

**Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования Московской области «Международный
университет природы, общества и человека «Дубна»
(университет «Дубна»)
Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра биофизики**

УТВЕРЖДАЮ

проректор по учебной работе

_____ С.В. Моржухина

«_____» _____ 20 г.

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Микробиология

(наименование дисциплины)

по направлению (специальности)

140307.65, Радиационная безопасность человека и окружающей среды

(№, наименование направления, специальности)

Форма обучения: очная

Уровень подготовки: специалист

Курс (семестр): 2 (4)

г. Дубна, 20 г.

Программа дисциплины «Микробиология» по направлению (специальности) «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»: Учебная программа. Автор: – Дубна: Университет «Дубна», 2011.

Автор программы:

д.б.н. **БОРЕЙКО Алла Владимировна**, кафедра биофизики _____

(подпись)

Программа составлена в соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования и учебным планом по направлению подготовки (специальности)

140307.65, Радиационная безопасность человека и окружающей среды

(указывается номер ОКСО, код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры биофизики

(название кафедры)

Программа рассмотрена на заседании кафедры _____

(название кафедры)

Протокол заседания № _____ от «_____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____ / _____ /

(ученое звание)

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

СОГЛАСОВАНО

заведующий выпускающей кафедрой¹ _____ / _____ /

(ученое звание)

(подпись)

(фамилия, имя, отчество)

«_____» _____ 20__ г.

Рецензент: _____

(ученая степень, ученое звание, Ф.И.О., место работы, должность)

Руководитель библиотечной системы _____ / _____ /

(подпись)

(ФИО)

¹ Для программ общеуниверситетских кафедр

1. Аннотация

Программа дисциплины «Микробиология» составлена в соответствии с разделом ОПД.В.1 ГОС ВПО для подготовки дипломированных специалистов по специальности: 140307.65 «Радиационная безопасность человека и окружающей среды»
Дисциплина «микробиология» входит в цикл ОПД.В.1

	ОПД.В.1 Дисциплины по выбору	
	МИКРОБИОЛОГИЯ	170

Место курса в профессиональной подготовке

Настоящий курс ориентирован на ознакомление студентов-биофизиков с основными методами стерильной работы с микроорганизмами, ознакомление с физиолого-биохимическими свойствами микроорганизмов, метаболизмом клеток. Знание прикладных аспектов общей микробиологии является необходимой базой для последующего изучения студентами-биофизиками различных разделов специализированных курсов радиобиологии.

Формы работы студентов в ходе изучения дисциплины предусмотрены лекции, семинарские занятия, лабораторные работы, выполнение домашних работ. Отдельные темы теоретического курса прорабатываются студентами самостоятельно в соответствии с планом самостоятельной работы и конкретными заданиями преподавателя с учетом индивидуальных особенностей студентов. Лабораторные занятия направлены на экспериментальную проработку теоретических знаний о методах культивирования различных микроорганизмов, получение навыков практической работы в микробиологической лаборатории.

Самостоятельная работа студентов, предусмотренная учебным планом, выполняется в ходе семестра в форме подготовки к семинарским, лабораторным занятиям и коллоквиумам.

Виды текущего контроля – проверка домашних заданий, защита лабораторных работ. Текущий контроль проводится с целью определения качества усвоения лекционного материала. Наиболее эффективным является его проведение в письменной форме – по контрольным вопросам, тестам, и т.п. Контроль проводится в виде сдачи всеми без исключения студентами контрольных заданий – во время проведения практических занятий. В течение семестра студенты, руководствуясь календарным планом, выполняют контрольные работы, также проводятся коллоквиумы.

Форма промежуточного контроля

Зачет по теоретической части и по практическим и лабораторным работам.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на семинаре;
- выполнение лабораторных работ;
- выполнение контрольных работ (тесты);
- коллоквиумы по отдельным темам;

2. Цель и задачи дисциплины

Курс «Микробиология» входит в учебный план подготовки специалистов по направлению 140307.65 – «Радиационная безопасность человека и окружающей среды» и изучается студентами в четвертом семестре.

