



Факультет	Естественных наук	
Кафедра	Биологии и технологий живых систем	
Направление подготовки	06.06.01 Биологические науки	
Направленность	Физиология и биохимия растений	
	Энзимология	Б1.В.ДВ.02.01

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тульский государственный педагогический Университет им. Л. Н. Толстого»  
(ФГБОУ ВО «ТГПУ им. Л. Н. Толстого»)

УТВЕРЖДЕНА  
на заседании Ученого совета университета  
протокол № 8 от «31» августа 2017 г.

## Рабочая программа дисциплины «Энзимология»

**Трудоемкость: 3 зачетные единицы**

**Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь**

**Форма обучения: очная**

**Год начала подготовки: 2015**

Заведующий кафедрой БиТЖС

В.В. Иванищев

Декан ФЕН

И.В. Шахкельдян

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы .....	3
2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры.....	3
3. Объем дисциплины и виды учебной работы.....	3
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий.....	4
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	5
6. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.....	6
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.....	6
6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	6
6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	7
6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	7
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.....	9
7.1. Основная литература .....	10
7.2. Дополнительная литература.....	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины .....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем .....	11
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	11
12. Аннотация рабочей программы дисциплины.....	12
13. Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины.....	13
Разработчик (и):.....	14

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Достижение планируемых результатов обучения, соотнесенных с общими целями и задачами ОПОП, является целью освоения дисциплины.

Планируемые результаты освоения образовательной программы (код и название компетенции)	Планируемые результаты обучения	Этапы формирования компетенции в процессе освоения образовательной программы
способность применять основные теории, концепции и методологию физиологии и биохимии растений, как науки, изучающей многообразие процессов, обеспечивающих устойчивый рост и развитие растительных организмов, в профессиональной деятельности (ПК-1)	<p><b>Выпускник знает:</b> – Теоретические и практические основы энзимологии.</p> <p><b>Выпускник умеет:</b> – Анализировать изменение ферментативных процессов, как отражение изменений физиологического и биохимического состояния растений</p> <p><b>Выпускник владеет:</b> – Методами определения активности ключевых ферментов, изменение активности которых отражается на физиологическом и биохимическом состоянии растений</p>	в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП
способность проектировать и осуществлять теоретические и экспериментальные исследования в области физиологии и биохимии растений (ПК-2)	<p><b>Выпускник знает:</b> – Теоретические и практические основы энзимологии.</p> <p><b>Выпускник умеет:</b> – Анализировать изменение ферментативных процессов, как отражение изменений физиологического и биохимического состояния растений</p> <p><b>Выпускник владеет:</b> – Методами определения активности ключевых ферментов, изменение активности которых отражается на физиологическом и биохимическом состоянии растений</p>	в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Энзимология» относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин образовательной программы (Блок 1).

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Объем зачетных единиц/часов по формам обучения
	<i>очная</i>
Максимальная учебная нагрузка (всего)	3/108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего)	20
в том числе:	
– лекции	10

Энзимология	Б1.В.ДВ.02.01
– практические занятия(включая защиту отчета по практическим работам)	10
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	52
в том числе:	
– внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лекционным занятиям	12
– внеаудиторная самостоятельная работа по подготовке к лабораторным занятиям и защите отчета	40
Подготовка к экзамену	36
Промежуточная аттестация в форме экзамена (5 семестр)	

#### 4. СОДЕРЖАНИЕДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

Наименование тем (разделов).	Количество академических или астрономических часов по видам учебных занятий		
	Занятия лекционного типа	Занятия практического типа	Самостоятельная работа обучающихся
Тема 1. Подходы к изучению ферментов	2	2	10
Тема 2. Основные свойства ферментов	2	2	10
Тема 3. Основы ферментативного катализа	2	2	10
Тема 4. Методы определения кинетических констант	2	2	12
Тема 5. Подходы к изучению аллостерических ферментов	2	2	10
Подготовка к экзамену	36		
Экзамен			
<b>ИТОГО:</b> 108 час.	10	10	52

##### Тема 1. Подходы к изучению ферментов.

Введение. Ферменты как особые представители катализаторов. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии. Применение ферментов в промышленности, сельском хозяйстве, медицине.

Методы качественного и количественного определения ферментов. Понятие компартиментализации на примере лизосомальных, митохондриальных, хлоропластных ферментов. Изозимы. Методы выделения и очистки ферментов: гомогенизация, центрифугирование, высаливание, гель-фильтрация и хроматография, электрофорез, кристаллизация. Критерии чистоты ферментов. Единицы измерения активности..

