в 1,5 и 2 раза выше, чем в РФ. Уровень заболеваемости ОКИ НУЭ в России и Якутии примерно одинаков, а заболеваемость ОКИ УЭ в Якутии в 1,4 раза ниже, чем в РФ.

Высокий уровень заболеваемости ОКИ и отмечающаяся в последние годы тенденция к росту этого показателя определяют необходимость углубленного анализа этиологии кишечных инфекций в РС (Я) и выявления конкретных факторов окружающей среды, обуславливающих развитие данных заболеваний.

Заболеваемость ОКИ в г. Якутске. Заболеваемость ОКИ населения г. Якутска характеризуется высокими показателями, превышающими республиканские в 1,2 – 2,4 раза. В 2001 - 2014 гг. она колебалась в диапазоне от 1361,3 до 1483,3 случаев на 100 тыс. населения. Особое положение занимает заболеваемость детского населения, которая с 2003 г по 2010 г неуклонно росла: так, в 2003 г было зафиксировано 2560,7 случаев, а в 2010 г достигла 7108,8 случаев на 100 тыс. населения (рисунок 4). Начиная, с 2011 г по настоящее время наблюдается снижение заболеваемости ОКИ. В структуре заболеваемости ОКИ в г. Якутске на долю ОКИ НУЭ приходится 68%, на долю ОКИ УЭ, дизентерии и сальмонеллеза соответственно 17, 8 и 7%.

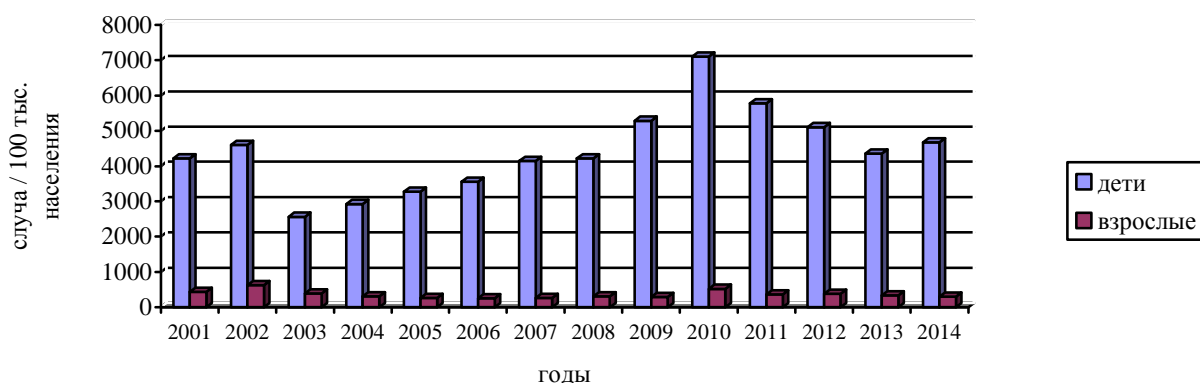


Рисунок 4. Заболеваемость ОКИ в г. Якутске в 2001-2014 гг.

На примере населения г. Якутска изучена частота встречаемости отдельных видов энтеробактерий – возбудителей ОКИ (таблица 2).

Таблица 2. Частота встречаемости энтеробактерий в клиническом материале у населения г. Якутска

Кишечные инфекции	Возбудители	Частота встречаемости (%)
Сальмонеллез	<i>Salmonella</i> группы Д (<i>S. Enteritidis</i>)	79
	<i>Salmonella</i> группы В (<i>S. Typhimurium</i>)	14
	<i>Salmonella</i> группы С	7
Дизентерия	<i>Shigella sonnei</i>	49
	<i>Shigella flexneri</i>	51
ОКИ УЭ	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	28
	<i>Klebsiella oxytoca</i>	16
	<i>Citrobacter freundii</i>	21
	<i>Proteus mirabilis</i>	6
	<i>Enterobacter cloacae</i>	15
	<i>Enterobacter aerogenes</i>	7
	<i>Enterobacter agglomerans</i>	3

