



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)

Институт агrobiотехнологий и землепользования
Кафедра биотехнологии, животноводства и химии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
воспитательной работе и
молодёжной политике, доцент
_____ А.В. Дмитриев
«16» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы биотехнологии

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки
Агропромышленная биотехнология

Форма обучения
очная

Казань – 2024 г.

Составитель:

доцент, к.т.н.
Должность, ученая степень, ученое звание

Савдур Светлана Николаевна
Ф.И.О.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры биотехнологии животноводства и химии «22» апреля 2024 года (протокол № 9)

Заведующий кафедрой:

д. с/х н., доцент
Должность, ученая степень, ученое звание

Шайдуллин Радик Рафаилович
Ф.И.О.

Рассмотрена и одобрена на заседании методической комиссии Института агробiotехнологий и землепользования «24» апреля 2024 года (протокол № 8)

Председатель методической комиссии:

доцент, к.с/х.н.
Должность, ученая степень, ученое звание

Сержанова Альбина Рафаиловна
Ф.И.О.

Согласовано:

Директор

Сержанов Игорь Михайлович
Ф.И.О.

Протокол ученого совета института № 12 от «24» апреля 2024 года

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, направленность (профиль) «Агропромышленная биотехнология», обучающийся по дисциплине «Основы биотехнологии» должен овладеть следующими результатами:

Код индикатора достижения компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен изучать, анализировать, использовать биологические объекты и процессы, опираясь на законы и закономерностях математических, физических, химических и биологических наук и их взаимосвязях	
ОПК-1.2	Изучает биологические объекты и процессы, анализирует и использует их, применяя законы и закономерности химических и биологических наук и их взаимосвязи	<p>Знать: характеристику основных классов продуцентов, используемых в процессах биотехнологии; основные закономерности ферментативных реакций и роста микроорганизмов;</p> <p>методы выращивания микроорганизмов</p> <p>Уметь: проводить экспериментальные работы по выращиванию микроорганизмов в лабораторных условиях</p> <p>Владеть: навыками исследований, проводить обработку и анализ результатов исследований в биотехнологии</p>

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина относится к обязательной части блока 1 «Дисциплины». Изучается в 4 семестре, 2 курса очной формы обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного

плана: «Общая генетика и генетика микроорганизмов», «Общая биология», «Химия органическая», «Химия неорганическая и аналитическая».

Дисциплина является основополагающей, при изучении следующих дисциплин: «Промышленная микробиология», «Биотехнологии бродильных производств», «Производство биопрепаратов для растениеводства», «Биотехнология биологически активных веществ», «Основы генетической инженерии», «Технологии ферментных препаратов», «Биотехнология кормопроизводства», «Биотехнология хлебопекарного производства», «Биотехнология молочного производства», «Биотехнология мясного производства»

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 часов.

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий, в часах

Вид учебных занятий	Очная форма	
	Семестр 4	
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час)	69	
в том числе:		
- лекции, час	34	
в том числе в виде практической подготовки, час	0	
- лабораторные занятия, час	34	
в том числе в виде практической подготовки, час	0	
- экзамен, час	1	
Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)	12	
в том числе:		
- подготовка к лабораторным занятиям, час	5	
- работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час	7	
- выполнение контрольных работ, час	0	
- подготовка к экзамену, час	27	
Общая трудоемкость	час	108
	з.е.	3

4 Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

№ те-мы	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, в часах			
		лекции	лабораторные работы	всего аудиторных часов	самостоятельная работа
		очно	очно	очно	очно
1	Введение	2	4	2	1
2	Культура изолированных органов, тканей и клеток растений. Дедифференциация и морфогенез растительных клеток <i>in vitro</i> : технология управления	6	4	10	1
3	Фитогормоны – ключевые регуляторы метаболизма растений	4	4	8	1
4	Микроклональное размножение растений. Использование культуры тканей и клеток в селекции растений.	4	4	8	2
5	Получение биологически активных веществ растений <i>in Vitro</i>	4	4	8	1
6	Молекулярные основы и некоторые механизмы взаимоотношений в системе растение - патоген	4	4	8	2
7	Механизмы повышения адаптационного потенциала и продуктивности растений в сообществе с микроорганизмами	4	4	8	2
8	Молекулярно-генетический анализ и маркирование признаков у растений	6	6	12	2
	Итого	34	34	68	12