##### Тема 2. Основные свойства ферментов.

Молекулярность и порядок ферментативной реакции. Многообразие структурной организации ферментов. Строение ферментов. Состав, молекулярная масса и субъединичная структура ферментов. Гомо-, гетеро- и полимерные формы. Изозимы. Мультиэнзимные и полиферментные комплексы. Коферменты и простетические группы.

Свойства ферментов. Механизмы ферментативного катализа. Энергетический барьер реакции и энергия активации фермента. Фермент-субстратный комплекс и природа связей, участвующих в его образовании. Активный и аллостерический центры ферментов. Состав и строение.

##### Тема 3. Основы ферментативного катализа.

Кинетика ферментативного катализа. Обратимость реакций и специфичность действия ферментов. Переходное состояние субстрата в процессе реакции. Абсолютная и групповая специфичность ферментов. Кинетические кривые.

Влияние концентрации фермента, суб-стратов реакции, эффекторов, температуры и pH на скорость ферментативной реакции. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратная константа –  $K_s$  и константа Михаэлиса –  $K_m$ . Физический смысл константы Михаэлиса. Максимальная скорость реакции. Число оборотов фермента..

Тема 4. Методы определения кинетических констант.

Определение кинетических констант (методы Лайнуивера-Берка, Вульфа-Хайнса, Иди-Хофсти, Эйзенталя и Корниш-Боуден). Ингибиторы ферментов. Кинетическая классификация ингибиторов. Необратимое и обратимое ингибирование. Типы ингибирования – конкурентный, бесконкурентный, смешанный. Константа ингибирования –  $K_i$ , методы ее определения..

Тема 5. Подходы к изучению аллостерических ферментов.

Аллостерические ферменты. Понятие аллостерических центров. Особенности кинетики действия аллостерических ферментов. Особенности определения активности ферментов на конкретных примерах: Рубиско, МДГ и др. Коэффициент Хилла. Структура активных центров на примере ЛДГ, СОД, карбоксипептидазы или иного фермента.

## 5. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа по дисциплине имеет своей целью получение необходимых знаний и умений для подготовки к выполнению практических работ, при условии самостоятельной работы с литературой (основной и дополнительной) используя ресурсы НОБИ-центра университета, ЭБС.

Тематика практических работ, порядок выполнения и контроля самостоятельной работы аспирантов соответствует приведенному в разделе 4 данного документа.

В перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы аспирантов входят:

1. Биохимия. Под редакцией Е.С. Северина. 5-е изд. испр. и доп. М: ГЕОТАР-Медиа, 2014.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия: учебник. – М: ГЕОТАР-Медиа, 2014. – 416 с.
3. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. М.: Высшая школа, 2005
4. Гавриленко В.Ф. и др. Большой практикум по физиологии фотосинтеза. М., 2006.
5. Иванищев В.В. Биохимический эксперимент, Тула, 2002
6. Жуков Н.Н., Иванищев В.В. Биохимия и молекулярная биология. Учебно-метод пособие. Тула, 2015.
7. Иванищев В.В. Об определении эффективности карбоксилирования у растений, обладающих механизмом концентрирования  $CO_2$  // Физиология растений, 1992, т. 39, № 3, с. 437-444.
8. Иванищев В.В. Биологическое значение метаболизма оксалоацетата в хлоропластах С-3 растений // Физиология растений, 1997, т. 44, № 3, с. 462-470.
9. Шишкин В.А., Иванищев В.В. Влияние генотипа и освещённости на выживаемость растений арабидопсиса в условиях средневолнового ультрафиолета // Физиология растений, 1997, т. 44, № 5, с. 742-748.
10. Вайшля О.Б., Иванищев В.В. Характеристика фотосинтеза и дыхания изогенных линий гороха в связи с явлением гетерозиса // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 1999, № 1, с. 5-7.
11. Вайшля О.Б., Иванищев В.В. Активность ферментов хлоропластов и содержание метаболитов в листьях хлорофилльных мутантов гороха посевного и их гибридов // Сельскохозяйственная биология, 2003, № 1, с. 68-71.
12. Вайшля О.Б., Иванищев В.В. Изменчивость уровня активности ферментов дыхания на примере гибридов *Pisum sativum* (L.), обладающих гетерозисом по урожаю и высоте растений // Сибирский экологический журнал, 2003, № 1, с. 107-112.