Целью преподавания дисциплины «Микробиология» является изучение основ современной микробиологии, основных закономерностей жизни и развития микроорганизмов, их роли в природе и практике. Задачей лекционного курса является системное изложение основных положений современной микробиологии: морфологии и физиологии микроорганизмов, обмена веществ (метаболизма), основ генетики и иммунологии.

3. Требования к уровню освоения содержания дисциплины

В результате изучения дисциплины «Микробиология» студент должен **знать** теоретические основы микробиологии:

- морфологию, физиологию и генетику прокариот (бактерий) и эукариот (мицелиальные грибы и дрожжи);
- вирусы и их значение;
- культивирование, условия роста микроорганизмов и действие экологических факторов на микроорганизмы с целью управления их жизнедеятельностью;
- безопасные приемы работы в микробиологической лаборатории;

Студент должен

уметь:

- владеть техникой микроскопирования; техникой приготовления препаратов микроорганизмов; освоить методы стерилизации; составлять питательные среды, культивировать микроорганизмы, освоить методы микробиологического контроля воздуха, воды

быть ознакомленным:

- с правилами техники безопасности и охраны труда в микробиологической лаборатории;
- с основными методами работы в микробиологической лаборатории
-

иметь представление:

- о формах взаимоотношений микроорганизмов.
- о перспективах использования микробиологических процессов и препаратов

владеть:

- теоретическими представлениями микробиологии,
- основными методами работы в микробиологической лаборатории

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (час):

Вид занятий	Всего часов	Семестры	
		4	
Общая трудоемкость	170	170	
Аудиторные занятия:	68	68	
Лекции (Лк)	34	34	
Практические занятия (ПЗ)	34	34	
Лабораторные работы (ЛР)			
Самостоятельная работа:	102	102	
Курсовая работа		—	
Вид итогового контроля (зачет/экзамен)	Зачет	зачет	

5. Разделы (темы) дисциплины, содержание и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ПЗ	СР
1	2			
1	Введение. Предмет микробиологии. История микробиологии. Систематика и номенклатура микроорганизмов	2	2	4
2	Морфология, структура и химический состав микроорганизмов. Метаболизм микроорганизмов.	2	2	4
3	Морфология, строение, развитие, классификация прокариот (бактерий), метаболизм бактерий	4	4	8
4	Морфология, строение, развитие, метаболизм эукариот	4	4	8
5	Вирусы	4	4	8
6	Генетика микроорганизмов. Генотип и фенотип микроорганизмов. Наследственность и изменчивость микроорганизмов.	6	6	12
7	Важнейшие биохимические процессы, вызываемые микроорганизмами. Спиртовое брожение. Молочнокислое брожение.	2	2	4
8	Действие экологических факторов на микроорганизмы	2	2	4
9	Важнейшие биохимические процессы, вызываемые микроорганизмами. Патогенные микроорганизмы. Инфекция, ее источники и пути передачи.	2	2	4
10	Понятие об иммунитете. Виды иммунитета. Антигены. Антигенная структура бактериальной клетки.	4	4	8

Содержание разделов дисциплины

1. Открытие микроорганизмов. Основные этапы становления микробиологии. Положение микроорганизмов в системе живого мира. Систематика и номенклатура микроорганизмов.
2. Морфология, структура и химический состав микроорганизмов. Метаболизм микроорганизмов. Элементарный состав клеток микроорганизмов. Пищевые потребности микроорганизмов. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Типы

питания: гетеротрофный и автотрофный. Факторы роста. Механизмы проникновения питательных веществ в клетку: пассивная диффузия и активный транспорт.

Энергетический обмен. Виды энергии, используемые микроорганизмами. Фототрофы и хемотрофы. Особенности биологического окисления. Способы существования и типы обмена веществ у микроорганизмов: хемогетеротрофы, хемоавтотрофы, фотогетеротрофы, фотоавтотрофы. Аэробное дыхание. Неполное окисление. Брожение. Анаэробное дыхание. Взаимосвязь конструктивного и энергетического обменов у микроорганизмов.

