

## СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

## БИОЛОГИЯ

**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ТКАНЕЙ LYMNAEA STAGNALIS, ОБИТАЮЩИХ  
В ВОДОЁМАХ С ОТЛИЧАЮЩИМСЯ ТЕМПЕРАТУРНЫМ РЕЖИМОМ  
И ПОДВЕРЖЕННЫХ РАЗЛИЧНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКЕ****Балаева-Тихомирова Ольга Михайловна**

*заведующий кафедрой химии и естественнонаучного образования,  
канд. биол. наук,  
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,  
Беларусь, г. Витебск*

**Закирова Юлия Эдуардовна**

*выпускница магистратуры факультета химико-биологических и географических наук,  
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,  
Беларусь, г. Витебск*

**Глинко Анна Владимировна**

*студентка 4 курса факультета химико-биологических и географических наук,  
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,  
Беларусь, г. Витебск*

**Зайцева Дарья Денисовна**

*студентка 3 курса факультета химико-биологических и географических наук,  
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,  
Беларусь, г. Витебск*

**Вишневская Мария Викторовна**

*магистрант 1 года обучения факультета химико-биологических и географических наук,  
Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,  
Беларусь, г. Витебск*

Рациональное природопользование невозможно без проведения контроля за состоянием природных сред. Водные организмы интегрируют неблагоприятные эффекты комплекса различных воздействий, имеют достаточно большие размеры и продолжительность жизни, обладают резистентностью к сублетальным воздействиям различных веществ и поэтому могут быть использованы для прогноза различного рода воздействий на водные экосистемы и здоровье человека [1].

Биохимические адаптации направлены на сохранение целостности и функциональной активности макромолекул (нуклеиновых кислот, ферментов, белков) и надмолекулярных комплексов (мембран, хромосом, рибосом), на обеспечение организма источниками энергии и питательными веществами, используемыми для биосинтеза белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов, составляющих ткани организма и являющихся запасами питательного материала; на поддержание регуляторных механизмов обмена веществ и его изменений в зависимости от непостоянных условий среды [2]. Каждое вещество

может иметь свою специфическую «мишень» в метаболизме гидробионтов, что предполагает поиск важнейших и чувствительных биохимических тестов на различные воздействия. Биохимические методы позволяют наблюдать изменения в обмене веществ в организме, наступающие, как правило, до появления физиологических, морфологических и других отклонений от нормы, дают возможность выявить границы адаптационных способностей, определить фазу воздействия и на основании этого делать выводы о степени устойчивости и чувствительности видов [3]. Такого рода исследования важны как для выяснения механизмов развития приспособительных реакций у гидробионтов в ответ на воздействие разнообразных факторов среды, так и для прогноза возможных изменений малакофауны в водоеме. Для оценки состояния водных организмов удобно использовать биохимические методы основанные на определении активности ферментов аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ), гамма-глутамилтранспептидазы (ГГТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) под влиянием

сезонов года и антропогенных факторов среды обитания.

**Цель работы** – оценить активность ферментов в тканях *Lymnaea stagnalis*, обитающих в природных водоемах, с учетом сезонных изменений и местообитания.

**Материал и методы исследования.** Опыты поставлены на особях прудовика обыкновенного (*Lymnaea stagnalis*). Моллюски собирались вручную, из водоемов четырех районов Витебской области и трёх районов Гомельской области (таблица 1). Сбор осуществлялся весной (апрель – май), летом (июнь-июль) и осенью (октябрь – ноябрь).

Таблица 1.

Места сбора моллюсков

Район сбора моллюсков	Место сбора	Название водоема
Витебский р-н	г. Витебск	р. Витьба
Дубровенский р-н	д. Шеки	оз. Афанасьевское
Ушачский р-н	д. Дубровка	оз. Дубровское
Шумилинский р-н	а/г Башни	оз. Будовесть
Гомельский р-н	г. Гомель	оз. Любенское
Мозырский р-н	д. Красная Горка	р. Припять
Рогачёвский р-н	г. Рогачёв	р. Друть

Для исследований использовали гемолимфу прудовика обыкновенного. Гемолимфу получали посредством раздражения ноги легким уколом её энтомологической булавкой. Это стимулирует рефлекс втягивания ноги в раковину, в результате чего гемолимфа из мантийной полости выделяется наружу через гемальную пору, находящуюся рядом с дыхательным отверстием. После взятия гемолимфы у моллюсков производили забор гепатопанкреаса. Путём механического воздействия дробили раковину моллюска и отделяли гепатопанкреас от соединительной и жировой ткани. Большая часть печени у *L. stagnalis* располагается в последних витках раковины.