13. Вайшля О.Б., Иванищев В.В. Фотосинтетические характеристики гетерозисных форм *Pisum sativum* (L.) и их родительских линий в связи с продуктивностью // Сибирский экологический журнал, 2003, № 1, с. 113-118.
14. Иванищев В.В. Новые аспекты в изучении адаптации растений к воздействию металлов. Тульский экологический бюллетень, Тула: Гриф и К, 2007. – С. 274-277.
15. Гарифзянов А.Р., Иванищев В.В. и др. Сравнительный анализ активности компонентов антиоксидантной системы древесных растений в условиях техногенного стресса // Известия ТулГУ. Естественные науки. Вып. 1. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. – с. 166-178.
16. Гарифзянов А.Р., Иванищев В.В. Физиологические реакции *Acer platanoides* L. на стресс, вызванный загрязнением среды тяжелыми металлами // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 9 – С. 331-334  
URL: [www.rae.ru/fs/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=7980723](http://www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=7980723) (дата обращения: 24.08.2011).
17. Гарифзянов А.Р., Жуков Н.Н., Иванищев В.В. Образование и физиологические реакции активных форм кислорода в клетках растений // Современные проблемы науки и образования. – 2011. – № 2, 21 с.; URL: [www.science-education.ru/96-4600](http://www.science-education.ru/96-4600) (дата обращения: 02.09.2011).

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Формирование профессиональных компетенций "способность применять основные теории, концепции и методологию физиологии и биохимии растений, как науки, изучающей многообразие процессов, обеспечивающих устойчивый рост и развитие растительных организмов, в профессиональной деятельности" (ПК-1); способность проектировать и осуществлять теоретические и экспериментальные исследования в области физиологии и биохимии растений (ПК-2) осуществляется в несколько этапов в соответствии с учебным планом и планируемыми результатами освоения ОПОП, соотнесенными с планируемыми результатами обучения по каждой дисциплине (модулю) и практике.

### 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенций	Показатели оценивания	Критерии оценивания
Знания	Теоретические и практические основы энзимологии.	Критерии оценивания компетенции сформированы на основе балльно-рейтинговой системы дисциплины по общей сумме баллов, превышающей установленное минимальное значение балльно-рейтинговой шкалы (пункты 6.3, 6.4).
Умения	Анализировать изменение ферментативных процессов, как отражение изменений физиологического и биохимического состояния растений	
Навыки	– Владение методами определения активности ключевых ферментов, изменение активности которых отражается на физиологическом и биохимическом состоянии растений	

Критерии оценивания компетенции сформированы на основе балльно-рейтинговой системы дисциплины (БРСД) с помощью комплекса методических материалов, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих данный этап формирования компетенций (пункты 6.3, 6.4).

**6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

*Примерные тесты для контроля знаний*

1. Выберите неправильный ответ: Различают химические реакции:

Нулевого порядка

Первого порядка

Второго порядка

Порядок реакции определить невозможно\*

2. Снижение удельной активности фермента в ходе реакции обычно объясняется:

Накоплением продукта реакции\*

Уменьшением концентрации субстрата реакции

Увеличением температуры реакции в ходе её протекания

Изменением давления атмосферы в ходе протекания реакции

3. Выберите верный ответ:

Максимальная скорость реакции равна константе скорости реакции

Максимальную скорость реакции можно определить при концентрации субстрата, равной 1

М

Максимальная скорость реакции – это величина теоретическая, но её можно рассчитать из результатов специального опыта\*

Нельзя определить никаким способом

4. Выберите верный ответ: Константа Михаэлиса:

Понятие – теоретическое и не имеет физического смысла

Значительно отличается от величины константы связывания

Равна концентрации фермента в реакционной смеси

Равна концентрации субстрата, при которой скорость реакции равна половине максимальной\*

ной\*

5. Выберите правильный ответ

Константа Михаэлиса всегда больше каталитической константы скорости реакции

Константа Михаэлиса всегда больше константы диссоциации фермент-субстратного комплекса

Константа скорости реакции равна максимальной скорости реакции

Константа скорости реакции всегда меньше константы Михаэлиса

6. Ингибиторы \_\_\_\_\_ скорость ферментативной реакции

7. Активаторы \_\_\_\_\_ скорость ферментативной реакции

8. Эффекторы:

Изменяют концентрацию фермента в ходе реакции

Изменяют скорость реакции\*  
 Изменяют рН раствора  
 Изменяют число активных центров ферментов

9. Температура реакции НЕ влияет на:  
 Начальную концентрацию фермента\*  
 Константу Михаэлиса  
 Максимальную скорость реакции  
 Начальную скорость реакции