Показано, что для изучаемого региона наиболее частым возбудителем сальмонеллеза является *Salmonella* группы Д (*S. Enteritidis*), с меньшей частотой высеваются *Salmonella* группы В (*S. Typhimurium*) и *Salmonella* группы С (*S. virchow*, *S. tennessee*, *S. menston*, *S. london*, *S. westhampton* и др.). Среди возбудителей дизентерии широко распространены *Shigella flexneri* и *Shigella sonnei*. Среди возбудителей ОКИ УЭ часто обнаруживаются *Klebsiella pneumoniae*, *Citrobacter freundii*, *Klebsiella oxytoca*, *Enterobacter cloacae*. Реже встречаются *Enterobacter aerogenes*, *Proteus mirabilis*, *Enterobacter agglomerans*. Эти виды бактерий широко распространены в различных регионах РФ и наиболее часто высеваются при расшифровке кишечных инфекций. Они обладают высокой экологической пластичностью, позволяющей им адаптироваться к различным условиям окружающей среды (Маркова и др., 2009). Остальные виды условно-патогенных энтеробактерий (*Proteus vulgaris*, *Citrobacter diversus*, *Citrobacter amalonaticus*, *Serratia marcescens*, *Serratia odorifera*, *Serratia liquefaciens*,

Morganella morganii, *Hafnia alvei*) выделены единичными штаммами и их доля в общей структуре возбудителей ОКИ УЭ не превышает 4%.

Возбудители кишечных инфекций постоянно циркулируют в окружающей среде. При увеличении бактериальной обсемененности объектов окружающей среды повышается риск заражения людей патогенными и условно-патогенными микроорганизмами (Бондаренко, 1997). Поэтому важным аспектом экологического мониторинга является бактериологический контроль состояния природной и антропогенной среды (воды, почвы и продуктов питания).

Комплексная эколого-микробиологическая характеристика объектов окружающей среды в г. Якутске

Питьевая вода. Микробиологическое загрязнение питьевой воды подтверждается высоким значением общего микробного числа (таблица 3).

Таблица 3. Микробиологические показатели в пробах воды централизованного водоснабжения

Показатели		Водоузлы	Водоколонки	Внутриквартирные сети	Норма (СанПиН 2.1.4.1074-01)
Общее микробное число	КОЕ/мл	68	74	175	≤50
	% нестандарт. проб	1,9	2,1	6,9	-
Общие колиформные бактерии	КОЕ/100 мл	23	39	75	0
	% нестандарт. проб	0,9	1,3	5,6	-

При этом наибольшая контаминация воды бактериями, в том числе общими колиформными и термотолерантными, наблюдается во внутриквартирных сетях, наименьшее количество нестандартных по бактериологическим показателям проб характерно для водоколонок и водоузлов. Эти данные позволяют считать, что вероятной причиной бактериальной контаминации питьевой воды является изношенность и загрязненность водопроводных систем города (Ларионова, 2010).

Из нестандартных проб воды высевались БГКП (колиформы) и неферментирующие грамотрицательные бактерии (НГОб). Из энтеробактерий наибольшую долю составляли *E. coli* (66%), в меньшем количестве встречались представители родов *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* (соответственно 18%, 10%, 6%). НГОб представлены синегнойной палочкой *Pseudomonas aeruginosa* (1%).

Таким образом, состояние централизованного водоснабжения г. Якутска можно оценить как неблагополучное, что требует принятия мер по улучшению качества питьевой воды.

Река Лена. Основным резервуаром питьевого водоснабжения г. Якутска является река Лена. Нами изучено качество воды в районе г. Якутска в 5 ключевых точках, расположенных выше по течению – район Табагинского мыса (35 км) и села Хатассы (15 км), в центре

города – район речного порта, и ниже по течению реки – район станции биологической очистки стоков и сливной станции (район Даркылах г. Якутска) (таблица 4).

Таблица 4. Бактериологические показатели проб воды бассейна реки Лена в районе г. Якутска

Наименование объекта	Колиформные бактерии		Колифаги		Патогенные бактерии
	% нестандарт. проб	КОЕ/100 мл	% нестандарт. проб	БОЕ/100 мл	КОЕ/мл
Район Табагинского мыса	56	$9,4 \times 10^2$	11	29	0
Район села Хатассы	51	21×10^2	15	39	0
Район речного порта	70	93×10^3	13	54	0
Район СБОС	77	$1,6 \times 10^3$	23	$1,2 \times 10^2$	0
Район сливной станции	84	47×10^3	23	71	0
Санитарный норматив (СанПиН 2.1.5.980-00)	-	≤ 500	-	≤ 10	отсутствие

Из данных таблицы очевидно загрязняющее воздействие города на речной бассейн. Городские стоки ухудшают качество воды – в воде увеличивается в 10-100 раз содержание колиформных бактерий, а также колифагов, что косвенно указывает на возрастание численности вирусов в воде. Патогенные бактерии не выявлены. Из нестандартных проб чаще всего (в 46% проб) высевались *E. coli*. Далее по частоте встречаемости располагаются представители родов *Enterobacter* (17%), *Serratia* (13%), *Klebsiella* (12%) и *Proteus* (7%). Таким образом, в районе г. Якутска и очистных сооружений микробиологическое загрязнение воды реки Лена является наиболее сильным по сравнению с участками, расположенными выше по течению реки. Количество условно-патогенных микроорганизмов, превышающее санитарные нормы, свидетельствует о том, что речная вода может служить потенциальным источником ОКИ (Ядрихинская, Щелчкова, 2009).