Определение активности АЛТ, АСТ, ЛДГ и ГГТ в гемолимфе и гепатопанкреасе у *L. stagnalis* проводили кинетическим методом [4].

**Результаты исследования.** Для объективного билмониторинга с использованием живых объектов необходимо учитывать сезонные изменения в показателях метаболизма, поэтому актуальным является определение динамики ферментативной активности АЛТ, АСТ, ЛДГ и ГГТ в гемолимфе и гепатопанкреасе у двух видов моллюсков, отличающихся типом транспорта кислорода, с последующей оценкой различий в антропогенном влиянии, обусловленных местом обитания.

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах ферментативной активности АЛТ, АСТ, ЛДГ и ГГТ в гемолимфе и гепатопанкреасе в зависимости от времени года, местообитания и молекулярных механизмов транспорта кислорода (рисунки 1-6).

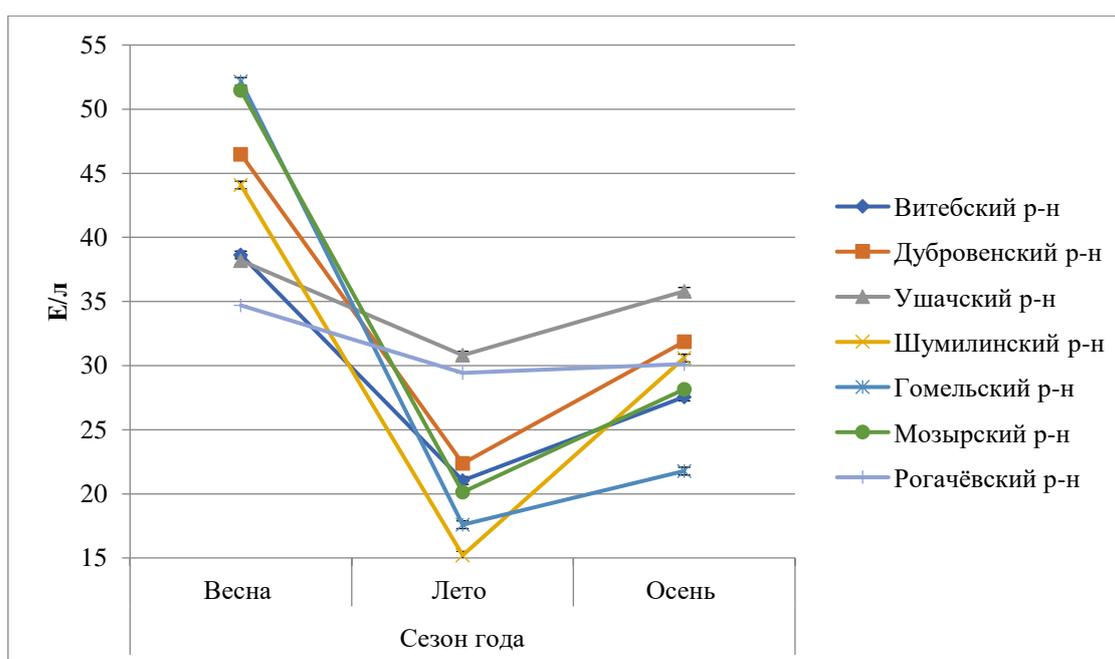


Рисунок 1. Сезонная динамика активности АЛТ (Е/л) в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АЛТ в гемолимфе: наибольшая активность зафиксирована в весенний период сбора, затем в летний период активность снижается и снова возрастает в осенний период. Активность АЛТ в гемолимфе у *L. stagnalis*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в летний период выше в 1,8 и 1,3 раза по сравнению с весенним и осенним периодами сбора соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе у *L. stagnalis*, из озера Афанасьевское Дубровенского района в летний период выше в 2,1 и 1,4 раза по сравнению с весенним и осенним периодами сбора соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в озере Дубровском Ушачского района, в весенний и осенний периоды