10. рН реакции НЕ влияет на:  
 Константу Михаэлиса  
 Максимальную скорость реакции  
 Начальную скорость реакции  
 Начальную концентрацию фермента\*

11. С увеличением температуры реакции *in vitro* происходит всё, КРОМЕ:  
 Повышения скорости реакции  
 Увеличения активности фермента  
 Появления в среде эффекторов реакции\*  
 Изменения конформации фермента

#### **Вопросы для подготовки к экзамену**

1. Особенности ферментов, как биологических катализаторов.
2. Ферменты, как показатели состояния организма.
3. Методы качественного и количественного определения ферментов.
4. Компарментализация ферментов в клетке и организме. Изозимы.
5. Основные методические подходы к выделению и очистке ферментов.
6. Единицы измерения активности ферментов.
7. Кинетика ферментативного катализа. Кинетические кривые.
8. Кривые зависимостей скорости ферментативной реакции от концентрации фермента, субстратов реакции, эффекторов, температуры и рН среды.
9. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Физический смысл константы Михаэлиса. Методы определения кинетических констант.
10. Особенности строения и кинетики действия аллостерических ферментов.

#### **6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Для текущей оценки сформированности теоретических знаний по дисциплине используется опрос по материалам лекций и/или тестовые задания. Оценка теоретических знаний, умений и навыков, сформированных в процессе выполнения практических работ, осуществляется в форме письменного опроса (составная часть отчета по практической работе) и/или (тестовые задания), выполнения практических заданий и процесса защиты практической работы.

Для всех дисциплин максимальное число баллов, набранных аспирантом – 100.

Максимальное количество баллов балльно-рейтинговой системы дисциплины (БРСД), набранных аспирантом в процессе освоения дисциплины, выбрано на основе метода экспертной оценки и представлено в таблице:

Форма организации обучения. Наименование темы	Максимальный балл (БРС)
Лекция № 1. Подходы к изучению ферментов	4



Энзимология	Б1.В.ДВ.02.01
Практическая работа № 1. Выделение ферментов	10
Лекция № 2. Основные свойства ферментов	4
Практическая работа № 2. Частичная очистка ферментов	10
Лекция № 3. Основы ферментативного катализа	4
Практическая работа № 3. Определение свойств фермента	10
Лекция № 4. Методы определения кинетических констант	4
Практическая работа № 4. Определение кинетических констант фермента	10
Лекция № 5. Подходы к изучению аллостерических ферментов	4
Практическая работа № 5. Определение локализации фермента	10
Экзамен	30
<b>Итого:</b>	<b>100</b>

В общем случае оценка знаний, умений, навыков деятельности на этапах текущего контроля осуществляется согласно следующему методике: выполнение практической работы – 4 балла; защита работы – 6 баллов. Итого: 10 баллов.

Результаты оценивания сформированности знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций фиксируются в БРСД, итоговый показатель заносится в зачетно-экзаменационную ведомость дисциплины.

**Корреляция между стобальной системой оценивания БРСД  
и оценкой (отметкой) на промежуточной аттестации**

БРС	Оценка (отметка) на промежуточной аттестации
81–100	«отлично»
61–80	«хорошо»
41–60	«удовлетворительно»
0–40	«не удовлетворительно»

Оценка «отлично» выставляется если в процессе освоения дисциплины и сдачи экзамена сумма баллов БРСД находится в диапазоне значений 81–100. При этом аспирант освоил программный материал всех разделов, успешно прошел текущий контроль успеваемости по дисциплине, последователен в изложении программного материала, продемонстрировал на экзамене индивидуальные знания, умениями и навыки практической работы.

Оценка «хорошо» выставляется если в процессе освоения дисциплины и сдачи экзамена сумма баллов БРСД находится в диапазоне значений 61–80. При этом аспирант освоил учебный материал по дисциплине, владеет и пользуется при ответе понятиями, ориентируется в изученном материале, осознанно применяет знания для решения практических задач, грамотно излагает ответ, но содержание и форма ответа содержит некоторые отдельные неточности.

