

БПОУ ВО «Грязовецкий политехнический техникум»



Дополнительная общеразвивающая программа «В мире микроорганизмов» Мастерская «Геномная инженерия» Естественно-научная направленность

Срок реализации: 1 год

Возраст обучающихся: 14-16 лет

Уровень: ознакомительный

г.Грязовец

2020г.

ОГЛАВЛЕНИЕ:

1. Пояснительная записка.....	3
2. Учебный (тематический) план	6
3. Содержание учебного (тематического) плана.....	9
4. Формы аттестации и оценочные материалы	15
5. Организационно-педагогические условия реализации Программы.....	16
6. Список литературы	17

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеобразовательная (общеразвивающая) программа «В мире микроорганизмов» (далее - Программа) имеет **естественно-научную направленность**. Программа направлена на получение обучающимися знаний и умений, необходимых для формирования целостного представления о мире микроорганизмов, их роли в круговороте веществ и в жизни человека, а также о методах исследования микромира.

Актуальность, педагогическая целесообразность

В настоящее время всё большую актуальность приобретают исследования в области биологии и медицины. Это связано и с появлением новых биотехнологий, например, генной инженерии, и с увеличением числа случаев инфекционных заболеваний человека и животных, причиной которых могут быть как давно известные, так и новые виды микроорганизмов. Поэтому современному человеку просто необходимы знания о биологической безопасности. Человеку необходимо знать, как защититься от вредных микроорганизмов и взять на вооружение полезных.

Микробиология является фундаментальной биологической наукой и изучает строение и экологию микроорганизмов. Человеческая деятельность является новым фактором, влияющим на современную биосферу. Бактерии, в процессе адаптации к ксенобиотикам – химическим соединениям, отсутствующим в природе и синтезируемым людьми, - приобретают устойчивость к токсическим для всего живого веществам, вырабатываемым промышленностью, и начинают перерабатывать их в привычные естественные метаболиты. Поэтому сейчас, в условиях изменяющейся биосферы, люди сталкиваются с новыми аспектами экологии микроорганизмов. Контроль за окружающей средой невозможен без знаний микробиологии. В последнее время появляются использующие микроорганизмы производства, выпускающие продукты микробного и немикробного происхождения. Перечисленное выше нацеливает на необходимость углубленного изучения микробиологии, на что и направлено содержание Программы.

Предлагаемая Программа предполагает ряд лабораторных опытов, где обучающиеся узнают биологические свойства микроорганизмов разных видов: простейших, микроскопических грибов, бактерий; научатся, работая с оптическими приборами – микроскопами, получать цифровые изображения препаратов, самостоятельно готовить препараты для микроскопии, делать

посевы, проводить первичную идентификацию микроорганизмов; приобретут навыки работы с живыми культурами бактерий и грибов.

Цель: Цель Программы - дать теоретические знания и практические навыки в области микробиологии; стимулировать интерес к научно-исследовательской и познавательной деятельности у обучающихся.

Задачи:

Обучающие:

- расширить кругозор обучающихся в области биологических дисциплин;
- познакомить с разнообразием микроорганизмов;
- рассмотреть особенности организации различных групп микроорганизмов (вирусы, бактерии, грибы), их роли в природных процессах и значение для человека;
- обучить методам и приемам научно-исследовательской работы;
- сформировать навык работы с научной литературой;
- совершенствовать навык выполнения и защиты самостоятельной исследовательской работы.

Развивающие:

- развить аналитические способности, память, внимание, наблюдательность;
- развить творческие способности обучающегося и потребность в самореализации;
- сформировать и развивать положительную мотивацию в учебной и предпрофессиональной деятельности.

Воспитательные:

- воспитать умение работать в коллективе;
- воспитать самопознание обучающимся своей личности, своих творческих способностей и возможностей;
- воспитать ответственность, трудолюбие, целеустремленность и организованность;
- создать условия для успешной социализации обучающихся путем организации комфортной психологической обстановки, атмосферы взаимного уважения, интереса и доверия.

Срок реализации Программы

Дополнительная общеразвивающая программа «В мире микроорганизмов» рассчитана на один год обучения. Продолжительность обучения составляет 144 учебных часа. Предельная наполняемость учебной группы составляет 15 человек. Такое количество обучающихся является оптимальным для организации учебной и экспериментальной деятельности.