сбора превысила летние значения в 1,2 раза. Активность АЛТ в гемолимфе *L. stagnalis* из озера Будовесть Шумилинского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 2,9 и 2 раза соответственно. Активность АЛТ в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в озере Любенское Гомельского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 3,0 и 1,2 раза соответственно. Установлено, что активность АЛТ в гемолимфе у *L. stagnalis* из реки Припять Мозырского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 2,6 и 1,4 раза. Установлено, что активность АЛТ в гемолимфе *L. stagnalis* из реки Друть Рогачевского района в весенний период сбора превысила летние значения в 1,2 раза, по сравнению с весенним периодом сбора статистически значимых отличий не зафиксировано (рисунок 1).

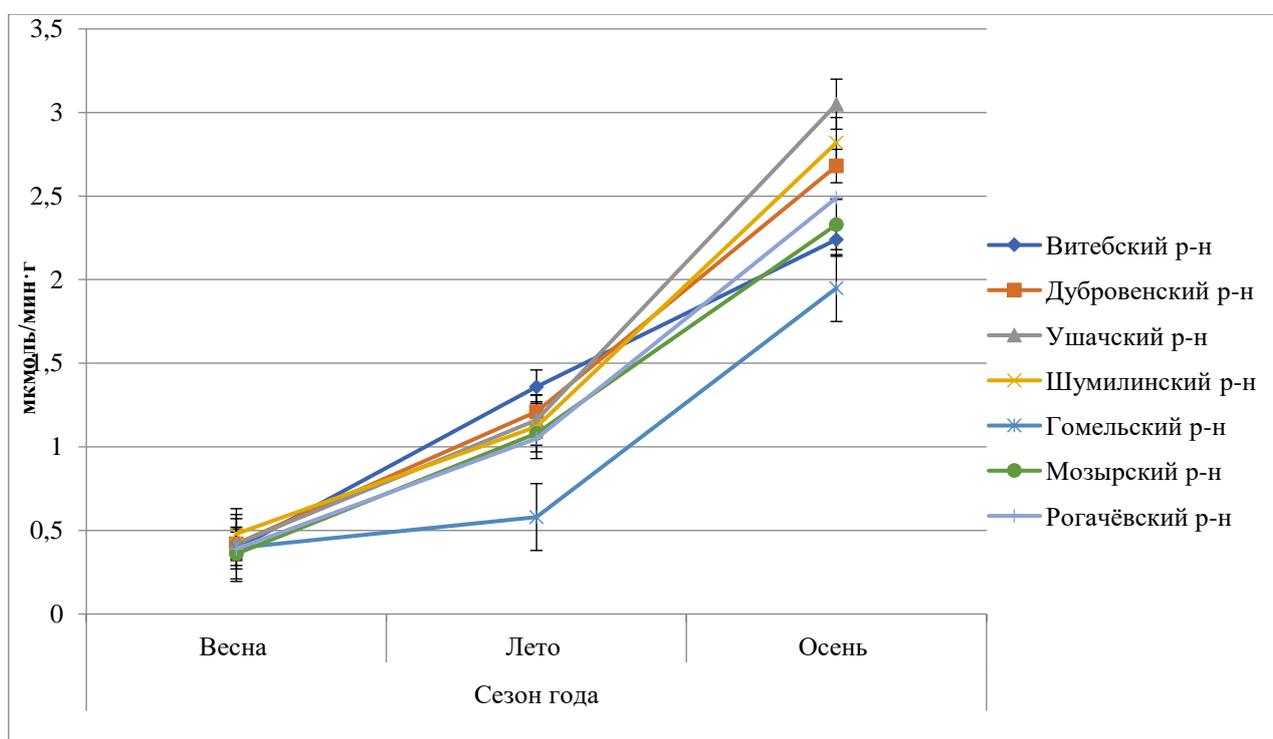


Рисунок 2. Сезонная динамика активности АЛТ (мкмоль/мин·г) в гепатопанкреасе *L. stagnalis*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АЛТ в гепатопанкреасе: активности фермента снижается от осени к весне. Активность АЛТ в гепатопанкреасе у *L. stagnalis*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в осенний период выше в 1,6 и 5,7 раз по сравнению с летним и весенним периодами сбора соответственно. У *L. stagnalis* из озера Афанасьевское Дубровенского района по сравнению с весенним и летним периодами сбора повышена активность АЛТ в гепатопанкреасе в осенний период сбора в 6,4 и 2,2 раза соответственно. По сравнению с весенним и летним периодами сбора у *L. stagnalis*, обитающих в Дубровском озере Ушачского района, повышена активность АЛТ в гепатопанкреасе, в осенний период сбора в 7,3 и

2,6 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора у *L. stagnalis* из озера Будовесть Шумилинского района понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе в весенний и летний периоды сбора в 5,9 и 2,5 раза соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* обитающих в озере Любенское Гомельской района в весенний и летний периоды сбора в 4,9 и 3,4 раза. Активность АЛТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* из реки Припять Мозырского района в осенний период превышает весенние и летние значения в 6,5 и 2,2 раза соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АЛТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* реки Друть Рогачевского района в весенний и летний периоды сбора в 6,4 и 2,3 раза соответственно (рисунок 2).