3. Морфология, строение, развитие, классификация прокариот (бактерий). Одноклеточные и многоклеточные бактерии. Строение бактериальной (прокариотной) клетки. Движение бактерий. Размножение бактерий. Метаболизм. Характеристика отдельных таксономических групп бактерий. Грамотрицательные бактерии: *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*. Грамположительные бактерии: *Bacillus subtilis*. Формирование споры. Механизмы репликации ДНК бактерий.

4. Вирусы. Формы существования, структура, особенности химического состава и репродукция. Происхождение, распространение вирусов в природе и их значение. Вирусы микроорганизмов. Фаги. Бактериофаги (T, φ80, λ). Фитопатогенные вирусы. Вирусы животных. Вирусы со спиральной симметрией. Полиэдрические вирусы. Морфология бактериофагов. Литический цикл. Лизогенный цикл.

5. Морфология, строение, развитие эукариотных микроорганизмов (грибы и дрожжи). Классификация и номенклатура грибов. Характеристика представителей отдельных классов и их значение. Дрожжи. Форма, размеры. Особенности строения дрожжевой клетки. Классификация дрожжей. Морфология дрожжевой клетки. Метаболизм дрожжей. Структура хромосом. Механизм репликации ДНК. Клеточный цикл. Половое размножение. Гомоталлические и гетероталлические дрожжи. Регуляция экспрессии генов. Лас-оперон. Тгр-оперон

6. Генетика микроорганизмов. Генотип и фенотип микроорганизмов. Наследственность и изменчивость микроорганизмов. Механизмы, вызывающие изменение генетической информации. Мутации и их возникновение. Спонтанные мутации. Индуцированные мутации. Передача признаков и генетическая рекомбинация. Конъюгация. Внеядерная наследственность. Вирусы и бактериофаги (T, φ80, λ). Трансформация. Трансдукция. Мобильные элементы: IS-элементы, транспозоны, плазмиды бактерий.

7. Важнейшие биохимические процессы, вызываемые микроорганизмами. Спиртовое брожение. Характеристика микроорганизмов – возбудителей спиртового брожения. Образование этилового спирта дрожжами. Общие условия спиртового брожения.

Молочнокислое брожение. Характеристика молочнокислых бактерий. Гомоферментативные и гетероферментативные молочнокислые бактерии.

Пропионовокислое брожение. Характеристики пропионовокислых бактерий.

Маслянокислое брожение и ацетоно-бутиловое брожение. Морфологические и физиологические особенности возбудителей.

Образование уксусной кислоты. Физиолого-биохимические особенности уксуснокислых бактерий.

Образование органических кислот мицелиальными грибами.

8. Действие экологических факторов на микроорганизмы. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Термоустойчивость вегетативных клеток и спор

микроорганизмов. Использование высоких температур для стерилизации. Действие низких температур на микроорганизмы. Влияние гидростатического давления на микроорганизмы. Радиация и характер ее действия на микроорганизмы. Использование некоторых форм лучистой энергии для стерилизации. Радиоволны. Перспективное применение токов высокой частоты (ВЧ) и сверхвысокой частоты (СВЧ) в микробиологии. Значение влажности для жизнедеятельности микроорганизмов. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы (облигатные и факультативные), микроаэрофилы. Значение окислительно-восстановительного потенциала и pH среды для жизнедеятельности микроорганизмов. Антимикробные вещества, характер специфичность и механизм их действия.

Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с макроорганизмами. Симбиоз.

9. Патогенные микроорганизмы. Инфекция, ее источники и пути передачи. Понятие об иммунитете. Пищевые инфекции. Распространение микроорганизмов в природе. Типы симбиоза. Микроорганизмы почвы. Микроорганизмы воды. Распространение микроорганизмов в природе. Микроорганизмы воздуха. Микроорганизмы пищевых продуктов. Микроорганизмы организма человека.