Сточные воды. Одним из основных источников загрязнения воды реки Лена являются городские (хозяйственно-бытовые и промышленные) и канализационные сточные воды (Савилов и др., 2006). Наши данные выявили, что по бактериологическим показателям в 75% проб сточных вод до очистки содержание колиформных бактерий достигало 48×10^5 КОЕ/100 мл, что свидетельствует о высоком фекальном загрязнении. В 40% проб обнаружены колифаги, численность которых составляла 18×10^2 БОЕ/100 мл. Патогенные бактерии высевались в 9% проб и были представлены *S. flexneri*.

Исследование нестандартных проб сточных вод после очистки показало, что бактериальная микрофлора, в основном, состоит из колиформных бактерий: *E. coli* (39%), других колиформов (БГКП) - (37%) и энтерококков (23%), в меньшем количестве встречаются представители рода *Pseudomonas* (1%). Процент высеваемости колиформов (БГКП) из сточных вод после очистки снижается в 6 раз, колифагов – в 10 раз, однако превышение санитарного норматива по этим показателям остается. Патогенные бактерии не обнаружи-

вались. Таким образом, можно заключить, что действующая в г. Якутске станция биологической очистки стоков (СБОС) не обеспечивает должного уровня очистки.

Почва. При исследовании почв города были выделены селитебные (места отдыха, жилые кварталы, детские площадки), промышленные зоны и зоны автомагистралей (таблица 5).

Таблица 5. Количество проб почв г. Якутска, в которых обнаружены УПМ

Зоны	БГКП		Энтерококки		Патогенные бактерии	Степень эпидемической опасности (СанПиН 2.1.7.1287-03)
	% нестандарт. проб	КОЕ/г	% нестандарт. проб	КОЕ/г		
селитебные	39	3×10^2	3	1×10^1	0	умеренно опасная
промышленные	49	1×10^4	23	1×10^3	0	чрезвычайно опасная
автомагистралей	41	9×10^3	34	1×10^3	0	чрезвычайно опасная

В почвах селитебных зон индекс БГКП достигал 3×10^2 кл/г, индекс энтерококков – 1×10^1 кл/г, что позволяет отнести эти территории к зоне умеренной эпидемической опасности. Количество нестандартных проб почв в зоне влияния промышленных предприятий и транспортных магистралей выше. Индекс БГКП достигал 1×10^4 кл/г, индекс энтерококков – 1×10^3 кл/г. По этим показателям исследуемые почвы относятся к категории чрезвычайно опасных. В большом количестве почвенных проб данной зоны обнаруживались условно-патогенные микроорганизмы. В нестандартных пробах почвы чаще всего (в 80%) повышен индекс БГКП, в меньшей степени (в 20%) – индекс энтерококков. Среди БГКП наиболее часто встречаются *E. coli* (47% проб), *Citrobacter* (17%), *Serratia* (14%), *Enterobacter* (12%), *Klebsiella* (6%), *Proteus* (4%).

Исследованные почвы являются мерзлотными и большую часть года находятся в замороженном состоянии. В эксперименте изучено влияние отрицательных температур (-15°C) на выживаемость БГКП и сапрофитной микрофлоры в 28 пробах лугово-черноземной почвы транспортной зоны. Показано, что замораживание почв в течение 3 месяцев привело к снижению ОМЧ на 1-2 порядка. Среди БГКП (роды *Escherichia*, *Klebsiella*, *Citrobacter*) после замораживания выделялись только представители рода *Klebsiella*, встречаемость их снизилась приблизительно в 2 раза (Ядрихинская, 2014). Таким образом, при замораживании почв не происходит полной элиминации потенциальных возбудителей ОКИ.

Мерзлотный характер почв негативно сказывается на их важной экологической функции – самоочищении. В мерзлотных почвах эти процессы протекают слабо. Медленное оттаивание почв весной и летом, высокий уровень залегания вечной мерзлоты в профиле препятствуют фильтрации микроорганизмов в глубокие почвенные слои и способствуют накоплению условно-патогенных бактерий на поверхности, повышая уровень эпидемической опасности почв. Непромывной водный режим мерзлотных почв способствует вымыванию микроорганизмов талыми водами и осадками в открытые водоемы, существенно загрязняя последние (Щелчкова, Находкина, 2007).