В процессе освоения дисциплины формируются компетенции: ОПК-11, ПК-1, СК- 1, СК-2:

- способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования (ОПК-11);
- способностью эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ (ПК-1);
- способностью применять знания биологии и генетики систем репродукции, генетических основ селекции и биотехнологии (СК-1);
- способностью использовать методы получения, культивирования, генетического конструирования микроорганизмов, селекционной работы при решении медицинских, сельскохозяйственных, экологических и биотехнологических задач (СК-2).

Форма и режим занятий

Форма проведения учебных занятий – групповая. Занятия по Программе проводятся 2 раза в неделю по 2 часа. Продолжительность одного занятия 45 минут, включая непосредственно содержательный аспект в соответствии с учебно-тематическим планированием, а также с учётом организационных и заключительных моментов занятия. Перерыв между занятиями – 15 минут.

Основной принцип реализации Программы – сочетание различных видов учебно-творческой деятельности путем их частой смены.

Планируемые результаты

К концу обучения по Программе обучающиеся будут **знать**:

- историю развития микробиологии;
- строение на клеточном уровне представителей мира микроорганизмов;
- определения основных понятий микробиологии;
- способы диагностики и меры профилактики вирусных и бактериальных заболеваний растений, животных, человека;
- значение изученных микроорганизмов в природе и жизни человека.

К концу обучения по Программе обучающиеся будут **уметь**:

- работать с микроскопом и микропрепаратами, лабораторным оборудованием и инструментами;
- готовить лабораторные питательные среды;
- готовить культуры одноклеточных организмов;
- наблюдать и сравнивать результаты биологического эксперимента;
- схематически изображать исследуемые объекты.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Учебный план

Учебный план дополнительной общеобразовательной (общеразвивающая) программы «В мире микроорганизмов»

№ п/п	Наименование программы	Количество часов	
		Всего	В том числе
			Лекции
1.	В мире микроорганизмов		
	Защита творческого проекта	2	
ИТОГО:		144	60
			84

Учебный (тематический) план

№ п/п	Название разделов, тем	Количество часов			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
	Введение в микробиологию	2	2		
1.	Микробиология. История науки	10	10		Тестирование
1.1.	Донаучный (эвристический) этап развития микробиологии	2	2		
1.2.	Морфологический этап развития	2	2		

	микробиологии				
1.3.	Физиологический (пастеровский) период развития микробиологии	2	2		
1.4.	Иммунологический этап развития микробиологии	2	2		
1.5.	Молекулярно-генетический этап развития микробиологии	2	2		
2.	Питательные среды и методы выращивания микроорганизмов	16	4	12	Зачётная работа
2.1.	Основные методы культивирования микроорганизмов	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ
2.2.	Питательные среды для культивирования микроорганизмов	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ
3.	Систематика микроорганизмов	4	4		Тестирование
4.	Морфология микроорганизмов	34	12	22	Зачётная работа
4.1.	Особенности строения бактериальной клетки	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ
4.2.	Вирусы	4	4		Тестирование
4.3.	Грибы	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ

4.4.	Простейшие	2	2		Тестирование
4.5.	Микроскопические методы изучения морфологии микроорганизмов	12	2	10	Анализ выполненных лабораторных работ
5.	Физиология микроорганизмов	24	6	18	Зачётная работа
5.1.	Химический состав и физиология бактерий	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ
5.2.	Способы питания бактерий	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ
5.3	Изучение метаболизма микроорганизмов	8	2	6	Анализ выполненных лабораторных работ
6.	Экология микроорганизмов	12	4	8	Зачётная работа
7.	Роль микроорганизмов в природе и жизни человека	12	4	8	Зачётная работа
8.	Влияние факторов окружающей среды на микроорганизмы	8	2	6	Зачётная работа
9.	Проектно - исследовательская деятельность	22	12	10	
9.1.	Теоретические основы проектно-исследовательской работы	12	12		Опрос
9.2.	Представление проектно-исследовательских работ.	10		10	Итоговая аттестация

Подведение итогов				
Всего часов:	144	60	84	

Для характеристики уровня освоения учебного материала используются следующие обозначения:

1. – ознакомительный (узнавание ранее изученных объектов, свойств);
2. – репродуктивный (выполнение деятельности по образцу, инструкции или под руководством)
3. – продуктивный (планирование и самостоятельное выполнение деятельности, решение проблемных задач)

Содержание учебного (тематического) плана Введение в микробиологию (2 ч.)