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержание раздела (темы) дисциплины	Время, ак.час	
		очная	
		всего	в том числе в виде практической подготовки
1	Раздел 1. Введение	1	
	<i>Лекции</i>		
1.2	<p>Определение биотехнологии. Биотехнология растений как отрасль сельскохозяйственной биотехнологии. Исторически древние биотехнологии: хлебопечение, виноделие, пивоварение.</p> <p>Предмет и задачи биотехнологии растений. Традиционная и новейшая биотехнологии растений.</p>	2	-
	<i>Лабораторные работы не предусмотрены</i>		
2	Раздел 2. Культура изолированных органов, тканей и клеток растений. Дедифференциация и морфогенез растительных клеток in vitro: технология управления	2	
	<i>Лекции</i>		
2.1	<p>Специфические термины в биотехнологии растений. Физиология и генетика растений – основа биотехнологии растений. Основы организации работ и материальное обеспечение лаборатории биотехнологии. Особенности оборудования и техника безопасности работы в лаборатории биотехнологии. Культивирование изолированных органов, тканей и клеток in Vitro. Условия культивирования растений, органов, тканей, клетки протопластов на искусственных питательных средах. Основные принципы составления питательных сред.</p>	6	-
	<i>Лабораторные работы</i>		
2.2	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ознакомиться с методом культивирования клеток, тканей и органов растений на искусственных питательных средах. 2. Методы стерилизации растительного материала, посуды, инструментов и питательных сред. 3. Выращивание стерильных проростков. 4. Культура изолированных зародышей. 5. Основы глубинного культивирования с применением активной аэрации. 6. Получение растений-близнецов из 	4	-

	половинок зародышей. 7. Методы экстрагирования и очистки ферментов, витаминов или липидов. 8. Получение и подготовка углеводного		
3	Раздел 3. Фитогормоны – ключевые регуляторы метаболизма растений		3
<i>Лекции</i>			
3.1	Определение фитогормонов и регуляторов роста растений. История открытия и классы фитогормонов. Новые классы фитогормонов. Физиологические тест-системы для выявления фитогормонов отдельных классов. Механизмы проявления активности некоторых фитогормонов.	4	-
<i>Лабораторные работы</i>			
3.2	1. Выявить индукцию синтеза амилазы клетками алейронового слоя под действием гиббереллина. 2. Определить растяжение клеток coleoptily пшеницы под действием ауксина и гиббереллина.	4	-
4	Раздел 4. Микрклональное размножение растений. Использование культуры тканей и клеток в селекции растений		
<i>Лекции</i>			
4.1	Особенности растительных меристем. Культура изолированных меристем. Этапы клонального микро-размножения растений. Микрочеренкование. Оздоровление растений с помощью клонального микро-размножения. Основы техники и технологии получения без-вирусного посадочного материала картофеля, земляники, смородины и других культур. Культивирование отдельных клеток. Получение, культивирование и гибридизация протопластов. Использование изолированных протопластов в клеточной селекции и генной инженерии.	4	-
<i>Лабораторные работы</i>			
4.2	1. Выделение и культивирование апикальных меристем картофеля. Микро-размножение картофеля черенкованием побегов. 2. Выделение и культивирование апикальных меристем земляники и микрклональное размножение земляники. Индукция корнеобразования при микрклональном размножении	4	-
5	Раздел 5. Получение биологически активных веществ растений in Vitro		
<i>Лекции</i>			
	Основные классы вторичных соединений и их практическое применение: фенолы, терпеноиды,		

5.1	амины, алкалоиды, гликозиды, стероиды. Особенности синтеза природных соединений in Vivo и in Vitro. Синтез биологически активных соединений в культуре каллусов и суспензионной культуре клеток, способы активации синтеза и повышения продукции вторичных метаболитов. Технология промышленного культивирования клеток растений.	4	-
<i>Лабораторные работы</i>			

5.2	1. Биологически активные соединения растений, используемые в медицине, пищевой промышленности, производстве косметических препаратов. 2. Основные классы вторичных соединений и их практическое применение: фенолы, терпеноиды, амины, алкалоиды, гликозиды, стероиды. Технология промышленного культивирования клеток растений 3. Технологии приготовления продуктов микробного синтеза и контроль их качества.	4	-
-----	--	---	---

6	Раздел 6. Молекулярные основы и некоторые механизмы взаимоотношений в системе растение - патоген	6
----------	---	----------

<i>Лекции</i>			
---------------	--	--	--

6.1	Иммунитет и устойчивость растений к фитопатогенам. Историческое развитие теории иммунитета растений. Н.И. Вавилов – выдающийся ученый, основатель современной теории иммунитета растений к инфекционным болезням. Грибы, как фитопатогенные микроорганизмы, их типы питания на растении-хозяине. Теория Флора геннаген – основа современных представлений о механизмах молекулярных взаимодействия между растением-хозяином и паразитом.	4	-
-----	---	---	---