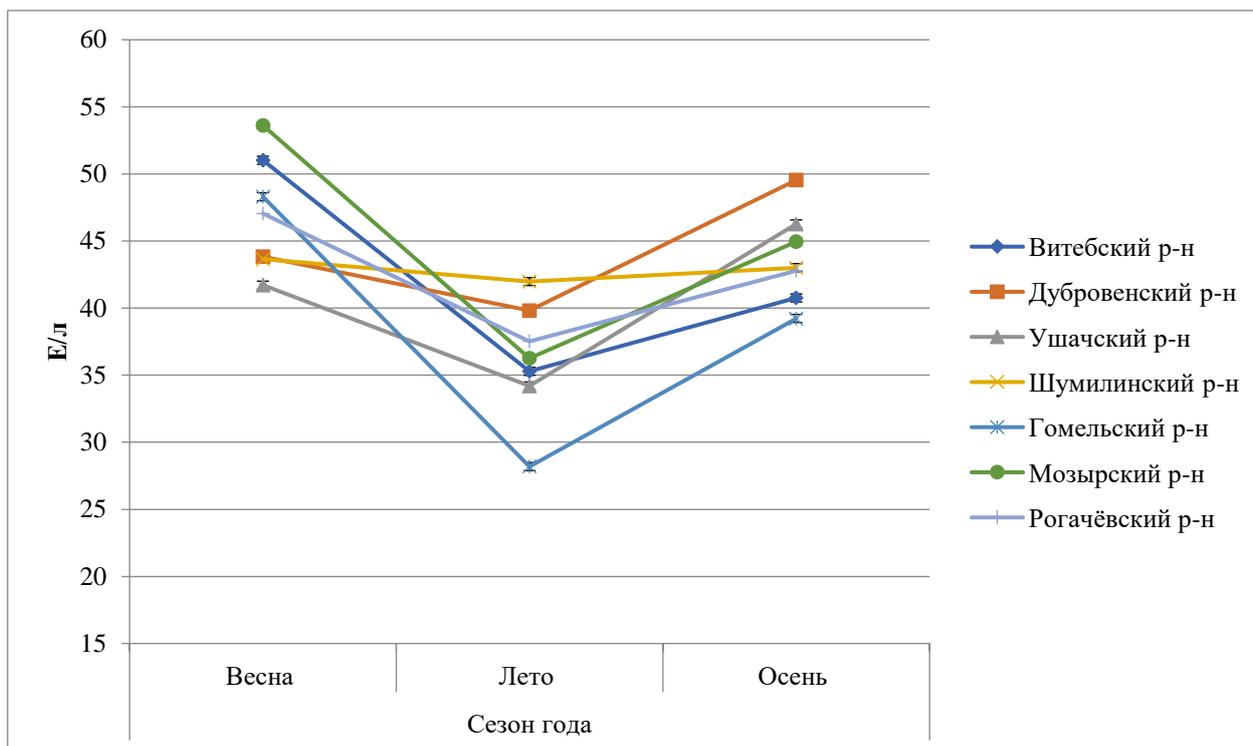
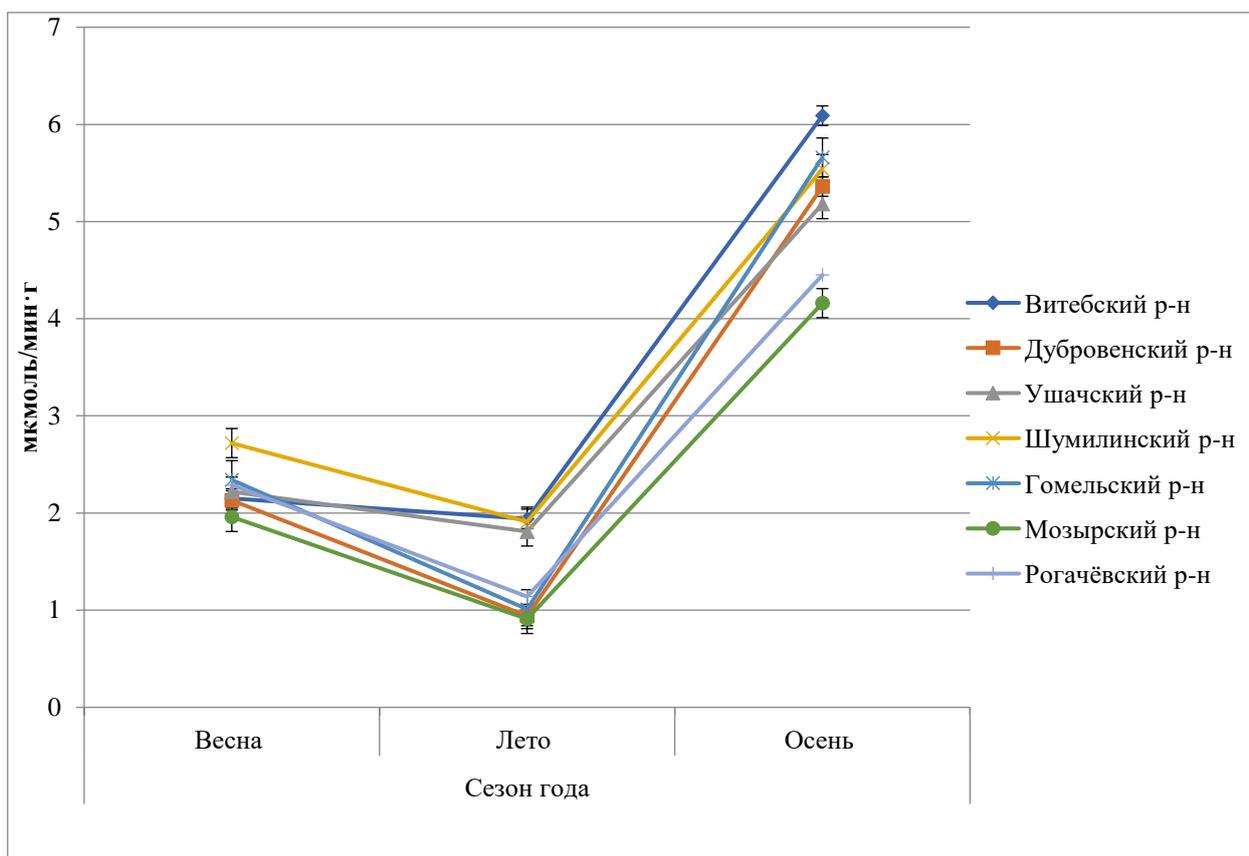


Рисунок 3. Сезонная динамика активности АСТ (Е/л) в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АСТ в гемолимфе: наибольшая активность зафиксирована в весенний период сбора, затем в летний период активность снижается и снова возрастает в осенний период. Активность АСТ в гемолимфе у *L. stagnalis*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в летний период ниже в 1,4 и 1,3 раза по сравнению с весенним и осенним периодами сбора соответственно. Активность АСТ в гемолимфе у *L. stagnalis*, из озера Афанасьевское Дубровенского района в летний период ниже в 1,2 раза по сравнению с осенним и летним периодами сбора. Активность АСТ в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в озере Дубровском Ушачского района, в весен-