Теоретические занятия. Предмет, задачи и значение микробиологии. Микробиология на современном этапе. Профессии и специальности, связанные с микробиологией. История развития микробиологии, её достижения. Бактериологическая лаборатория. Её устройство и задачи. Лабораторная аппаратура и оборудование: применение, назначение, принцип работы. Цели и задачи Программы. Формы и методы работы. Организационные вопросы.

1. Микробиология. История науки (10 ч.)

1.1. Донаучный (эвристический) этап развития микробиологии

Теоретические занятия. Подход Гиппократа. Гиппократ - автор обширного собрания из семи книг «Эпидемии». Джироламо Фракасторо - гипотеза о передаче инфекции маленькими тельцами, передающимися при контакте и сохраняющимися на вещах больного.

1.2. Морфологический этап развития микробиологии

Теоретические занятия. Конец XVII–середина XIX в.: открытие мира микроорганизмов, описание их внешнего вида, опыты по самозаражению с целью доказать инфекционную природу многих заболеваний. Левенгук Антони Ван - нидерландский натуралист, один из основоположников микроскопии. XVIII век - в микробиологии зародилась деонтология.

1.3. Физиологический (пастеровский) период развития микробиологии

Теоретические занятия. Конец XVIII - начало XX в. - начало научной микробиологии. Открытие большинства возбудителей инфекционных

заболеваний, вирусов, разработка микробной концепции болезней, изучение жизнедеятельности микробной клетки. Эдвард Дженнер - метод вакцинации. Начало борьбы с вирусными инфекциями. Луи Пастер - член Парижской академии наук, основоположник современной микробиологии и иммунологии, биотехнологии. Опровержение теории самозарождения микроорганизмов (1860). Метод пастеризации. 1883 г. - создание первого научно-исследовательского института микробиологии - Института Пастера. 1892 год - открытие Д.И. Ивановским царства вирусов (при изучении мозаичной болезни табака). Роберт Кох - один из основоположников современной бактериологии и эпидемиологии.

1.4. Иммунологический этап развития микробиологии

Теоретические занятия. Начало - середина XX в. И.И. Мечников - российский биолог и патолог, один из основоположников сравнительной патологии, эволюционной эмбриологии, иммунологии, создатель фагоцитарной теории иммунитета. 1929 г. А. Флеминг - открытие пенициллина. Начало эры антибиотикотерапии.

1.5. Молекулярно-генетический этап развития микробиологии

Теоретические занятия. Вторая половина XX века - расшифрована молекулярная структура бактерий и вирусов, строение и состав генома, структура факторов иммунной защиты. Успехи в борьбе с инфекционными болезнями новые пути и методы диагностики и терапии неинфекционных болезней, связанных с нарушением иммунной системы.

2. Питательные среды и методы выращивания микроорганизмов (16 ч.)

2.1. Основные методы культивирования микроорганизмов

Теоретические занятия. Методы посева материала на питательные среды. Культивирование микроорганизмов. Культуральные свойства микроорганизмов. Смешанные и чистые культуры микроорганизмов.

Практические занятия. Лабораторные работы. Подготовка посуды, изготовление ватно-марлевых пробок. Приготовление питательных сред.

2.2. Питательные среды для культивирования микроорганизмов

Теоретические занятия. Основные среды для накопления биомассы микроорганизмов, способы их приготовления. Требования к питательной среде: полноценность, стерильность. Фасовка питательной среды.

Практические занятия. Лабораторные работы. Приготовление питательных сред. Определение количества бактерий. Выделение чистой культуры микроорганизмов.

3. Систематика микроорганизмов (4ч.)

Теоретические занятия. Основы систематики живых организмов. Принцип бинарной номенклатуры. Систематика и морфология бактерий, простейших, грибов, вирусов. Форма клетки бактерий (микрококки, диплококки, стрептококки, тетракокки, сарцины, стафилококки, бактерии, бациллы, клостридии, вибрионы, спирillлы).