<i>Лабораторные работы</i>			
----------------------------	--	--	--

6.2	1. Иммунитет и устойчивость растений к фитопатогенам. 2. Грибы, как фитопатогенные микроорганизмы, их типы питания на растении-хозяине. Сигнальные молекулы и сигналинг у растений при патогенезе. Индукция устойчивости у растений и вещества-индукторы..	6	-
-----	---	---	---

7	Раздел 7. Механизмы повышения адаптационного потенциала и продуктивности растений в сообществе с микроорганизмами	
----------	--	--

<i>Лекции</i>			
---------------	--	--	--

7.1	Симбиоз и симбиотические микроорганизмы. Симбиотические азотфиксаторы: виды, основные биологические свойства и значение в жизни растений. Перспективы повышения активности и создания симбиотических азотфиксирующих систем растение-	4	-
-----	---	---	---

	микроорганизм методами генной инженерии. Формы фосфатов и фосфорное питание растений.		
<i>Лабораторные работы</i>			
7.2	<p>1. Основные биогенные факторы окружающей среды, стимулирующие рост и продуктивность растений.</p> <p>· Симбиоз и симбиотические микроорганизмы.</p> <p>2. Перспективы повышения активности и создания симбиотических азотфиксирующих систем растение-микроорганизм методами генной инженерии.</p> <p>3. Метод кокультивирования протопластов с <i>Agrobacterium tumefaciens</i>. Методы определения pH среды</p>	6	-
8	Раздел 8. Молекулярно-генетический анализ и маркирование признаков у растений		
<i>Лекции</i>			
8.1	<p>Биохимическая оценка мировых генетических ресурсов растений: В.Г. Конарев – один из основных авторов разработки системы генетического маркирования признаков у растений. Понятие о молекулярных маркерах. Молекулярное маркирование ГРР основано на полиморфизме белков и нуклеиновых кислот. Преимущество ДНК-белковых маркеров. Запасные белки семян и их электрофорез – основа регистрации ГРР. Электрофореграммы запасных белков семян по принципу штрих-кодирования.</p>	6	-
<i>Лабораторные работы</i>			
8.2	<p>· 1. Центры происхождения культурных растений.</p> <p>· 2. Мировая коллекция ВИР им. Н.И.Вавилова.</p> <p>3. Понятие о молекулярных маркерах. Перспективы использования белковых и ДНК-маркеров для идентификации ГРР.</p>	6	-

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Выдающиеся ученые и открытия биологии: научно-популярное издание / В.М. Пахомова, Е.К. Бунтукова, Н.А. Кузнецова, Н.Л. Шаронова. - Казань: Казанский ГАУ, 2009. – 191 с.
2. Микроорганизмы в растениеводстве и биотехнологии: учебное пособие. / Е.К. Бунтукова, В.М. Пахомова – Казань: Изд-во КГСХА, 2006. – 104 с.
3. Пахомова В.М. Научно-методические основы биотехнологий в растениеводстве / В.М. Пахомова, А.И. Даминова – Казань: Издательство Казан. ун-та, 2018. - с.
4. Пахомова В.М. Микробоценоз почвы и устойчивость растений в условиях техногенеза / В.М. Пахомова, И.А. Гайсин, А.И. Даминова, Н.Л. Шаронова, Н.А. Кузнецова. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2019. – 308 с.
5. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии. – М.: «Академия», 2003.
6. Шевелуха В.С. Сельскохозяйственная биотехнология. – М.: Высшая школа, 1998, 2003 г.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Основы биотехнологии» включает аудиторную и внеаудиторную самостоятельную работу в течение семестра.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется в форме выполнения заданий на практических занятиях, а также выполнения заданий для текущего контроля знаний по завершении изучения темы.

Внеаудиторная самостоятельная работа включает: подготовку к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля; завершение заданий, предусматривающих работу с законодательными и нормативными материалами, выполняемых студентами на практических занятиях; подготовку к аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа выполняется студентами в читальных залах библиотеки, компьютерных классах, а также в домашних условиях.

Все виды самостоятельной работы студентов подкреплены учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, необходимое программное обеспечение. Студенты имеют контролируемый доступ к ресурсу Интернет.