10. Понятие об иммунитете. Виды иммунитета. Стадии фагоцитоза. Антигены. Антигенная структура бактериальной клетки. Микробные токсины как антигены. Антитела. Синтез антител в организме. Роль антител в защите организма от инфекции. Вакцины. Производство и применение вакцин. Анатоксины, их получение. Сыворотки, их применение в медицинской практике.

Практические занятия (семинары)

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема
1	1	Систематика и номенклатура микроорганизмов Эукариоты и прокариоты. Химический состав клеток прокариотов. Морфология бактерий.
2	2	Метаболизм микроорганизмов (катаболизм и анаболизм; транспорт питат. веществ, ферменты, биосинтез углеводов, аминокислот, липидов).
3	2	Энергетический метаболизм. Получение энергии: а) путем субстратного фосфорилирования, процессы брожения, б) путем окислительного фосфорилирования
4	4	Взаимодействие фага с бактериальной клеткой
5	6	Организация генетического материала, генотип и фенотип микроорганизмов, модификации, мутации, классификация мутаций.
6	6	Модификации, мутации, рекомбинации и др. феномены, генетическая реактивация, реактивация клеткой-хозяином.
7	10, 11	Механизм приобретенного иммунитета. Иммунодефицитные состояния. Аллергия. Аутоиммунные заболевания. Вакцины. Иммунные сыворотки и иммуноглобулины

Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	Правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории. Подбор компонентов и приготовление питательных сред для культивирования микроорганизмов. Условия культивирования различных микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов).
2	3	Методы подготовки культуры микроорганизмов для длительного хранения. Проверка «чистоты» культуры. Выделение фракций клеток путем центрифугирования в градиентах плотности.
3	4	Методы посева клеток микроорганизмов на чашки Петри с твердой питательной средой и засев в суспензию. Способы клонирования клеток.
4	6	Метод разведения клеточных суспензий. Приготовление буферных растворов для разведения суспензий различных микроорганизмов.
5	6	Методы количественного учета микроорганизмов. Метод микро- и макроколоний. Спектрофотометрический метод.
6	11	Получение кривых роста бактерий <i>Escherichia coli</i> и дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . Определение фаз клеточного цикла, скорости роста и времени генерации клеток.

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Основная литература.

- | № | Название, автор, год издания |
|---|---|
| 1 | Гусев М.В., Минеева Л.А. «Микробиология» – М., Академия, 2006, гриф. |
| 2 | Шлегель Г. «Общая микробиология» – М., Мир, 2000. |
| 3 | Тимаков В.Д., Левашев В.С., Борисов Л.Б. Микробиология. Учебник, 2-е изд. М.: Медицина, 1983 г. |
| 4 | Емцев В.Т., Мишустин Е.М. Микробиология. – М.: Дрофа, 2005. 445 с. |

Дополнительная литература.

- | № | Название, автор, год издания |
|---|--|
| 1 | Шлегель Г. «Общая микробиология» – М., Мир, 1987. |
| 2 | Шлегель Г. «История микробиологии» – М., Едиториал УРСС, 2002, |
| 3 | |

Журналы

1. БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, www.issep.rssi.ru
- 2.

Авторские методические разработки.

Лекционные материалы в виде Power Point – презентации.

7. Технические и электронные средства обучения

- *Мультимедийный проектор,*
- *Проектор «overhead»*

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- *Аудитория, оборудованная экраном и прибором для демонстрации лекционного материала.*
- *Лаборатория микробиологии*
- *Оборудование*

Термостаты (суховоздушные и водяные), сушильные шкафы, центрифуги микроцентрифуги, шейкеры, вортексы, рН-метр, УФ-облучатели, плитки нагревательные, магнитные мешалки, ламинарный бокс, дистиллятор, спектрофотометр, холодильники, морозильник, УЗ-дезинтегратор, весы электронные, торсионные, механические, водяные бани, лабораторная посуда, химреактивы для приготовления питательных сред для микроорганизмов, счетчики макроколоний, микроскоп, люминометр, биноклярные лупы.

9. Формы контроля

Формы контроля, перечень выносимых на экзамен (зачет) вопросов.