Сезонная динамика заболеваемости ОКИ в г. Якутске

Изучение сезонной динамики заболеваемости ОКИ показало, что повышение заболеваемости сальмонеллезом характерно в весенне-летний период - с апреля по июль. Заболеваемость дизентерией возрастает в летне-осенний период – в августе и сентябре. Заболеваемость кишечными инфекциями установленной этиологии наиболее высока в холодное время – с декабря по апрель. Для заболеваемости кишечными инфекциями неустановленной этиологии сезонная динамика не выражена (рисунок 4).

Сезонная динамика заболеваемости ОКИ определяется множеством факторов, как природных, так и социальных. Нами показано, что в теплые периоды года увеличивается бактериальная контаминация воды и продуктов питания. Рост заболеваемости в теплые месяцы может быть связан с активизацией механизмов передачи в этот период года: активное употребление свежих овощей, фруктов, воды, купание в реках и озерах, чрезмерное размножение насекомых (Астафьев, 2007). В теплые сезоны года увеличивается миграция населения, что также вносит существенный вклад в распространение кишечных инфекций. Рост заболеваемости ОКИ УЭ, как отмечено выше, регистрируется на фоне низкой температуры воздуха. Переохлаждение способствует снижению иммунитета и развитию различных инфекционных заболеваний, в том числе и кишечных, особенно у детей (Михайлова и др., 2010).

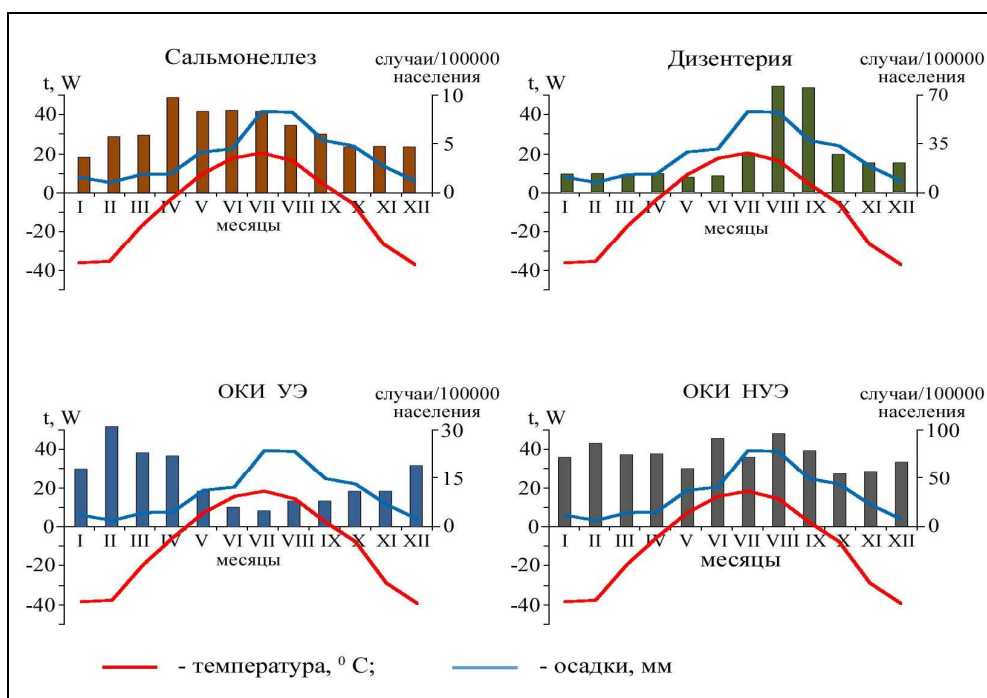


Рисунок 4. Сезонная динамика заболеваемости ОКИ населения г. Якутска

Корреляционный анализ подтвердил достоверную связь между заболеваемостью ОКИ и факторами окружающей среды в сезонной динамике (таблица 6). Заболеваемость сальмонеллезом коррелирует со всеми изученными факторами – температурой воздуха, количеством осадков, состоянием почвы, питьевой воды, а также продуктов питания, сила связи оценивается как средняя и тесная ($r = 0,588-0,810$). Заболеваемость дизентерией в большей

степени связана с качеством продуктов питания ($r = 0,693$), однако с состоянием почвы и воды наблюдается слабая связь. Заболеваемость ОКИ УЭ определяется в умеренной степени качеством продуктов питания ($r = 0,319$) и обратно пропорциональна температуре воздуха и количеству осадков ($r = -0,387$ – $-0,616$). Заболеваемость ОКИ НУЭ имеет среднюю силу связи с температурой воздуха и слабую - с питьевой водой.