Оценка «удовлетворительно» выставляется если в процессе освоения дисциплины и сдачи экзамена сумма баллов БРСД находится в диапазоне значений 41–60. При этом аспирант показывает знания и понимание основных положений учебного материала по дисциплине, но излагает его неполно, не последовательно, допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения практических задач, не умеет доказательно обосновать свои суждения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется если в процессе освоения дисциплины и сдачи экзамена сумма баллов БРСД находится в диапазоне значений 0–40. При этом аспирант не знает отдельных разделов программного материала, непоследователен в его изложении, не прошел текущий контроль успеваемости, не в полной мере владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками при выполнении практических заданий.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1. Основная литература

1. Биохимия [Текст] : учебник для студентов медицинских вузов / ред. Е. С. Северин. - 5-е изд., исправл. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 768 с.
2. Тюкавкина Н.А., Бауков Ю.И., Зурабян С.Э. Биоорганическая химия: учебник. – М: ГЕОТАР-Медиа, 2015. – 416 с.
3. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. М.: Высшая школа, 2005

### 7.2. Дополнительная литература

1. Гавриленко В.Ф. и др. Большой практикум по физиологии фотосинтеза. М., 2006.
2. Иванищев, Виктор Васильевич. Биохимический эксперимент. Проведение, обработка и интерпретация результатов [Текст]: практикум для студентов факультетов химико-биологических специальностей педагогических университетов / В. В. Иванищев. - Тула : ТГПУ им. Л. Н. Толстого, 2002. - 75 с.
3. Жуков Н.Н., Иванищев В.В. Биохимия и молекулярная биология. Учебно-метод пособие. Тула, 2015.

## 8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Официальный ресурс Министерства образования и науки Российской Федерации.– Режим доступа: <http://xn--80abucjiiibhv9a.xn--p1ai/%D0%B4%D0%BE%D0%BA%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%8B?keywords=114>(дата обращения 19.06.2016).
2. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тульский государственный педагогический университет им. Л. Н. Толстого» – Режим доступа: <http://tsput.ru> (дата обращения 19.06.2016).
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. – Режим доступа: <http://elibrary.ru> (дата обращения 19.06.2016).
4. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования.– Режим доступа: <http://standart.edu.ru/catalog.aspx?CatalogId=2588>(дата обращения 19.06.2016).
5. Национальный Электронно-Информационный Консорциум (НЭИКОН). – Режим доступа: <http://www.neicon.ru/> (дата обращения 19.06.2016).
6. Информационные системы научных учреждений Российской академии наук – Режим доступа: <http://www.ras.ru/sciencestructure/informationssystem.aspx>(дата обращения 19.06.2016).
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России (ГПНТБ России). – Режим доступа: <http://gpntb.ru/> (дата обращения 19.06.2016).
8. Научная электронная библиотека ГПНТБ России. – Режим доступа: <http://ellib.gpntb.ru/> (дата обращения 19.06.2016).
9. Международной Ассоциации пользователей и разработчиков электронных библиотек и новых информационных технологий. – Режим доступа: <http://www.elnit.org/> (дата обращения 19.06.2016).
10. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]: [сайт].. Режим доступа: <http://window.edu.ru/>– (дата обращения 19.06.2016)

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Энзимология» направлена на формирование готовности к научно-исследовательской профессиональной деятельности в избранной направленности. В результате

изучения дисциплины должно быть сформированы знания о современном состоянии этого направления, как науки, изучающей различные аспекты функционирования ферментов.

Лекционный курс излагается с использованием компьютерных презентаций и мультимедийного оборудования. Для самостоятельной работы используется среда электронного обучения ТГПУ им. Л.Н. Толстого (<http://moodle.tspu.ru>).

Практические работы проводятся в соответствии с одной из общих тем, но с учетом направленности исследования аспиранта.

Преподавание дисциплины должно включать в себя следующие образовательные технологии:

- ✓ репродуктивные: информационная лекция, опрос, работа с литературой;
- ✓ активные: учебно-исследовательские;
- ✓ интерактивные: проблемно-поисковые (проблемная лекция, лабораторная работа, консультация, самостоятельная работа), дискуссионные.

При изучении дисциплины используется балльно-рейтинговая система дисциплины оценки успеваемости аспирантов по дисциплине, представленная в разделе 6.4 данного документа.

#### **10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ**

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются информационные технологии, охватывающие ресурсы (компьютеры, программное обеспечение и сети), необходимые для управления информацией (создание, хранение, управление, передача и поиск информации):

- технические средства: компьютерная техника и средства связи (ноутбук, проектор, экран, USB-накопители и т.п.);
- коммуникационные средства (проверка домашних заданий и консультирование посредством электронной почты);
- организационно-методическое обеспечение (электронные учебные и учебно-методические материалы, компьютерное тестирование, использование электронных мультимедийных презентаций при проведении лекционных и практических занятий);
- программное обеспечение (Microsoft Office (Excel, Power Point, Word и т.д.), Skype, поисковые системы, электронная почта и т.п.).