4. Морфология микроорганизмов (34 ч.)

4.1. Особенности строения бактериальной клетки

Теоретические занятия. Отличия бактерий от других клеток. Дополнительные органеллы бактерий: ворсинки, жгутики, капсулы. Механизм хранения и передачи наследственной информации. Свойства бактериальной клетки. Обмен веществ. Рост. Размножение. Генетически модифицированные организмы. Флуоресцирующий белок (GFP) бактерий.

Практические занятия. Лабораторные работы. Приготовление препаратов для микроскопирования. Микроскопия в тёмном поле и фазовом контрасте.

4.2. Вирусы

Теоретические занятия. История открытия вирусов. Вклад Д.И. Ивановского в развитие вирусологии. Морфология вирусов. Фаги. Использование фагов человеком. Заболевания, вызываемые вирусами (грипп, герпес, гепатит А, В, С и др.). Профилактика вирусных заболеваний. Меры предупреждения заболевания СПИДом.

4.3. Грибы

Теоретические занятия. Уникальность строения грибов. Питание грибов. Размножение. Использование грибов в медицинских и хозяйственных целях. Патогенные грибы. Профилактика грибковых заболеваний человека. Использование человеком генетически модифицированных микроорганизмов для производства вакцин, фармацевтических препаратов, продуктов органического синтеза.

Практические занятия. Лабораторные работы. Приготовление культуры дрожжей и их микрокопирование. Контрольная закупка: определение сорта хлеба наиболее устойчивого к плесени.

4.4. Простейшие

Теоретические занятия. Морфологические особенности представителей типа простейшие. Характеристика классов простейших. Болезни, вызываемые простейшими, их профилактика.

4.5. Микроскопические методы изучения морфологии микроорганизмов

Теоретические занятия. Приготовление разных видов микроскопических микропрепаратов. Приготовление питательной среды и выращивание на ней микроорганизмов. Выделение микроорганизмов из естественных субстратов. Влияние стерилизации и пастеризации на качество молока.

Практические занятия. Лабораторные работы: Приготовление мясо-пептонного бульона. Выделение микроорганизмов из естественных субстратов. Обнаружение бактерий в продуктах питания (на примере молока).

Работа с микроскопом. Изучение микропрепаратов с применением иммерсионной системы. Фото- и видеосъемка микрообъектов. Определение морфологии микроорганизмов в готовых окрашенных препаратах: формы и взаиморасположения клеток, наличие спор, капсул, жгутиков, включений и др. Микроскопия плесневых и дрожжеподобных грибов. Особенности строения бактериальной клетки на примере строения сенной палочки.

5. Физиология микроорганизмов (24 ч.)

5.1. Химический состав и физиология бактерий

Теоретические занятия. Химический состав. Дыхание микроорганизмов. Ферменты. Рост и размножение бактерий. Влияние химических, физических, биологических факторов на микроорганизмы. Стерильность. Методы стерилизации.

Практические занятия. Лабораторные работы. Изучение зависимости роста и размножения дрожжей от наличия питательных веществ в среде. Определение сахаролитических свойств микроорганизмов. Определение протеолитических свойств. Определение ферментативных свойств микроорганизмов с помощью тест-систем. Принцип идентификации бактерий.

5.2. Способы питания бактерий

Теоретические занятия. Фотосинтез, хемосинтез, сапротрофы, паразиты, симбионты. Клубеньковые бактерии, особенности взаимодействия с растениями. Дыхание бактерий (аэробы, анаэробы). Особенности протекания обмена веществ у бактерий. Рост и размножение.

Практические занятия. Лабораторные работы. «Изучение зависимости роста и размножения бактерий в зависимости от количества питательных веществ». «Рост микробных клеток на плотных и полужидких питательных средах».

5.3. Изучение метаболизма микроорганизмов

Теоретические занятия. Выделение углекислого газа дрожжами. Рост микроорганизмов в прикрепленном состоянии. Образование биопленок. Бактериальная флуоресценция.

Практические занятия. Лабораторные работы. Выделение углекислого газа дрожжами. Образование биопленок. «Биосфера в банке (колонка Виноградского)». Флуоресценция псевдомонад в зависимости от присутствия железа в среде.