Таблица 6. Корреляция (r) заболеваемости ОКИ населения г. Якутска с климатическими факторами и нестандартными бактериологическими показателями объектов окружающей среды ($n=96$)

Параметры	Средне-месячная температура воздуха	Средне-месячное количество осадков	Объекты окружающей среды с нестандартными санитарно-бактериологическим показателями		
			почва	вода	продукты питания
Инфекции					
Сальмонеллез	0,810	0,588	0,530	0,733	0,432
Дизентерия	-0,032	0,139	0,268	0,238	0,693
ОКИ УЭ	-0,387	-0,616	-0,144	-0,138	0,319
ОКИ НУЭ	0,404	0,040	0,118	0,222	0,166

Примечание - $r \geq 0,2$ достоверны при $p = 0,95$; $r \geq 0,3$ достоверны при $p = 0,99$

Факторный анализ показал, что заболеваемость сальмонеллезом определяется следующими взаимодействующими друг с другом факторами: температура воздуха и осадки, качество продуктов питания и нецентрализованной воды, почвы и открытых водоемов. Сила влияния этих факторов достигает 0,662 - 0,888 (рисунок 5).

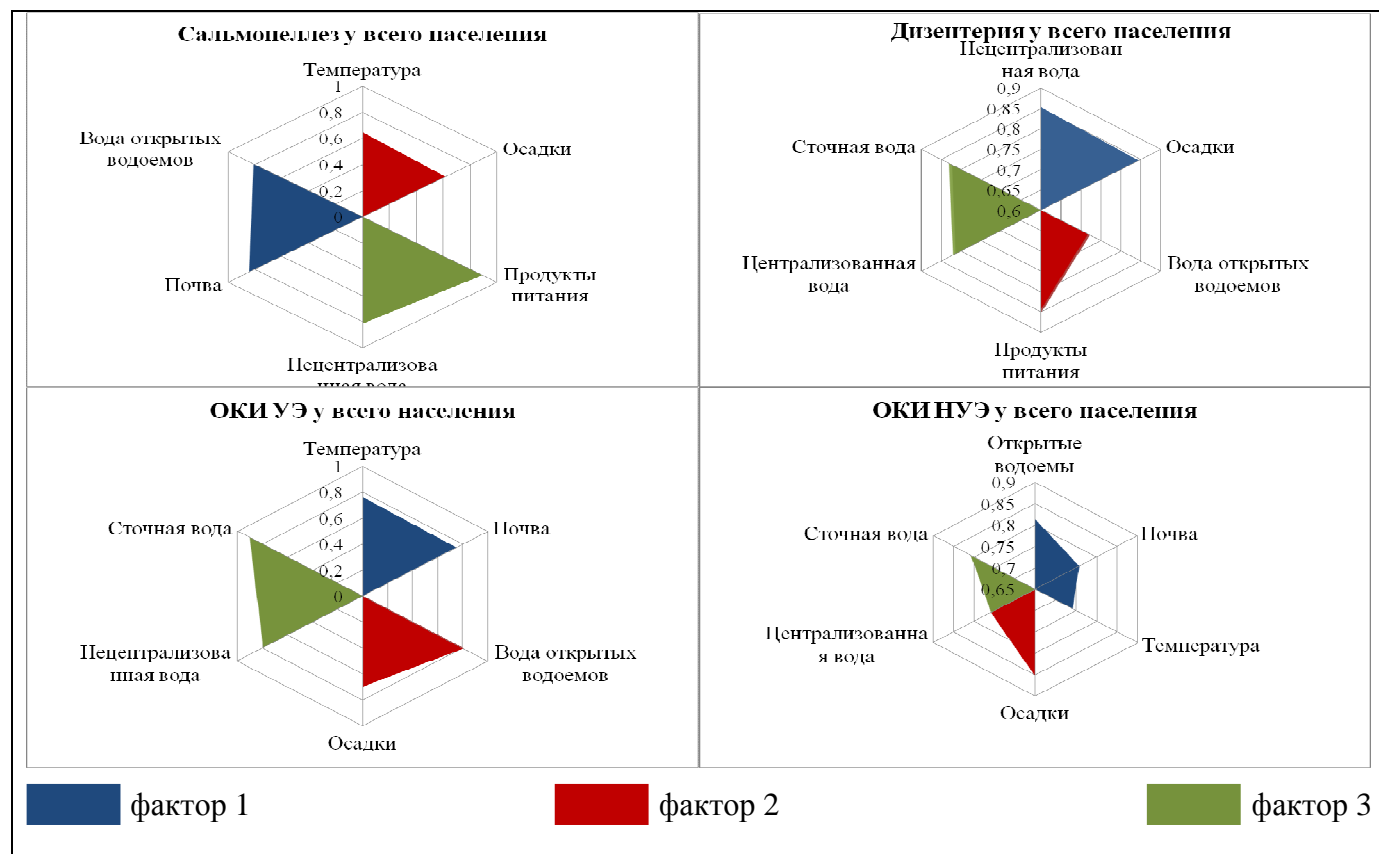


Рисунок 5. Комплексное влияние факторов окружающей среды на заболеваемость ОКИ населения г. Якутска

На заболеваемость дизентерией наибольшее влияние оказывают атмосферные осадки и качество воды из нецентрализованных водоисточников, качество продуктов питания и открытых водоисточников, централизованного водоснабжения и сточных вод. Сила влияния этих факторов лежит в диапазоне от 0,715 до 0,855. На заболеваемость ОКИ УЭ сильное влияние (0,702 - 0,904) оказывают температура воздуха и неудовлетворительное состояние почвы, качество воды открытых водоемов и атмосферные осадки, а также качество сточных вод и воды из нецентрализованных водоисточников.

В случае ОКИ НУЭ экологические факторы комбинируются иначе. Первую группу взаимодействующих факторов составляют качество воды открытых водоисточников, почвы и температура воздуха, вторую – качество питьевой воды и осадков, третью – качество питьевой воды и сточных вод. Сила влияния этих факторов превышает 70%. Все из перечисленных факторов прямо или косвенно взаимодействуют друг с другом.

Таким образом, микробиологическое неблагополучие объектов окружающей среды в г. Якутске в значительной степени определяет уровень заболеваемости населения острыми кишечными инфекциями.

Заболеваемость ОКИ в промышленных и сельскохозяйственных районах Республики Саха (Якутия)