Примерная тематика курсовых проектов

Не предусмотрено

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Представлен в приложении к рабочей программе дисциплины «Основы биотехнологии»

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная учебная литература:

1. Акимова, С. А. Биотехнология : учебное пособие / С. А. Акимова, Г. М. Фирсов. — 2-е изд. — Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2018. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-

библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112369>

2. Гайнулина, М. К. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : учебное пособие / М. К. Гайнулина, А. Н. Волостнова, О. А. Якимов. — Казань : КГАВМ им. Баумана, 2019. — 88 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129425> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Павловская, Н.Е. Основы биотехнологии: учебное пособие / Н. Е. Павловская, И. В. Горькова, И. Н. Гагарина, А. Ю. Гаврилова. — Орел : ОрелГАУ, 2013. — 215 с. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71482>
4. Зипаев Д.В. Биотехнология пищевых продуктов : учебное пособие / Зипаев Д.В.. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. — 182 с. — ISBN 978-5-7964-2340-0. — Текст : электронный // IPR SMART : электронно-библиотечная система . — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122179.html> — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Дополнительная учебная литература

1. Шевелуха В.С. и др. Сельскохозяйственная биотехнология: Учеб. – 2-ое изд., перераб. И доп. – М.: Высш. Школа, 2003. – 469 с.
2. Егорова Т.А. Основы биотехнологии. Москва: изд-во Академия, 2003. – 280 с.
3. Бунтукова Е.К., Пахомова В.М. Сельскохозяйственная биотехнология. – Казань: КГСХА, 2004. – 82 с.
4. Муромцев Г.С., Бутенко Р.Г., Тихонов Т.И., Прокопьев М.И. Основы сельскохозяйственной биотехнологии /. – М.: Агропромиздат, 1990. – 384 с.
5. Евстигнеева Т.Н. Основы биотехнологии пищевых продуктов: Учебно-методическое пособие Изд.: Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2017. – 95 с. <https://e.lanbook.com/book/110483>
6. Безгин, В.М. Промышленная биотехнология: учебное пособие / составители В. М. Безгин [и др.]. — Курск: Курская ГСХА, 2017. — 116 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134849>
7. Штерншис М.В., Андреева И.В., Томилова О.Г. Биологическая защита растений Издательство "Лань", 2019. – 332 с. <https://e.lanbook.com/book/11>

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Сайт Центральной научной сельскохозяйственной библиотеки. – [Электрон. ресурс]. – <http://www.cnshb.ru>
2. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ (МинсельхозРос-сии). <http://www.mcsx.gov.ru/>
3. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. <http://agro.tatarstan.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
5. Электронно-библиотечная система «IPR SMART» <https://www.iprbookshop.ru>

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, лабораторные, самостоятельная работа студентов.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса.

Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;

- выделить маркерами основные положения лекции;
- структурировать лекционный материал с помощью помет на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.
3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.
5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению лабораторного задания.

Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа обучающихся регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к лабораторным (практическим) занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы, а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на лабораторных (практических) занятиях, контроль знаний студентов.

Перечень методических указаний по дисциплине:

1. Бунтукова Е.К., Пахомова В.М. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебное пособие с грифом УМО. – Казань: КГСХА, 2004. – 82 с.
2. Бунтукова Е.К., Пахомова В.М. Методические указания и задания к лабораторно-практическим занятиям по биотехнологии с/х растений. – Казань: КГСХА, 2003. – Часть I и II – 65 с.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Форма проведения занятия, самостоятельной работы	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
Лекции	Мультимедийные технологии в сочетании	нет	1. Операционная система Microsoft Windows 7 Enterprise для образования
Практические занятия			

Самостоятельная работа	с технологией проблемного изложения		<p>тельных организаций.</p> <p>2. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office Standard 2016</p>
			<p>3. LMS Moodle (модульная объектно ориентированная динамическая среда обучения). Software free General Public Licens(GPL).</p> <p>4. «Антиплагиат. ВУЗ». ЗАО «Анти-Плагиат»</p>

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лекции	<p>Учебная аудитория 30 для проведения занятий лекционного типа</p> <p>Набор учебной мебели, стул преподавательский – 1 шт.; доска меловая – 1 шт.; освещение доски – 1 шт.; трибуна – 1 шт., мультимедиа проектор – 1 шт., экран – 1 шт.</p>
Практические работы	<p>Учебная аудитория 30 для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультации, текущего контроля и промежуточной аттестации</p> <p>1. Микроскоп «Микромед С-11»; весы ЕК- 6000 i, весы НЛ-100, фотозлектроколориметр, мешалка магнитная, собиратель фракций; прибор для определения каталазы, термометры спиртовые, колбогрейки, прибор Варбурга, сушилка ГС-121.</p> <p>2. Лабораторная посуда: предметные и покровные стекла, пинцеты, капельницы, ванночки для стекол, скальпели, спиртовки, ступки, штативы с пробирками, химические стаканчики, мерные цилиндры, воронки, чашки Петри, фильтровальная бумага.</p> <p>Учебные плакаты, слайды, фильмы.</p>
Самостоятельная работа	<p>Учебная аудитория 18 – помещение для самостоятельной работы обучающихся. Специализированная мебель – столы, стулья, парты. 8 компьютеров, принтер</p>