6. Экология микроорганизмов (12 ч.)

Теоретические занятия.

Микрофлора почвы. Взаимосвязи растений и микроорганизмов. Взаимоотношения микробов между собой почвенными животными. Образование перегноя.

Микрофлора воды. Микробиологическая оценка воды, её очистка.

Микрофлора пищевых продуктов. Определение чистоты пищевых продуктов. Болезнетворные микроорганизмы пищевых продуктов и их уничтожение.

Микрофлора воздуха. Борьба за чистоту воздуха – важнейшее условие охраны окружающей среды.

Человеческий организм и бактерии. Микрофлора рта, кишечника, кожи, ее роль. Дисбактериоз, причины возникновения и профилактика.

Практические занятия.

Лабораторные работы. Общий микробиологический анализ почвы. Бактериологическое исследование воды. Просмотр микрофлоры молока. Определение числа бактерий в пастеризованном и сыром молоке.

Количественный учёт микроорганизмов, встречающихся в воздухе.

Экскурсия в СЭС или в лабораторию молочного завода.

7. Роль микроорганизмов в природе и жизни человека (12 ч.)

Теоретические занятия.

Распространение микроорганизмов в природе, почве, воде, воздухе. Роль микроорганизмов в круговороте веществ. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнения. Спиртовое брожение, вызываемое

дрожжами и бактериями и его практическое значение. Молочнокислое брожение. Распространение молочнокислых бактерий в природе. Важнейшие молочнокислые бактерии. Применение молочнокислых бактерий в промышленности. Маслянокислое брожение.

Биоповреждение технических объектов – как результат деятельности бактерий. Определение биоповреждения как явления. Бактерии – биоразрушители резины, лакокрасочных покрытий, горючего, древесины, бумаги, текстильных волокон, кожи. Защита от биоповреждений. Биогеотехнология и бактерии. Использование бактерий в горнодобывающей промышленности, выщелачивании металлов, обессеривании углей, борьбе с метаном в угольных шахтах, повышении нефтеотдачи пластов.

Генная инженерия и практическая микробиология. Производство ферментов, углеводов. Инженерная энзимология, синтез аминокислот.

Практические занятия.

Лабораторные работы. Спиртовое брожение; обнаружение CO_2 , количества образовавшегося спирта; качественные реакции на этиловый спирт (с кристаллическим йодом, с двухромовокислым калием).

Микроскопирование клеток дрожжей. Микроскопирование молочнокислых бактерий; молочнокислое брожение, определение молочной кислоты, образовавшейся в результате данного брожения; проведение качественной реакции на присутствие молочной кислоты.

Маслянокислое брожение, микроскопирование маслянокислых бактерий.

8. Влияние факторов окружающей среды на микроорганизмы (8 ч.)

Теоретические занятия. Физические факторы (температура, высушивание и др.). Химические факторы (рН-среды, действие разных веществ и др.). Биологические факторы (симбиоз, паразитизм, хищничество, антагонизм микробов).

Практические занятия. Лабораторные работы. Разливка питательных сред. Посев, пересев микробов, получение чистых культур. Влияние растворов минеральных солей CuSO_4 и NaHCO_3 на микробиологическую активность почвы.

9. Проектно - исследовательская деятельность (22 ч.)

9.1. Теоретические основы проектно-исследовательской работы *Теоретические занятия.*

Формулирование цели и задач исследования, разработка программы эксперимента. Основные требования к микробиологическому эксперименту.

Микробиологические методы, позволяющие работать с культурой непатогенных бактерий. Рост колонии микроорганизмов.

Обработка результатов эксперимента. Планирование возможных дальнейших теоретических исследований на основе выводов.

9.2. Представление проектно-исследовательских работ. Подведение итогов

Практические занятия.

Выявление (видение) проблемы; постановка (формулирование) проблемы. Формулирование предмета как объекта исследования. Постановка цели; прояснение неясных вопросов. Формулирование гипотезы. Планирование и разработка учебных действий; выбор методов исследования; сбор данных (накопление фактов, наблюдений, доказательств); проведение исследования; анализ и синтез собранных данных; сопоставление полученных данных и умозаключений; обработка результатов; проверка гипотез. Подготовка, написание работы; структура текста; публичная защита. Составление плана текста работы. Написание чернового варианта текста работы. Обсуждение наработок. Внесение правок. Теория успешного выступления для публики. План выступления. Подготовка презентации на основе выступления Выступление с использованием презентации.