В последние годы заболеваемость кишечными инфекциями в промышленных и сельскохозяйственных районах постепенно снижается. В структуре заболеваемости выявлены следующие особенности: в сельскохозяйственных районах примерно в 2 раза выше заболеваемость дизентерией, но заболеваемость ОКИ УЭ в 2 раза ниже. Это, возможно, обусловлено спецификой антропогенного воздействия и социально-бытовыми условиями, а именно распространением фекального загрязнения почв и водоисточников в сельской местности, а также недостаточной расшифровкой кишечных инфекций в сельских больницах (Григорьев и др., 2009).

Сравнительная оценка заболеваемости кишечными инфекциями населения республики показала, что среди промышленных районов эпидемически наиболее уязвимым является Алданский район, среди сельскохозяйственных – Амгинский район.

Корреляционный анализ между заболеваемостью населения ОКИ в этих районах и микробиологическим состоянием объектов окружающей среды в годовой динамике показал, что в сельскохозяйственных районах на распространение кишечных инфекций существенное влияние оказывает качество питьевой воды. Заболеваемость сальмонеллезом и дизентерией связана с качеством питьевой воды и продуктов питания, заболеваемость дизентерией определяется также и состоянием почвы. Сила связи с данными параметрами изменяется от средней до сильной ($r=0,317-0,852$, при $0,80 \leq p \leq 0,98$). При этом ведущую роль среди рассматриваемых факторов играет низкое качество воды. В промышленных районах распространение кишечных инфекций связано с качеством питьевой воды, продуктов питания и почвы. При этом основным фактором является неудовлетворительное качество продуктов питания. Сила связи с этими факторами также оценивается как средняя и тесная ($r=0,465-0,744$, при $0,80 \leq p \leq 0,98$).

ВЫВОДЫ

1. В период 2001-2014 гг. заболеваемость острыми кишечными инфекциями в Республике Саха (Якутия) и г. Якутске характеризовалась высокими показателями, составляющими соответственно 378,0 - 990,5 и 902,5-1941,4 случаев на 100 тыс. населения. У жителей г. Якутска наиболее часто выделяются такие патогены, как *S. Enteritidis*, *S. flexneri* и *S. sonnei*, из условно-патогенных микроорганизмов - *K. pneumoniae*, *K. oxytoca*, *C. freundii*.