ний и осенний периоды сбора выше, чем в летний сезон в 1,2 и 1,4 раза соответственно. Достоверных изменений активности АСТ в гемолимфе *L. stagnalis* из озера Будовесть Шумилинского района в зависимости от сезона сбора не установлено. Активность АСТ в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в озере Любенское Гомельского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 1,7 и 1,2 раза соответственно. Установлено, что активность АСТ в гемолимфе у *L. stagnalis* из реки Припять Мозырского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 1,5 и 1,2 раза. Установлено, что активность АСТ в гемолимфе *L. stagnalis* из реки Друть Рогачевского района в осенний и весенний периоды сбора превысила летние значения в 1,2 раза (рисунок 3).



**Рисунок 4. Сезонная динамика активности АСТ (мкмоль/мин·г) в гепатопанкреасе *L. stagnalis*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей**

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности АСТ в гепатопанкреасе: активность фермента снижается от осени к весне. Активность АСТ в гепатопанкреасе у *L. stagnalis*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в осенний период выше в 3,1 и 2,8 раз по сравнению с летним и весенним периодами сбора соответственно. У *L. stagnalis* из озера афанасьевское Дубровенского района по сравнению с весенним и летним периодами сбора повышена активность АСТ в гепатопанкреасе в осенний период сбора в 5,7 и 2,5 раза соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора у *L. stagnalis*, обитающих в Дубровском озере Ушачского района, понижена активность АСТ в гепатопанкреасе, в весенний и летний периоды сбора в 2,3 и 2,9 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом

сбора у *L. stagnalis* из озера Будовесть Шумилинского района понижена активность АСТ в гепатопанкреасе в весенний и летний периоды сбора в 2 и 2,9 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АСТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* обитающих в озере Любенское Гомельского района в весенний и летний периоды сбора в 2,4 и 5,6 раз. Активность АСТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* из реки Припять Мозырского района в осенний период превышает весенние и летние значения в 2,1 и 4,6 раз соответственно. По сравнению с осенним периодом сбора понижена активность АСТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* из реки Друть Рогачёвского района в весенний и летний периоды сбора в 1,9 и 3,9 раз соответственно (рисунок 4).