##### **комплект лицензионного программного обеспечения**

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
2. Программное обеспечение Microsoft Office XP Professional Win32 Russian– Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.
3. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.
4. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г.
5. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.
6. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.
7. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 1894-150512-101810 от 12-05-2015 г.

**современные профессиональные базы данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационные справочные системы**

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://pravo.gov.ru>.
3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.
4. Портал "Информационно-коммуникационные технологии в образовании" <http://www.ict.edu.ru>.

## **11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оборудованные мультимедийными средствами обучения.
2. Учебные аудитории для проведения практических занятий.
3. Компьютерные классы с доступом в интернет для работы с информационно-правовыми системами, в том числе «Гарант» и с доступом к электронно-библиотечной системе.
4. Аудитории для самостоятельной работы аспирантов, оснащенные компьютерной техникой, имеющей доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», электронной информационно-образовательной среде ТГПУ им. Л.Н. Толстого, внутривузовскому сетевому окружению.

## **12. АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ.**

1. Планируемые результаты обучения при освоении дисциплины «Энзимология», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины «Энзимология» аспирант должен приобрести:

**знания** теоретических и практических основ энзимологии.

**умения** анализировать изменение ферментативных процессов, как отражение изменений физиологического и биохимического состояния растений

**навыки владения** методами определения активности ключевых ферментов, изменение активности которых отражается на физиологическом и биохимическом состоянии растений.

### **2. Место дисциплины в структуре ОПОП.**

Дисциплина «Энзимология» относится к обязательным дисциплинам вариативной части дисциплин образовательной программы (Блок 1).

**3. Объем дисциплины** 3 зачетные единицы.

**4. Образовательный процесс** осуществляется на русском языке.

**5. Разработчик:** Иванишев В.В., д.биол.н, ст.науч.сотр., зав.кафедрой биологии и ТЖС

6. Дополнительные сведения отсутствуют

**13. Лист регистрации изменений к рабочей программе дисциплины****2016-2017 учебный год**

В рабочую программу дисциплины внесены изменения в части обновления состава необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 2 от 16 февраля 2017 г.

**2017-2018 учебный год****Обновлен состав необходимого комплекта лицензионного программного обеспечения.**

1. Операционная система Microsoft Windows XP Professional Russian – Лицензия № 16698685 от 08.08.2003 г.

2. Операционная система Microsoft Windows Professional 7 Russian – Лицензия №48497058 от 13.05.2011 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.

3. Операционная система Microsoft Windows 10 Professional Russian - контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г., договор № Пр/16/6 от 05 апреля 2016 года.

4. Программное обеспечение Microsoft Office Enterprise 2007 Russian - Лицензия №46138962 от 16.11.2009 г.

5. Программное обеспечение Microsoft Office 2013 Professional - контракт № 405535 от 2 ноября 2015 года, контракт № ПР/ФЕН/15/18 от 23.10.2015 г.

6. Программа для распознавания текста ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition лицензионный сертификат - код позиции AF90-3U1V25-102, ABBYY FineReader 9.0 Corporate Edition Volume License Concurrent от 28 июля 2009 г.

7. Электронный словарь ABBYY Lingvo X3 Европейская версия - Код позиции AL14-2U1V05-102, ABBYY Lingvo x3 Европейская версия. Именная лицензия Concurrent от 28 июля 2009 г.

8. Комплексная Система Антивирусной Защиты Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 2 year Educational Renewal License – Лицензия № 17E0-170518-102844-823-690 от 18-05-2017 г.

**Обновлен состав современных профессиональных баз данных (в том числе международных реферативных баз данных научных изданий) и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ обучающимся.**

1. Компьютерная информационно-правовая система «Гарант» - регистрационный номер клиента 71-70685-000033.

2. Официальный интернет-портал базы данных правовой информации <http://pravo.gov.ru>.

3. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования <http://fgosvo.ru>.

4. Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании» <http://www.ict.edu.ru>.

5. Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных <http://webofscience.com>.

6. Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН) <http://neicon.ru>.

7. Базы данных издательства Springer <https://link.springer.com>.

Изменения к рабочей программе дисциплины утверждены на заседании Ученого совета университета, протокол № 8 от 31 августа 2017 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

**Разработчик:**

<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Учёная степень</b>	<b>Учёное звание</b>	<b>Должность</b>
Иванищев Виктор Васильевич	Доктор биол.наук	Старший научный сотрудник	Заведующий кафедрой биологии и технологий живых систем