Тесты

Контрольные занятия

Зачет

Список статей для подготовки рефератов, докладов:

www.issep.rssi.ru

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, №2, 1997 стр. 22
Фаворова О.О. Лечение генами – фантастика или реальность? (генотерапия)

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, №5, 1998 стр. 17
Кулаев И.С. Происхождение эукариотических клеток (Происхождение)

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, №7, 1998 стр. 13
Глазер В.М. Гомологичная генетическая рекомбинация (Гомологичная генетическая рекомбинация)

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, №12, 1996 стр. 2

Инге-Вечтомов С.Г. Трансляция как способ существования живых систем, или в чем смысл «бесмысленных» кодонов (Трансляция)

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, т.7, №9, 2001 стр. 23
Завальский Л.Ю. Хемотаксис бактерий

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, №5, 1996 стр.11
Инге-Вечтомов С.Г. Цитогены и прионы: цитоплазматическая наследственность без ДНК?

БИОЛОГИЯ Соросовский образовательный журнал, №3, 1998 стр.41
Ратнер В.А. Молекулярная эволюция (Эволюция)

Тесты

(Ф.И.О.)

История микробиологии

1. Кто впервые клетку назвал «клеткой»?

- Л.Пастер
- Р. Гук
- Ф.Реди
- А. Левенгук

2. Кто впервые увидел бактерии в микроскоп?

- А. Левенгук
- Р. Гук
- Л. Пастер
- А. Левенгук

3. Какое увеличение дава микроскоп А. Левенгука?

- в 30 раз
- в 270 раз
- в 500 раз

4. Кто впервые разработал и применил предохранительную прививку от оспы?

- Р. Кох
- Л. Пастер

- Э. Дженнер

5. Какое слово в названии *Escherichia coli* характеризует род, а какое – вид?

- 1-род
- 2-род
- 1-вид
- 2-вид

Морфология микроорганизмов

1. Какие микроорганизмы имеют форму виноградной грозди:

- Тетракокки
- Стрептококки
- Сарцины
- Стафилококки

2. Какую форму имеет *Escherichia coli*

- сферическую
- палочковидную
- спиралевидную

3. Какие элементы, входящие в состав клетки называют органическими

- С, N, O, H
- P, K, Na, Mg
- Mn, Mo, B, Cr

4. Какую длину имеет *Escherichia coli*

- 0,01 мкм
- 1 мкм
- 10 мкм

100мкм

5. Какие структуры прокариотической клетки называют поверхностными

- жгутики
- ворсинки
- цитоплазма
- клеточная стенка
- нуклеоид
- рибосомы
- цитоплазматическая мембрана
- капсула
- включения

6. Какие клетки при окрашивании по Граму обесцвечиваются после обработки спиртом

- грамположительные
- грамотрицательные

7. Сколько митохондрий в бактериальной клетке

- 0
- 1
- 200
- 2000

(Ф.И.О.)

Физиология и биохимия микроорганизмов

1. Что такое анаболизм?

- Получение энергии путем расщепления крупных молекул до более простых
- Превращение простых химических веществ в компоненты клетки.

2. Куда осмотирует вода?

- В сторону с большим осмотическим давлением
- В сторону с меньшим осмотическим давлением

3. Как питаются прототрофы?

- Способны усваивать минеральные вещества
- Нуждаются в готовых органических соединениях

4. Как получают углерод гетеротрофы?

- Из двуокиси углерода
- Из органических соединений

5. Какие органические соединения служат донорами электронов для фото- и хемолитотрофов?

- Неорганические соединения
- Органические соединения

6. Если источником энергии бактерии служат окислительно-восстановительные реакции, донором электронов для нее служат органические соединения и источником углерода служат органические соединения, то эту бактерию относим к

- Фотолитоавтотрофам
- Фотоорганогетеротрофам
- Хемоорганогетеротроф
- Хемолитоавтотроф

Тест №4

(Ф.И.О.)