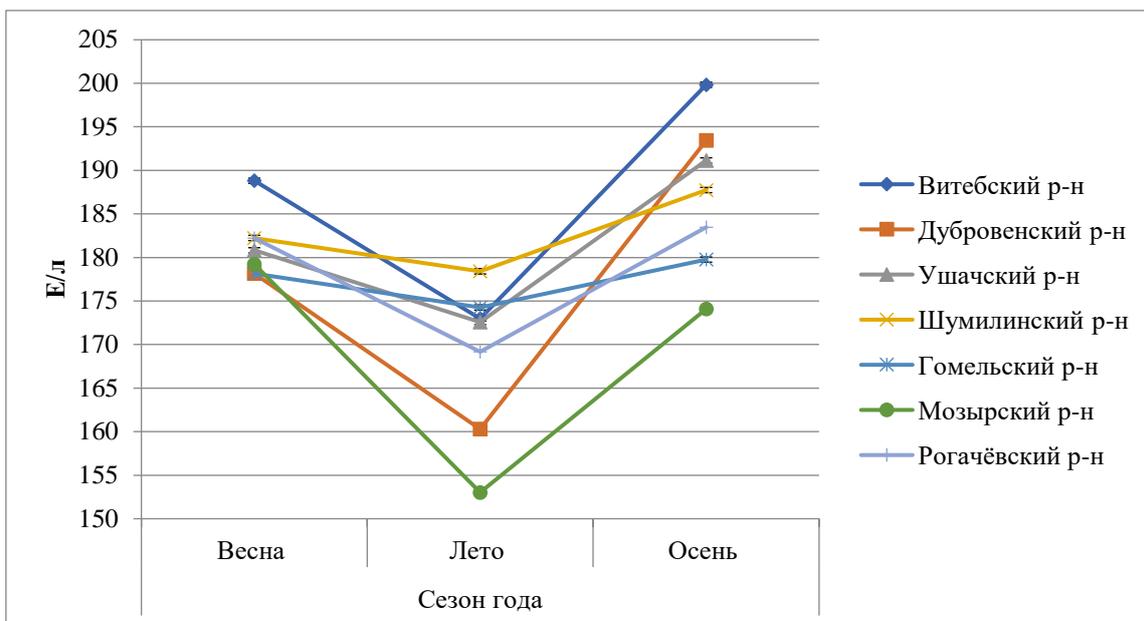


Рисунок 5. Сезонная динамика активности ГГТ (Е/л) в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности ГГТ в гемолимфе: максимальная активность зафиксирована в осенний период сбора, минимальная – в летний период. Активность ГГТ в гемолимфе у *L. stagnalis*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в летний период сбора ниже в 1,2 раза по сравнению с весенним и осенним периодами сбора. Активность ГГТ в гемолимфе у *L. stagnalis*, из озера Афанасьевское Дубровенского района в летний период ниже в 1,2 раза по сравнению с

весенним и осенним периодами сбора. Статистически значимых изменений активности ГГТ в гемолимфе *L. stagnalis*, обитающих в озерах Дубровское Ушачского района, Будовесть Шумилинского района и Любенское Гомельского района между сезонами не установлено. Установлено, что активность ГГТ в гемолимфе у *L. stagnalis* из реки Припять Мозырского района в весенний и осенний периоды сбора превысила летние значения в 1,2 раза. Статистически значимых изменений активности ГГТ в гемолимфе *L. stagnalis* из реки Друть Рогачевского района между сезонами не установлено (рисунок 5).

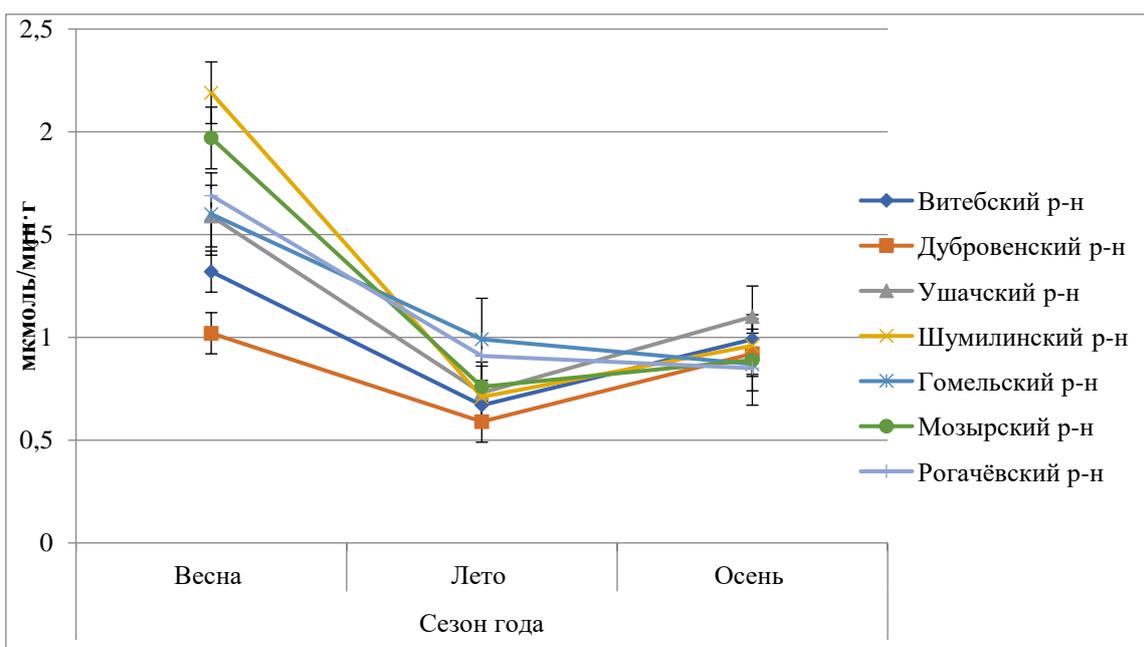


Рисунок 6. Сезонная динамика активности ЛДГ (μмоль/мин·г) в гепатопанкреасе *L. stagnalis*, обитающих в водоёмах Витебской и Гомельской областей