2. В г. Якутске питьевая вода и вода из р. Лена являются потенциальными источниками распространения острых кишечных инфекций. В 7,7% нестандартных проб воды присутствуют условно-патогенные бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, среди которых преобладает *E. coli* (66% проб). Бактериальная микрофлора сточных вод состоит из колиформных бактерий, бактерий родов *Enterococcus* и *Pseudomonas*.

3. Почвы г. Якутска по санитарно-бактериологическим показателям относятся к категориям умеренно и чрезвычайно опасной. Из 47% нестандартных проб высевается *E. coli*, из 53% выделяются другие бактерии семейства *Enterobacteriaceae*.

4. Заболеваемость острыми кишечными инфекциями населения г. Якутска прямо пропорционально связана с неудовлетворительным бактериологическим состоянием окружающей среды: заболеваемость дизентерией и сальмонеллезом – с качеством продуктов питания, воды из централизованных и нецентрализованных водоисточников, почвы ($r=0,238-0,733$, $p\geq 0,95$), заболеваемость ОКИ УЭ - с качеством продуктов питания ($r=0,319$, $p\geq 0,99$), заболеваемость ОКИ НУЭ - с качеством питьевой воды ($r=0,222$, $p\geq 0,95$).

5. Увеличению заболеваемости сальмонеллезом населения в весенне-летний период (апрель-июль) способствуют повышение температуры воздуха ($r=0,810$, $0,95\leq p\leq 0,99$) и количества осадков ($r=0,588$, $0,95\leq p\leq 0,99$). Заболеваемость кишечными инфекциями неустановленной этиологии также прямо коррелирует с температурой воздуха ($r=0,404$, $0,95\leq p\leq 0,99$). В феврале, марте, апреле повышается заболеваемость инфекциями установленной этиологии ($r=-0,387- -0,616$, $0,95\leq p\leq 0,99$). Заболеваемость дизентерией не связана с температурой и осадками в сезонной динамике.

6. Показано, что экологические факторы оказывают существенное влияние на уровень заболеваемости населения г. Якутска кишечными инфекциями. Сила влияния этих факторов составляет от 62% до 90%.

7. Для сельскохозяйственных районов Республики отмечается фекальное загрязнение водоисточников и почвы и, соответственно, более высокая заболеваемость населения дизентерией (в 1,5 раза выше, чем в промышленных районах). Жители промышленных районов в 1,5 раза чаще болеют кишечными инфекциями неустановленной этиологии и в 2,7 раза - кишечными инфекциями установленной этиологии. Заболеваемость кишечными инфекциями в промышленных и сельскохозяйственных районах определяется качеством питьевой воды, продуктов питания и почвы (соответственно $r=0,465-0,744$, $0,80\leq p\leq 0,98$ и $r=0,317-0,852$, $0,80\leq p\leq 0,98$).

Рекомендации и перспективы дальнейшей разработки темы исследования

Для снижения заболеваемости ОКИ и повышения качества жизни населения Якутии следует: 1) ускорить реализацию усовершенствования системы водоснабжения в г. Якутске и других населенных пунктах; 2) проводить санитарно-просветительную работу среди населения по привитию гигиенической культуры, повысить социальную активность потребителей в борьбе с недоброкачественными продуктами питания.

Дальнейшая разработка темы исследования предполагает наряду с бактериологическим анализом объектов окружающей среды проведение вирусологического анализа. Это позволит воссоздать полную картину микробиологического пейзажа и более объективно отразить масштаб и характер контаминации объектов внешней среды. Необходимо также на основе современных иммуноферментных и молекулярно-генетических методов анализа расширить спектр выявляемых видов условно-патогенных и патогенных микроорганизмов – возбудителей острых кишечных инфекций.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Щелчкова, М. В. Анализ заболеваемости острыми кишечными инфекциями населения Республики Саха (Якутия) и г. Якутска / М. В. Щелчкова, **В. К. Ядрихинская** // Якутский медицинский журнал. - 2008. - № 4 (24). – С. 64-67.
2. **Ядрихинская, В. К.** Микробиологическое загрязнение реки Лена в районе г. Якутска и его эпидемиологические последствия / **В. К. Ядрихинская**, М. В. Щелчкова // Известия Самарского НЦ РАН. - 2009. – Т. 11. - № 1 (3). – С. 353-356.
3. **Ядрихинская, В. К.** Оценка санитарно-бактериологического состояния продуктов питания, представленных на потребительском рынке города Якутска / В. К. Ядрихинская, М. В. Щелчкова // Известия Самарского НЦ РАН. - 2009. – Т. 11. - № 1 (5). – С. 1103-1106.
4. Охлопкова, Ж. М. Разработка биологически активных веществ из растений Якутии с антибактериальной активностью / Ж. М. Охлопкова, С. В. Сивцева И. В. Васильева, **В. К. Ядрихинская** // Бюллетень МОИП. Отд. биол. – 2009. - Т. 114. - Вып. 3. - С. 174-176.
5. **Ядрихинская, В. К.** Заболеваемость острыми кишечными инфекциями в промышленных и сельскохозяйственных районах Республики Саха (Якутия) / **В. К. Ядрихинская**, М. В. Щелчкова // Якутский медицинский журнал. - 2010. - № 2 (30). – С. 65-68.