Выступление с выполненными работами перед обучающимися группы на конкурсах и научно-практических конференциях.

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

В течение учебного года педагог проводит поэтапную диагностику успешности усвоения программного материала:

- входящий контроль (проверка знаний учащихся на начальном этапе освоения Программы);
- текущий контроль (в течение всего срока реализации Программы);
- итоговый контроль (заключительная проверка знаний, умений, навыков по итогам реализации Программы).

Входящий контроль проводится в первые дни обучения по Программе и имеет своей целью выявить исходный уровень подготовки обучающихся, для того чтобы скорректировать учебно-тематический план.

Текущий контроль проводится с целью определения степени усвоения обучающимися учебного материала и уровня их подготовленности к занятиям.

Этот контроль должен повысить ответственность и заинтересованность обучающихся в усвоении материала. Он позволяет своевременно выявить отстающих, а также опережающих обучения с целью наиболее эффективного подбора методов и средств обучения.

Итоговый контроль проводится с целью определения степени достижения результатов обучения, закрепления знаний и умений.

Виды диагностик:

- тестирование;
- опрос детей во время занятий;
- анализ выполненной работы на каждом занятии;
- самостоятельная творческая работа;
- проведение конкурсов, презентаций внутри группы;
- зачётные работы в конце тематического раздела;
- участие в конкурсных мероприятиях различного уровня;
- итоговая аттестация.

ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Методическое обеспечение реализации Программы

В ходе обучения по Программе используются:

- учебные пособия по микробиологии, микроэкологии, экологии, статистике, вирусологии;
- научная литература;
- методические указания по сбору, обработке проб, постановке эксперимента, проведения бактериологического и химического анализа;
- научно-популярная и детская научно-популярная литература;
- дидактические схемы;
- иллюстрации;
- видеофильмы;
- коллекции.

Результаты работы по Программе оформляются в виде научно-исследовательских работ.

Материально-технические условия реализации Программы

Учебно-производственное оборудование

Твердотельный термостат типа «Термит»	1
Микроцентрифуга mini	1
Центрифуга с охлаждением 15-50 мл 5810 R	1
Льдогенератор, чешуйки, 75 кг/сут, бункер 25 кг.	1
Автоматический счетчик клеток	1
Микроволновка	1
Холодильник (с нижним морозильником)	1
Микроскоп типа Axio с принадлежностями, с фотокамерой и набором фильтров	1
Проточный цитофлуориметр типа CytoFlex	1
Амплификатор в реальном времени с термоблоком 96 x 0.2 мл: 6 каналов детекции, температурный градиент, сенсорный дисплей	1
Спектрофотометр типа Nano Drop	1

- Материалы: лабораторная посуда, бактериологические петли, автоматические пипетки, предметные и покровные стекла, концентраты питательных сред, наборы красителей для окраски микропрепараторов:
- метиленовая синь.
- Микробиологическое оборудование для проведения анализов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список литературы, используемой при написании Программы

1. Аристовский В.М. Учебник медицинской микробиологии. – М.: Медиа, 2017. – 540 с.
2. Борисов Л.Б. Медицинская микробиология, вирусология, иммунология: Учебник. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2017. – 736 с.
3. Бурмester Г.Р. Наглядная иммунология. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017
4. Виноградский С.Н. Микробиология почвы: проблемы и методы. – М.: Медиа, 2017. – 896 с.
5. Современная микробиология: Прокариоты: в 2-х т.: Пер. с англ. Т.2 / Под ред. Й. Ленгелера, Г. Древиса, Г. Шлегеля. – М.: Мир, 2018. – 496 с.
6. Шапиро Я. С. Микробиология 10-11 классы/Серия: Библиотека элективных курсов. – М.: Вентана-Граф, 2018. – 272 с.

Нормативно-правовые документы

1. Методические рекомендации по проектированию дополнительных общеразвивающих программ (включая разноуровневые программы). / Приложение к письму Министерства образования и науки Российской Федерации № 09-3242 от 18.11.2015 г.