1. Какую форму имеет хромосома *E.coli*

- Линейную
- Кольцевую

2. Репликация ДНК *E.coli*

- точка инициации репликации одна
- точек инициации репликации много
- тэта-тип репликации
- сигма-тип репликации

3. Установите очередность прохождения процессов (по номерам - 1,2,3)

- транскрипция
- трансляция
- репликация

4. Сколько нуклеотидов кодируют одну аминокислоту

- 4
- 2
- 3
- 64

5. Какая молекула образуется в ходе транскрипции

- РНК
- ДНК
- рРНК
- мРНК
- тРНК
- иРНК

6. Какие из данных компонентов входят в состав оперона

- оператор
- регулятор (репрессор)
- промотор
- структурные гены

7. Когда «включается» lac-оперон

- если единственный доступный источник углерода – глюкоза
- если единственный доступный источник углерода – лактоза

8. Какие мутации относятся к структурным (хромосомным)

- инсерции
- делеции
- транзиции
- дуплекации
- трансверсии
- сдвиг рамки считывания

9. Что восстанавливается при истинной обратной мутации

- исходный фенотип
- исходный генотип

10. Какие бактериофаги вызывают литическую реакцию

- умеренные
- вирулентные

11. Какие бактериофаги могут переходить в состояние профага

- умеренные
- вирулентные

12. В каком процессе передачи генетической информации из клетки в клетку участвуют

бактериофаги

- трансформация
- трансдукция
- конъюгация

13. Кто открыл трансформацию

- Цандер
- Гриффит
- Пастер

14. Как какому типу относятся плазмиды, несущие устойчивость к антибиотикам

- F-факторы
- R-факторы
- бактериоциногенные плазмиды

15. К какому типу клеток относятся дрожжевые клетки

- эукариотические
- прокариотические

16. Какой тип роста наблюдается у дрожжей при избыточном содержании сахара

- аэробный
- анаэробный

17. Какие конечные продукты образуются при аэробном росте дрожжей

- этанол
- вода
- углекислота

18. Сколько хромосом у дрожжей

- одна
- четыре
- семнадцать
- двадцать

19. Какую форму имеют хромосомы дрожжей

- кольцевую
- линейную

20. Расположите по порядку фазы клеточного цикла дрожжей (1, 2, 3, 4)

- S
- G₂
- G₁
- M

21. Сколько аскоспор содержится в аске дрожжей

- две
- три
- четыре

22. Гетероталличными называют дрожжи, образующие диплоид в результате копуляции гаплоидных дрожжей

- принадлежащих к одному типу спаривания (a и a или α и α)
- принадлежащих к разным типам спаривания (a и α)

Вопросы к зачету

1. Подбор компонентов и приготовление питательных сред для культивирования микроорганизмов.
2. Условия культивирования различных микроорганизмов (бактерий, грибов, вирусов).
2. Методы подготовки культуры микроорганизмов для длительного хранения.
3. Проверка «чистоты» культуры.
4. Методы посева клеток микроорганизмов на чашки Петри с твердой питательной средой и засев в суспензию.
5. Способы клонирования клеток .
6. Метод разведения клеточных суспензий.
7. Методы количественного учета микроорганизмов.
8. Методы микро- и макроколоний.
9. Получение кривых роста бактерий *Escherichia coli* и дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
10. Определение фаз клеточного цикла микроорганизмов, скорости роста и времени генерации клеток.
11. Построение кривых выживания и определение их количественных характеристик.
12. Построение зависимости частоты мутагенеза от дозы индуцирующего фактора.
13. Выделение и идентификация ауксотрофных мутантов *Escherichia coli* и *Saccharomyces cerevisiae* на селективных средах.
14. Определение частоты эксцизии транспозонов в клетках *Escherichia coli*.
15. Лизогенизация бактериальных клеток *Escherichia coli* умеренным бактериофагом λ и индукция профага .
16. Отбор $lacZ^-$ -лизогенов на среде, содержащей X-gal.
17. Получение препаратов лизогенного бактериофага $\phi 80$.
18. Титрование фага.
19. Измерение величины SOS-ответа с помощью SOS-lux теста.