Работы, опубликованные в материалах региональных, всероссийских и международных конференций:

6. **Ядрихинская, В. К.** Некоторые санитарно-экологические аспекты заболеваемости острыми кишечными инфекциями в г. Якутске / **В. К. Ядрихинская** // XIII Лаврентьевские чтения: Сборник статей научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Том. II. – Якутск: ФАО ГОУ ВПО ЯГУ, 2009. – С. 70-78.
7. **Ядрихинская, В. К.** Санитарно-экологическое состояние г. Якутска и заболеваемость острыми кишечными инфекциями / **В. К. Ядрихинская** // Материалы X межрегио-

нальной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. – Нерюнгри, 2009. – С. 300-302.

8. **Ядрихинская, В. К.** Некоторые санитарно-экологические аспекты заболеваемости острыми кишечными инфекциями в г. Якутске / **В. К. Ядрихинская** // Лучшие доклады студентов и аспирантов: Материалы студенческих конференций и аспирантских чтений БГФ. – Якутск, 2009. – С. 19-21.

9. **Ядрихинская, В. К.** Анализ заболеваемости острыми кишечными инфекциями в Республике Саха (Якутия) / **В. К. Ядрихинская**, М. В. Щелчкова // Вопросы региональной гигиены, санитарии, эпидемиологии и медицинской экологии. - Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2010. – С. 245-249.

10. **Ядрихинская, В. К.** Частота встречаемости бактерий семейства *Enterobacteriaceae* в городе Якутске / **В. К. Ядрихинская**, М. В. Щелчкова // Биология – наука XXI века: 14-я Пущинская международная школа-конференция молодых ученых. – Пущино, 2010. – С. 278-279.

11. **Ядрихинская, В. К.** Санитарно-бактериологическое состояние реки Лена в районе г. Якутска / **В. К. Ядрихинская** // Материалы XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Секции 1-2. - Нерюнгри, 2010. - С. 409-411.

12. Охлопкова, Ж. М. Поиск и разработка биологически активных веществ с антибактериальной активностью на основе растений, произрастающих в условиях Полюса холода / Ж. М. Охлопкова, С. В. Сивцева, Т. Ю. Строева, Е. Р. Поскачина, И. В. Васильева, **В. К. Ядрихинская** // 6-ая Всероссийская конференция «Химия и технология растительных веществ»: Сборник материалов кластера конференции «Химия и полная переработка биомассы леса». – СПб, 2010. – С. 80-81.

13. **Ядрихинская, В. К.** Санитарно-микробиологическая оценка реки Лена в районе г. Якутска / **В. К. Ядрихинская** // Студент и научно-технический прогресс: Материалы XLIX международной научной конференции студентов. – Новосибирск: НГУ, 2011. – С. 151.

14. **Ядрихинская, В. К.** Анализ микробной контаминации почв г. Якутска / **В. К. Ядрихинская**, М. В. Щелчкова // Биология – наука XXI века: 15-я Пущинская международная школа-конференция молодых ученых. – Пущино, 2011. – С. 363-364.

15. **Ядрихинская, В. К.** Влияние водного фактора на распространение бактериальной дизентерии в Республике Саха (Якутия) / **В. К. Ядрихинская** // Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Секции 1-2. - Нерюнгри, 2012. - С. 596-597.

16. **Ядрихинская, В. К.** Влияние температурного фактора на биоразнообразие микроорганизмов / **В. К. Ядрихинская** // Электронное издание: Материалы международной научной конференции "Ломоносов-2014". - М.: МАКС Пресс, 2014; www.lomonosov-msu.ru/archive/Lomonosov_2014/2481/2481.pdf

17. **Ядрихинская, В. К.** Влияние температурного фактора на таксономическое разнообразие микроорганизмов / **В. К. Ядрихинская** // Теоретические и прикладные вопросы образования и науки. - 2014. - Ч. 10. - С. 177-178.