Моллюски, обитающие в исследуемых водоёмах, характеризуются сходной динамикой изменения активности ЛДГ в гепатопанкреасе: активность фермента снижается от весны к осени. Активность ЛДГ в гепатопанкреасе у *L. stagnalis*, обитающих в реке Витьба Витебского района, в весенний период выше в 2,0 и 1,3 раз по сравнению летним и осенним периодами сбора соответственно. У *L. stagnalis* из озера Афанасьевское Дубровенского района по сравнению с весенним периодом сбора понижена активность ЛДГ в гепатопанкреасе в летний период сбора в 1,7 раз, по сравнению с осенним периодом сбора статистически значимых отличий в активности фермента не установлено. По сравнению с весенним периодом сбора у *L. stagnalis*, обитающих в Дубровском озере Ушачского района, понижена активность ЛДГ в гепатопанкреасе, в летний и осенний периоды сбора в 2,2 и 1,5 раз соответственно. По сравнению с весенним периодом сбора у *L. stagnalis* из озера Будовесть Шумилинского района понижена активность ЛДГ в гепатопанкреасе в летний и осенний периоды сбора в 3,1 и 2,2 раза соответственно. По сравнению с весенним периодом сбора понижена активность ЛДГ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* обитающих в озере Любенское Гомельского района в летний и осенний периоды сбора в 1,6 и 1,8 раз соответственно. Активность ЛДГ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* из реки Припять Мозырского района в весенний период превышает летние и осенние значения в 2,6 и 2,2 раза соответственно. По сравнению с летним периодом сбора повышена активность АСТ в гепатопанкреасе *L. stagnalis* из реки Друть Рогачёвского района в летний и осенний периоды сбора в 1,9 и 2 раза соответственно (рисунок 6).

#### Список литературы:

1. Израэль, Ю.А. Проблемы антропогенной экологии / Ю.А. Израэль // Научные аспекты экологических проблем России. – М.: Наука. – 2009. Т. 1. – 221 с.
2. Алимов, А.Ф. Динамика биологического разнообразия и биоресурсов континентальных водоемов / А.Ф. Алимов, С.М. Голубков. – СПб.: Наука, 2012. – 369 с.
3. Немова, Н.Н. Биохимическая индикация состояния рыб / Н.Н. Немова, Р.У. Высоцкая. – М.: Наука, 2004. – 215 с.
4. Современные проблемы биохимии. Методы исследований: учебное пособие / Е.В.Барковский [и др.]; под ред. Проф. А.А.Чиркина. – Минск: Выш. шк., 2013. – 491 с.

У моллюсков Гомельской области понижены показатели АЛТ в гемолимфе, АЛТ в гепатопанкреасе, АСТ в гепатопанкреасе и показатели ГГТ в гемолимфе, по сравнению с моллюсками Витебской области, все остальные показатели ферментативной активности у моллюсков из водоёмов двух областей находятся примерно на одинаковом уровне.

**Заключение.** Установленные изменения активности ферментов в зависимости от сезона года и местообитания могут быть связаны с: температурным режимом, наличием кормовой базы, интенсивностью воздействия радиации, степенью антропогенной нагрузки.

Характер изменения активности ферментов в тканях легочных пресноводных моллюсков Витебской и Гомельской областей характеризуются следующими закономерностями: активность ферментов в гемолимфе АСТ, АЛТ и ГГТ выше в весенний период сбора моллюсков; характер изменения активности ферментов у легочных пресноводных моллюсков сохраняется во всех исследуемых районах, что связано с высокой устойчивостью моллюсков к внешним неблагоприятным факторам воздействия.

При сравнении активности ферментов моллюсков Витебской и Гомельской областей выявлены следующие статистически значимые отличия: у моллюсков Гомельской области снижена активность АЛТ и ГГТ в гемолимфе, АЛТ и АСТ в гепатопанкреасе, по сравнению с моллюсками Витебской области. В связи с этим можно сказать, что в условиях радиационного и экологического загрязнения среды обитания моллюсков большее количество биохимических процессов включается для поддержания жизнеспособности организма.